

Федеральное агентство по образованию
Ассоциация "Объединенный университет им. В.И. Вернадского"
ГОУ ВПО "Тамбовский государственный технический университет"
Научно-образовательный центр «ТГТУ–ОАО «Корпорация "Росхимзащита"»
Научно-образовательный центр "ТГТУ–ИСМАН, г. Черноголовка"

XIII
НАУЧНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ ТГТУ

**ФУНДАМЕНТАЛЬНЫЕ И
ПРИКЛАДНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ,
ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ, ПРОФЕССИОНАЛЬНОЕ ОБРАЗОВАНИЕ**

Сборник трудов

24–25 апреля 2008 года



Тамбов
Издательство ТГТУ
2008

УДК 378:061.3
ББК Я54
Ф947

Редакционная коллегия:

С.И. Дворецкий – *председатель*, В.Е. Галыгин – *зам. председателя*, Г.С. Баронин, В.В. Быковский, В.И. Вигдорович, Б.И. Герасимов, О.С. Дмитриев, С.А. Есиков, А.Б. Килимник, А.С. Куликов, Г.М. Куликов, И.М. Курочкин, С.Н. Кузьмин, С.И. Лазарев, В.В. Леденев, В.И. Леденев, М.Н. Макеева, Е.Н. Малыгин, Н.В. Молоткова, Ю.Л. Муромцев, С.А. Нагорнов, Л.В. Пархоменко, В.Е. Подольский, С.В. Пономарев, Н.С. Попов, И.М. Попова, Н.П. Пучков, А.А. Слезин, А.Г. Ткачев, А.В. Трофимов, А.А. Чуриков, Н.Н. Мочалин, М.А. Евсейчева

Ф947 Фундаментальные и прикладные исследования, инновационные технологии, профессиональное образование : сб. трудов XIII науч. конф. ТГТУ / Тамб. гос. техн. ун-т. – Тамбов, 2008. – 324 с. – 100 экз. – ISBN 978-5-8265-0696-7.

Представлены статьи по научным исследованиям преподавателей, научных сотрудников, докторантов и аспирантов, выполненным в соответствии с приоритетными направлениями развития науки, технологий и техники и образовательной системы Российской Федерации.

Предназначен для преподавателей, научных сотрудников, докторантов и аспирантов, промышленников и предпринимателей, банкиров и финансистов.

УДК 378:061.3
ББК Я54

ISBN 978-5-8265-0696-7

© ГОУ ВПО "Тамбовский государственный
технический университет" (ТГТУ), 2008

Научное издание

ХIII

НАУЧНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ ТГТУ

ФУНДАМЕНТАЛЬНЫЕ И ПРИКЛАДНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ, ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ, ПРОФЕССИОНАЛЬНОЕ ОБРАЗОВАНИЕ

Сборник трудов

Редактор З.Г. Чернова

Инженер по компьютерному макетированию М.Н. Рыжкова

Подписано в печать 11.04.2008.

Формат 60×84/16. 18,86 усл. печ. л.

Тираж 100 экз. Заказ № 178

Издательско-полиграфический центр

Тамбовского государственного технического университета
392000, Тамбов, Советская, 106, к. 14

50 лет Тамбовскому государственному техническому университету. Подводя итоги проделанной работы по становлению и развитию научных исследований в университете, можно с удовлетворением отметить, что научные исследования, выполняемые учеными на кафедрах, в научно-исследовательских лабораториях и научно-образовательных центрах, из разрозненных фундаментальных и прикладных исследований сложились в крупные научные направления и научные школы, объединяющие жизненный цикл исследований от поисковых до создания разработок и их коммерциализации.

Актуальность научных исследований определяется как потребностями федеральных, отраслевых и региональных органов управления, а также хозяйствующих субъектов Российской Федерации, так и научными интересами конкретных ученых. Творческие коллективы ученых Тамбовского государственного технического университета совместно с учеными академических и отраслевых НИИ участвуют в выполнении инновационных проектов государственного значения по приоритетным направлениям развития науки, технологий и техники Российской Федерации.

Научная деятельность университета тесно связана с учебным процессом, носит многоплановый характер и направлена на приоритетное развитие фундаментальных и прикладных исследований как основы для создания новых знаний, обеспечение подготовки квалифицированных специалистов и научно-педагогических кадров высшей квалификации, эффективное использование и сохранение научно-технического и интеллектуального потенциала вуза в существующих экономических условиях путем развития новых видов научно-производственной деятельности, расширения инновационной деятельности и производства наукоемкой продукции.

Редакционная коллегия

ПЛЕНАРНЫЕ ДОКЛАДЫ

УДК 65.012.2

С.И. Дворецкий, В.Ф. Калинин, В.Е. Галыгин

О РЕАЛИЗАЦИИ СТРАТЕГИИ РАЗВИТИЯ НАУКИ И ИННОВАЦИЙ ТГТУ В 2008 ГОДУ

В Основах политики Российской Федерации в области развития науки и технологии на период до 2010 г. и дальнейшую перспективу ставится задача ускоренного развития инфраструктуры наноиндустрии, призванной обеспечить реализацию стратегических национальных приоритетов РФ, в том числе повышение качества жизни населения, достижение экономического роста развитие фундаментальной науки, образование культуры, обеспечение обороноспособности и безопасности государства.

Для решения указанной задачи Правительством РФ разработана федеральная целевая программа "Развитие инфраструктуры наноиндустрии в Российской Федерации на 2008 – 2010 годы".

Инфраструктура наноиндустрии должна создаваться не для отдельных организаций, а в виде инфраструктуры национальной нанотехнологической сети, представляющей собой совокупность организаций различных организационно-правовых форм, выполняющих фундаментальные и прикладные исследования, осуществляющих разработки и коммерциализацию технологий, деятельность которых в этой области координируется федеральными органами исполнительной власти на межотраслевом уровне.

Важнейшими элементами формируемой инфраструктуры наноиндустрии являются: приборно-инструментальная и производственно-технологическая составляющая, которая характеризует материально-техническую и метрологическую базы различных направлений развития наноиндустрии; информационно-аналитическая составляющая, которая обеспечивает координацию работ, полноту и актуализацию сведений о перспективных разработках, технологиях и кадровом потенциале в сфере наноиндустрии в Российской Федерации и за рубежом; методическая составляющая, которая регламентирует безопасность создания и применения нанотехнологий и наноматериалов, механизмы регулирования развития наноиндустрии, обеспечивает гармонизацию российских и иностранных нормативных и методических документов по обеспечению единства измерений и подтверждения соответствия продукции наноиндустрии.

Формирование инфраструктуры наноиндустрии должно стать важнейшим стратегическим направлением, определяющим новые подходы к преобразованию отечественной высокотехнологичной промышленности, реализуемым по Программе координации работ в области нанотехнологий и наноматериалов в Российской Федерации.

Ряд государственных научных центров и организаций Российской Федерации имеет исторический приоритет, большой задел и находится на высоком международном уровне в сфере разработок и исследований в области некоторых наноматериалов и нанотехнологий. Сформирован также образовательный сегмент высшего профессионального образования, в котором помимо образовательной деятельности осуществляется интенсивная исследовательская работа в указанной сфере. В рамках федеральных целевых и ведомственных программ осуществляется государственное финансирование научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ в области нанотехнологий, однако в них не предусмотрены необходимые средства на развитие материально-технической базы и иных составляющих инфраструктуры наноиндустрии.

В то же время в части темпов коммерческого освоения нанотехнологий Россия отстает от ряда зарубежных стран. Одной из главных причин такого отставания является отсутствие метрологического обеспечения измерений при разработке и промышленном освоении нанотехнологий и производстве наноматериалов, старение, а по отдельным направлениям развития нанотехнологий – практическое отсутствие научного и специального оборудования, приборов и устройств, отвечающих современным мировым требованиям, а также отставание в развитии других составляющих инфраструктуры наноиндустрии.

В Тамбовском государственном техническом университете развивается одно из приоритетных направлений индустрии наносистем и материалов, связанное с синтезом углеродных наноструктур и экспериментальным обоснованием новых способов получения катализаторов, технологий и оборудования для опытно-промышленного производства углеродных наност-

руктурных материалов каталитическим пиролизом углеводородов. Это открыло перспективы совершенствования современной техники и технологии для создания принципиально новых композиционных материалов, развития авиа- и космической техники, ряда отраслей оборонной промышленности. Научно-техническая разработка реактора для синтеза углеродных наноструктурных материалов ТГТУ экспонировалась на VIII Московском международном салоне инноваций и инвестиций и отмечена золотой медалью этой выставки.

Итоги выполнения тематического плана НИР в 2007 г.

Научные исследования в 2007 г. проводились в рамках ведущих научных школ Тамбовской области по следующим приоритетным направлениям:

- Информационно-телекоммуникационные системы (технологии распределенных вычислений и систем, технологии производства программного обеспечения, программные комплексы дистанционного обучения). Научные руководители: Заслуженный деятель науки и техники РФ, д-р техн. наук, проф. Ю.Л. Муромцев; лауреат премии Правительства РФ в области образования, д-р техн. наук, проф. В.Е. Подольский.

- Индустрия наносистем и материалов (углеродные наноматериалы, полимеры и композиты). Научный руководитель: Заслуженный деятель науки и техники РФ, лауреат премии Правительства РФ в области образования, д-р техн. наук, проф. С.В. Мищенко.

- Новые химические технологии (твердофазные, электрохимические и мембранные). Научные руководители: д-р хим. наук, проф. А.Б. Килимник; д-р техн. наук, проф. Г.С. Баронин.

- Живые системы (теория и методы автоматизированного проектирования технологических комплексов и систем управления, технологии обеспечения защиты и жизнедеятельности населения). Научные руководители: д-р техн. наук, проф. С.И. Дворецкий; Заслуженный деятель науки РФ, д-р техн. наук, проф. Е.Н. Малыгин; д-р техн. наук, проф. В.Г. Матвейкин.

- Энергетика и энергосбережение (технологии создания энергосберегающих систем транспортировки, распределения и потребления тепла и электроэнергии, технологии управления тепловыми потоками в жилищно-коммунальном хозяйстве). Научный руководитель: Заслуженный деятель науки РФ, д-р техн. наук, проф. В.Ф. Калинин.

- Рациональное природопользование (технологии мониторинга, управление природопромышленными системами). Научные руководители: д-р техн. наук, проф. Н.С. Попов; Заслуженный деятель науки и техники РФ, д-р хим. наук, проф. В.И. Вигдорович.

- Исследования в области разработки, совершенствования и использования технических средств и технологий в агропромышленном и автотранспортном комплексах. Научный руководитель: канд техн. наук, проф. И.М. Курочкин.

- Исследования в области архитектуры, строительства, реставрации, реконструкции и эксплуатации зданий, сооружений и конструкций. Научные руководители: Заслуженный строитель РФ, проф. О.Б. Демин; д-р техн. наук, проф. В.В. Леденев.

- Идентификация резервов и механизмов повышения качества жизни населения Тамбовской области. Научный руководитель: д-р экон. наук, проф. Б.И. Герасимов.

- Инновационно-ориентированное профессиональное образование. Научные руководители: д-р пед. наук, проф. Н.П. Пучков; д-р пед. наук, проф. Н.В. Молоткова.

- Коммуникативные аспекты социально-экономического и исторического развития общества. Научные руководители: д-р ист. наук, проф. С.А. Есиков; д-р ист. наук, проф. А.А. Слезин.

- Теория и методология литературоведения и языкознания. Научный руководитель: д-р филол. наук, проф. И.М. Попова.

Коллектив молодых ученых ТГТУ под руководством д-р техн. наук, проф. В.Н. Чернышова получил премию Правительства молодых ученых в области науки и техники за разработку методов и систем оперативного неразрушающего контроля теплозащитных свойств строительных материалов и изделий.

В конкурсе 2008 г. на право получения средств для государственной поддержки научных исследований, проводимых ведущими научными школами Российской Федерации, приняли участие три коллектива ученых ТГТУ, возглавляемые: С.В. Мищенко "Технологии и системы производства наноструктурированных модифицированных материалов" (направление 08 – Технические и инженерные науки); В.Г. Матвейкиным "Интегрированное проектирование и управление химико-технологическими системами жизнеобеспечения и защиты человека: стратегия, методы и применение" (направление 03 – Химия, новые материалы и химические технологии) и Ю.Л. Муромцевым "Информационные технологии и системы энергосберегающего управления" (направление 09 – Информационно-телекоммуникационные системы и технологии).

Гранты РФФИ в 2008 г. получили В.П. Таров (№ 08-08-97518), Ю.Л. Муромцев (№ 08-07-97505) и В.И. Вигдорович (№ 08-03-07010).

Суммарный объем выполненных научных исследований и услуг научно-производственного характера в ТГТУ в 2007 г. составил 61 706,5 тыс. р., в том числе за счет: федерального бюджета – 206 000,3 тыс. р.; средств заказчика по контрактам – 37 940,4 тыс. р.; средств местных бюджетов – 929,4 тыс. р.; зарубежных контрактов – 1902,3 тыс. р.; прочих источников финансирования – 334,1 тыс. р. При этом объем госбюджетных НИР увеличился на 6 %, объем контрактных НИР – на 8,1 %.

В 2007 г. научные исследования выполнялись:

- по двум темам в рамках Федеральной целевой программы "Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технологического комплекса России на 2007 – 2012 гг.";

- по семи темам в рамках аналитической ведомственной программы Минобрнауки РФ "Развитие научного потенциала высшей школы";

- по трем темам в рамках научно-технической программы Минэкономки РФ и областных программ;

- по двум темам в рамках гранта Президента РФ для молодых ученых;

- по 11 темам в рамках грантов РФФИ и РГНФ;

- по двум темам в рамках задания Минобрнауки РФ в соответствии с тематическим планом;

- по двум темам в рамках международных контрактов (программ) "Фундаментальные исследования и высшее образование" (BRHE) и Темпус-Тасис.

Интеграция научного, образовательного и инновационного потенциалов в ТГТУ осуществлялась через следующие механизмы: ассоциация "Объединенный университет им. В.И. Вернадского"; научно-образовательные центры (ТГТУ–ОАО "Корпорация "Росхимзащита", "ТГТУ–ИСМАН г. Черноголовка"); филиалы кафедр ТОиПТ, ЭиА, МСХ в ГНУ "ВИИТиН", ОАО "Орбита", ОАО "Такф". Успешно развивались действующие Инновационно-технологические центры: "Тамбовский ИТЦ машиностроения" (директор А.Г. Ткачев) и "Инновационный центр высоких био- и химических технологий" (директор С.И. Дворецкий), бизнес-инкубатор "Инноватика" и при нем Центр трансфера технологий, организован новый ИТЦ "Новые технологии получения органических веществ и топлив" (директор А.И. Леонтьева).

В 2007 г. получены лицензии на открытие трех новых специальностей в аспирантуре: 02.00.05 – Электрохимия (руководитель А.Б. Килимник); 05.13.18 – Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ (руководитель С.И. Дворецкий); 23.00.02 – Политические институты, этнополитическая конфликтология, национальные и политические процессы и технологии (политические науки) (руководитель С.В. Клобуцкий).

Сотрудниками университета подано 48 заявок на изобретения, в том числе 19 заявок – на регистрацию программ ЭВМ; получено 15 патентов и 19 свидетельств о регистрации программ ЭВМ. Сотрудниками университета защищены 6 докторских и 47 кандидатских диссертаций, опубликовано 28 монографий, 86 учебников и учебных пособий, 911 статей в ведущих научных журналах и изданиях. В 2007 г. были изданы четыре номера научно-теоретического журнала "Вестник ТГТУ" и четыре номера научно-практического журнала "Вопросы современной науки и практики. Университет им. В.И. Вернадского", труды ТГТУ и сборник научных статей молодых ученых, аспирантов и студентов ТГТУ. Ученые университета принимали участие в работе 132 международных и российских научных симпозиумов, конгрессов и конференций.

К выполнению НИР было привлечено более 3500 студентов, в том числе к выполнению хоздоговорных и госбюджетных НИР – 637 студентов. Студенты-исследователи участвовали в работе 27 научных студенческих конференций и школ, ими опубликовано 247 научных статей, с их участием получено четыре патента и пять свидетельств на программы ЭВМ.

Студенты университета принимали участие в 35 конкурсах, на которые ими было представлено 87 научных работ. Победителями Всероссийских открытых конкурсов на лучшую студенческую работу и смотра-конкурса научно-технического творчества студентов вузов "Эврика-2007" стали 15 студентов ТГТУ.

Основные стратегические задачи на 2008 г.

Стратегическим планом развития ТГТУ на 2008 г. предусмотрено создание студенческого бизнес-инкубатора по направлению "Сервисное обслуживание бытовой радиоэлектронной аппаратуры" (отв. А.П. Пудовкин), инновационно-технологического центра по направлению "Радиосвязь" (отв. Д.Ю. Муромцев), научно-образовательного центра в области новых технологий хранения и переработки сельскохозяйственной продукции (отв. Ю.В. Воробьев).

Планируется довести количество патентов, полученных на разработки университета до 30; довести прием в аспирантуру дневной формы обучения до 65 чел., в докторантуру – 7 чел.; количество защит кандидатских диссертаций в советах университета до 52, докторских диссертаций – до 7.

Особое внимание в 2008 г. будет уделено включению научных журналов "Вопросы современной науки и практики" объединенного университета им. В.И. Вернадского и "Вестник ТГТУ" в перечень ведущих научных журналов и изданий ВАК РФ; созданию центров коллективного пользования в области нанодиагностики и автоматизированного проектирования, химических и машиностроительных производств, защитах докторских диссертаций в советах университета.

С целью привлечения творческой молодежи к научно-исследовательской деятельности в 2008 г. на базе университета запланировано проведение двух осенних школ для молодых ученых в рамках третьей международной научно-практической конференции "Современные энергосберегающие тепловые технологии (сушка и термовлажностная обработка материалов) (СЭТТ–2008)" и международной научной конференции "Математические методы в технике и технологиях (ММТТ–21)", на которых ведущими учеными будут прочитаны проблемные лекции по введению в мир наноматериалов и нанотехнологий, по информационно-измерительным наносистемам, оптимизации технологических процессов и проектированию аппаратов в условиях неопределенности, вопросам использования в научных исследованиях, моделировании и проектировании универсальных моделирующих программ, занимающих лидирующее положение в мире.

Планируется также подготовить совместный проект трех вузов (ТГТУ, МичГАУ и ВГТА, г. Воронеж) для участия в конкурсе 2009 г. на лучший проект консорциума вузов (отв. С.И. Дворецкий), подготовить заявку двух коллективов ученых ТГТУ на участие в конкурсе 2009 г. Премии правительства в области образования (отв. В.Г. Матвейкин) и Премии правительства в области науки и техники (отв. В.Н. Чернышев), довести эффективность аспирантуры ТГТУ до 38,5 % и докторантуры до 60 %. Увеличить не менее чем на 5 % годовой объем поступления денежных средств из госбюджетных и внебюджетных источников. Увеличить на 15 % рейтинговые показатели деятельности университета с целью вхождения в число 40 лучших технических университетов Российской Федерации.

В рамках вовлечения персонала университета в улучшение качества образовательных услуг, обеспечить повышение квалификации не менее 20 % преподавателей путем защиты диссертаций, обучения на ФПКП, прохождения стажировок, выступлений с докладами на научных конференциях. Организовать и провести на базе университета семь научных конференций и школ-семинаров.

Обеспечить выполнение двух инновационных проектов в Научно-образовательном центре "ТГТУ–ОАО "Корпорация "Росхимзащита": "Разработка новых принципов создания средств индивидуальной защиты с автономным снабжением пользователя кислородом на основе наноструктурированных регенеративных продуктов нового поколения" и "Разработка методологических основ проведения испытаний растительного сырья для производства функциональных продуктов питания, биотоплива и его компонентов".

Стратегическим планом также предусмотрено доведение в 2008 г. уровня докторов наук от всего состава ППС университета до 15 %.

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ И ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ ПРОМЫШЛЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА НАНОСТРУКТУРНЫХ УГЛЕРОДНЫХ МАТЕРИАЛОВ В РАЗЛИЧНЫХ ОТРАСЛЯХ ЭКОНОМИКИ РФ

Анализ состояния и направлений развития объектов наноиндустрии Российской Федерации позволяет сделать вывод о том, что одной из наиболее перспективных составляющих области нанотехнологий является синтез углеродных фуллереноподобных структур (многослойных нанотрубок и нановолокон). Данные материалы в той или иной мере могут быть использованы практически во всех направлениях развития нанотехнологий. Углеродные наноматериалы (УНМ) обладают рядом уникальных свойств: большая прочность в сочетании с высокими значениями упругой деформации, хорошая электропроводность и адсорбционные свойства, способность к холодной эмиссии электронов и аккумулярованию газов, диамагнитные свойства, термостабильность и др. Эти материалы могут успешно использоваться в качестве наполнителей конструкционных материалов, аккумуляторов водорода, элементов радиоэлектроники, добавок в смазочные материалы, высокоэффективных адсорбентов, катализаторов и их носителей, фильтров широкого спектра назначения, газораспределительных слоев топливных элементов, электродов литиевых батарей, антистатических, экранирующих и поглощающих СВЧ и радиоизлучение оболочек и покрытий, антиоксидантов, носителей лекарственных препаратов и БАД и др.

Следует отметить высокие темпы роста рынка УНМ за рубежом. По данным компании "Scientifica", являющейся крупнейшим в мире независимым поставщиком информации о нанотехнологиях, объем продаж УНМ должен вырасти со 144 млн. евро в 2005 г. до 3 млрд. евро в 2010 г.

Среди фирм, реализующих на мировом рынке УНМ с параметрами близкими к полученным в ТГТУ, можно выделить китайскую фирму NTP, Future Carbon GmbH (Германия), Nanostructured & Amorphous Materials (Великобритания), Advance Nanopower Inc. (Тайвань), CNT, Nano-Vision Tech (Ю. Корея) и др.

В РФ исследования в области углеродных нанотехнологий сосредоточены в основном в академических институтах, чему способствует их приоритетное бюджетное финансирование. Лавиноподобный рост числа публикаций подтверждает устойчивый интерес исследователей к этому разделу исследовательской деятельности.

Следует отметить, что основная часть открытых публикаций по наноуглеродной тематике касается результатов теоретических разработок, лабораторных исследований и составлению тематических обзоров. Лишь единицы исследователей завершают свои работы практическими технологиями, рекомендуемыми к реализации на конкретных предприятиях.

Мы не располагаем сведениями об использовании в РФ промышленных технологий получения УНМ и, как следствие, предприятий по их производству. Отсутствие развитой инфраструктуры промышленного производства УНМ объясняет крайне медленные темпы внедрения углеродных нанотехнологий в реальном секторе отечественной экономики. Наиболее близким по размерным параметрам (80...150 нм) материалами, фигурирующими на рынке РФ, являются многослойные фуллероидные наночастицы "Астралены", выпускаемые предприятием "Астрин-Холдинг" г. Санкт-Петербург. Однако этот материал имеет глобулярную структуру и предельно большие для наноструктур (100 нм) размеры частиц.

Решению некоторых важнейших аспектов проблемы создания углеродной наноиндустрии могут способствовать результаты работы ученых и инженеров ГОУ ВПО "Тамбовский государственный технический университет", которые, начиная с 2004 г., совместно с ООО "Тамбовский инновационно-технологический центр машиностроения" и ОАО «Тамбовский завод "Комсомолец" им. Н.С. Артемова», осуществляют выполнение инновационного проекта, направленного на всестороннее исследование процессов синтеза каркасных углеродных наноструктур, принципов организации технологических процессов их производства, а также создание методологии проектирования основных аппаратов для получения УНМ в промышленных масштабах.

Существуют два основных способа получения УНМ. Первый состоит в испарении графита и последующей конденсации продукта при охлаждении паров. Второй – основан на термическом разложении углеродсодержащих газов. В том и другом случае наноструктуры образуются в присутствии катализаторов Fe, Co, Ni, их бинарных смесей, металлических композитов, интерметаллических соединений и различных добавок (промоутеров).

Основным недостатком первого способа являются: высокие температуры, большие плотности тока, низкий выход целевого продукта, необходимость проведения трудоемких операций по его выделению и очистке. Продукты, в частности одностенные нанотрубки (SWNT), получаются весьма дорогими – до 1000 долларов за грамм (по данным Nanotechnologies Inc.).

В результате анализа существующих методов получения углеродных наноструктур нами в рамках поставленной задачи был выбран метод газофазного химического осаждения углерода на катализаторах, известный в научных кругах как CVD-процесс.

Этому выбору способствовали следующие обстоятельства:

- имеющийся в университете опыт проектирования химического оборудования, на котором реализуются процессы термокаталитического синтеза различных продуктов, а также измельчения, дозирования, разделения сыпучих и жидких компонентов;
- успешные результаты синтеза УНМ на лабораторных установках различной производительности;
- положительные результаты выполненных исследований в этой области знаний, опубликованные в открытой печати;
- селективность морфологии получаемых наноматериалов в зависимости от исходных параметров технологического процесса, осуществляемого на одном и том же оборудовании, что расширяет область реального использования полученного продукта;
- дешевое доступное углеводородное сырье – бутан-пропановая смесь, а также возможно – метан, ацетилен, этилен и т.п.;
- сравнительно недорогая стоимость составляющих компонентов катализатора (индивидуальные 3d-металлы, их бинарные смеси и сплавы с другими металлами), глицин, окислы Mg и др.;
- очевидная простота и технологичность разрабатываемого конструктивного оформления производственной схемы процесса синтеза УНМ, экологическая безопасность производства;
- низкие энергозатраты по сравнению с альтернативными методами получения углеродных наноструктур;
- сведения о том, что подавляющее большинство зарубежных производителей УНМ используют каталитический пиролиз (CVD) как основной способ при промышленных объемах производства.

К настоящему времени разработана технология и опытно-промышленный реактор для получения УНМ, представляющих собой одномерные наномасштабные нитевидные образования поликристаллического графита в виде сыпучего порошка черного цвета (рис. 1). Гранулы УНМ микрометрических размеров имеют фрактальную структуру спутанных пучков многостенных трубок (МУНТ).

Материал гидрофобен, не слеживается, хорошо диспергируется до размеров 10^{-7} м, в определенных условиях агломерируется во фракталы микрометрических размеров. После удаления металла катализатора, например растворением в кислоте, имеет открытые внутренние каналы.

Реактор (рис. 2) был изготовлен на ОАО "Тамбовский завод "Комсомолец" им. Н.С. Артемова", в 2007 г. прошел испытания и подтвердил свою работоспособность.

Общая характеристика УНМ "Таунит"

Характеристика	Значение
Наружный диаметр, нм	40...60
Внутренний диаметр, нм	10...20
Длина, $\mu\text{м}$	2 и более
Общий объем примесей, % в том числе аморфный углерод	до 1,5 0,3...0,5
Насыпная плотность, $\text{г}/\text{см}^3$	0,4...0,5
Удельная геометрическая поверхность, $\text{м}^2/\text{г}$	120 и более
Термостабильность, $^{\circ}\text{C}$	до 700
Средний объем пор, $\text{см}^3/\text{г}$	0,22
Средний размер пор, Å	70

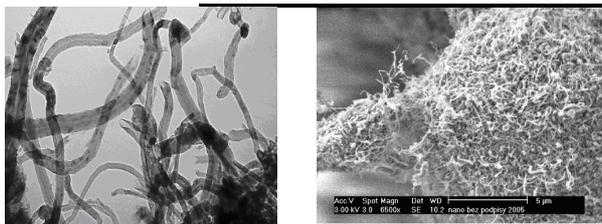


Рис. 1. Микроструктура углеродных наноматериалов



Рис. 2. Промышленный реактор синтеза УНМ

Проведенные целым рядом предприятий предварительные исследования позволяют рассматривать УНМ "Таунит" как один из наиболее перспективных наполнителей конструкционных композитов, а также материалов специального назначения. Среди этих исследований можно выделить следующие:

- установлена способность УНМ аккумулировать водород – сорбционная емкость составила $4,8 \pm 0,7$ %, что близко к минимальным (6 %) требованиям, предъявляемым к коммерческим системам хранения водорода;
- получены композиты на основе полиамида-6, обладающие значительной (в 8 раз) большей прочностью, ударной вязкостью (в 1,5 раза), и меньшим коэффициентом трения (в 2 раза);

- выявлена способность УНМ изменять структуру и прочностные характеристики бетонов (от 1,5 до 4 раз);
- зафиксировано снижение коэффициента трения до 0,07 у модифицированного УНМ фторированного полиамида (аналог "Фенилона");
- установлена перспективность использования УНМ в качестве носителей электрокатализаторов в топливных элементах;
- получены образцы электропроводящих красок, обладающих свойством ослаблять интенсивность СВЧ-излучения в 450 раз;
- получены композиции ремонтно-восстановительных составов для двигателей внутреннего сгорания и пар трения с отличными эксплуатационными показателями;
- специалистами фирмы "ULVAK" (Япония) установлено, что многостенные УНМ обладают наилучшими из всех углеродных наноструктур характеристиками, позволяющими получить плотность тока в 100 мкА/см²;
- в институте макромолекулярной химии АН (Чехия) совместно с ИВС (г. Санкт-Петербург) получены композитные материалы на основе УНМ "Таунит" и электропроводящего полианилина, обладающие высоким уровнем электронной и протонной проводимости, термостабильностью, гидрофильностью, большой удельной поверхностью и пористостью.

На конструктивные решения и используемые технологии получено шесть патентов. Результаты исследований доложены на 15-и международных конференциях и изложены более чем в 60-и публикациях и монографиях.

Разработанное оборудование и наноматериалы демонстрировались на: XVIII Международной торгово-экономической ярмарке (Китай, Харбин, 2007); Международном форуме "Высокие технологии XXI века" (Москва, 2006, 2007); III Специализированной выставке нанотехнологий и материалов "NTMEX-2006, 2007" (Москва); Выставке "Нанотехнологии – производству" (Фрязино, 2005 – 2007); Выставке достижений науки и техники РФ на Саммите 2006 года (С.-Петербург); Выставке "Нанотехэкспо" (Москва, 2007), VIII Московском международном салоне инноваций и инвестиций 2008 (золотая медаль).

Необычайно широкий спектр областей возможного применения УНМ дает основание полагать, что наличие стабильной отечественной сырьевой базы и разработанных промышленных технологий использования УНМ "Таунит", позволит этому материалу занять достойное место в ряду суперсовременных продуктов наноразмерного уровня.

УДК 002.9

С.Я. Егоров

МЕТОДОЛОГИЯ ПОСТРОЕНИЯ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ КОМПОНОВКИ ПРОМЫШЛЕННЫХ ОБЪЕКТОВ

Успешное решение задач проектирования и ввода в кратчайшие сроки в эксплуатацию современных промышленных производств в химической, нефтехимической, биологической и других смежных отраслях промышленности – необходимое условие развития производства на современном этапе. Особенно важно оперативное решение задач проектирования при создании новых и реконструкции действующих многоассортиментных производств (МАП) химических красителей, полупродуктов, кинофотоматериалов, синтетических смол и пластических масс, лаков и красок, химических волокон, химических реактивов, лекарственных препаратов и аналогичных им производств. Для этих производств характерны изменяющийся ассортимент малотоннажной продукции, множество видов перерабатываемого сырья, сложность и неоднозначность маршрутов химического синтеза продуктов, различные конструкции аппаратов, в том числе и многофункционального назначения, преимущественно периодические процессы, наличие вспомогательных операций (загрузка, выгрузка, очистка аппаратов, пуск, останов и др.). Эти и другие специфические особенности МАП (периодичность, многостадийность и малотоннажность; сложная система технологических коммуникаций; широкое использование самотека материальных потоков; выпуск на одном технологическом оборудовании нескольких продуктов) затрудняют выбор оптимальных проектных решений традиционными ручными методами.

Поэтому повышение качества выполняемых работ с одновременным сокращением сроков проектирования возможно только с широким использованием современной вычислительной техники, что, в свою очередь, требует создания проблемно-ориентированных автоматизированных информационных систем (АИС) поддержки принятия проектных решений на всех этапах проектирования МАП. Особенно это актуально для этапа компоновки МАП. Решения, принятые на этом этапе, оказывают значительное влияние на другие этапы проектирования – выбора и расчета аппаратного оформления производства, составления календарных планов выпуска продукции, выполнения работ по проектированию систем отопления и вентиляции и др.

Выполненная работа посвящена разработке методологических основ и созданию проблемно-ориентированной автоматизированной информационной системы компоновки, используемой при проектировании новых и реконструкции существующих МАП. Методология базируется на следующих подходах: [1] концепции системного анализа и комплексного моделирования, современной теории управления сложными системами; использовании теории иерархических систем на всех этапах проектирования МАП, в том числе, и на этапе компоновки; многокритериальном подходе при оценке вариантов проектных решений по компоновке промышленных объектов.

При разработке системы использовались следующие принципы: декомпозиции общей задачи компоновки на систему взаимосвязанных задач; постановки каждой задачи как экстремальной; использования методов математического моделирования как инструмента для разработки аналитических и процедурных моделей компоновки промышленных объектов; многоуровневого геометрического описания объектов компоновки; максимального учета факторов, оказывающих влияние на принятие проектных решений по компоновке МАП.

На основе системного подхода проведен анализ процесса проектирования МАП. Процесс проектирования разбит на взаимосвязанные этапы. Разработана иерархическая структура задач решаемых на каждом из этапов проектирования. Раскрыта роль этапа компоновки в процессе проектирования промышленных предприятий. Сформулирован комплекс взаимосвязанных задач выполняемых на этапе компоновки при проектировании нового или модернизации существующего производства. Предложена структура базовых компонент системы (рис. 1).

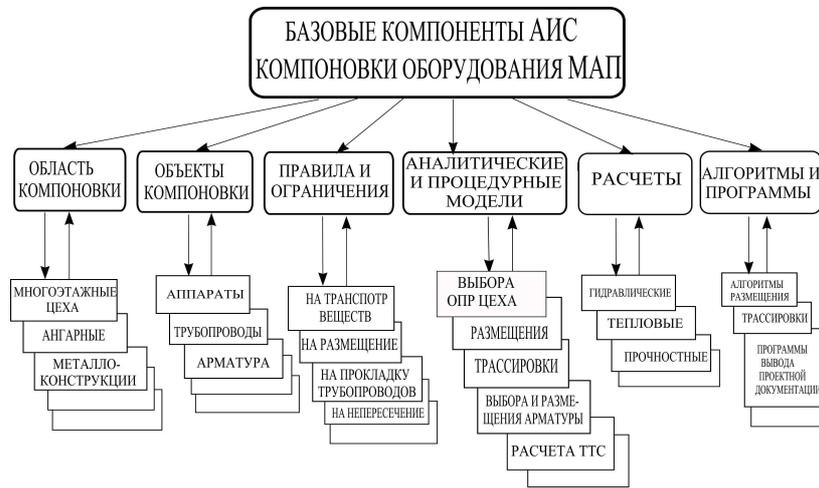


Рис. 1. Базовые компоненты АИС компоновки оборудования МАП

На основе информационного анализа факторов [2], влияющих на процесс принятия проектных решений по компоновке, и предложенного способа многоуровневого описания объектов компоновки, разработана обобщенная аналитическая модель процесса компоновки, сформулирована постановка задачи компоновки, предложена схема ее решения.

Задача компоновки формулируется как: найти

$$h^* = \arg \min \{S(h) | h \in H = m(D)\}, \quad (1)$$

где $h = (AP, TR, CK, M, AR)$ – вариант компоновки; $AP = \{AP_i | i = \overline{1, N}\}$ – вариант размещения оборудования; $TR = \{TR_j | j = \overline{1, L}\}$ – вариант трассировки трубопроводов; $CK = (X_C, Y_C, Z_C)$ – вариант строительной конструкции, $M = \{M_i | i = \overline{1, N}\}$ – вариант металлоконструкций под оборудование; $AR = \{AR_j | j = \overline{1, L}\}$ – вариант расположения трубопроводной арматуры; H – множество допустимых вариантов компоновки; D – множество всех возможных вариантов компоновки; $D = D_{AP} \times D_{TR} \times D_{CK} \times D_M \times D_{AR}$; $D_{AP} = \{AP^{q1} | q1 = \overline{1, |n1|}\}$; $D_{TR} = \{TR^{q2} | q2 = \overline{1, |n2|}\}$; $D_{CK} = \{CK^{q3} | q3 = \overline{1, |n3|}\}$; $D_M = \{M^{q4} | q4 = \overline{1, |n4|}\}$; $D_{AR} = \{AR^{q5} | q5 = \overline{1, |n5|}\}$; $D_{AP}, D_{TR}, D_{CK}, D_M, D_{AR}$ – множества всех возможных вариантов размещения оборудования, трассировки трубопроводов, строительных конструкций, металлоконструкций, размещения арматуры; $|n1|, |n2|, |n3|, |n4|, |n5|$ – мощности множеств $D_{AP}, D_{TR}, D_{CK}, D_M, D_{AR}$; m – аналитическая модель проектного решения.

В качестве целевой функции $S(h)$ предложен критерий приведенных затрат, включающий в себя составляющие капитальных и эксплуатационных затрат, зависящих от принимаемых компоновочных решений:

$$S = SK E_H + SE = \sum_{i=1}^6 SK_i E_H + \sum_{j=1}^3 SE_j; \quad (2)$$

$$SK = \sum_{i=1}^I (M_i + MK_i) E_H + (Nc \cdot 3c + Nk \cdot 3k) E_H + \sum_{i=1}^I \sum_{j=i}^I \left(R_{ij} \sum_{k=1}^K \left(L_{ijk} C_{ijk} + \beta_{ijk} CT_{ijk} + \sum_{m=1}^M CA_{ijkm} \right) E_H \right); \quad (3)$$

$$SE = \sum_{i=1}^I (CKR_i \cdot KR_i + CTR_i \cdot TR_i) + \beta_{ijk} NT_{ijk} C \sum_{\text{эспл}} + \alpha_{ijk} (T\Pi_{ijk} - Tc\rho) \Pi_{ijk} CTT. \quad (4)$$

где SK – капитальные затраты, учитывающие затраты на: монтаж оборудования SK_1 , металлоконструкции SK_2 , строительные конструкции цеха SK_3 , трубопроводы SK_4 , устройства для транспортировки веществ SK_5 , трубопроводную арматуру SK_6 ; SE – эксплуатационные затраты на: электроэнергию, затрачиваемую на транспортировку веществ SE_1 , потери тепловой энергии от трубопроводов SE_2 , затраты на ремонт оборудования SE_3 .

Аналитическая модель проектного решения компоновки [3] включает следующие блоки ограничений:

1. Конструкционные ограничения модели.
2. Ограничения на размещение оборудования.
3. Ограничения на прокладку трасс трубопроводов.
4. Технологические ограничения.
5. Условия не пересечения объектов.

Показано, что варьируя ограничениями модели задачи компоновки и видоизменяя целевую функцию (2), можно из исходной постановки получить практически любую частную постановку задачи, встречающуюся на этапе принятия объемно-планировочных решений производства. Так, задачи размещения оборудования МАП по этажам или на этажах и задачи трас-

сировки технологических трубопроводов, рассматриваемые далее, получаются путем модификации соответствующих ограничений модели компоновки.

Задачи компоновки в многоэтажном промышленном здании и в цехах ангарного типа получаются из исходной путем задания конструктивных ограничений, соответствующих типу строительной конструкции и частичному видоизменению критерия (2).

Поставленная задача относится к классу NP-полных задач математического программирования. Для ее решения предложен подход, основанный на декомпозиции исходной задачи на ряд взаимосвязанных задач меньшей размерности (рис. 2), имеющих самостоятельное значение в проектной практике.

Это задачи: выбора объемно-планировочных решений цеха (блок 1 – задача ОПР); компоновки оборудования в многоэтажном производственном помещении (блок 2 – задача КО_М); компоновки оборудования в цехах ангарного типа (блок 3 – задача КО_А); задачи размещения оборудования и трассировки технологических трубопроводов в многоэтажных и ангарных цехах (блоки 5–8 – задачи РО_М, РО_А, ТТ_М, ТТ_А); расчета транспортно-трубопроводных сетей (блок 4 – задача ТТС); выбора и размещения трубопроводной арматуры (блок 9 – задача РТА).

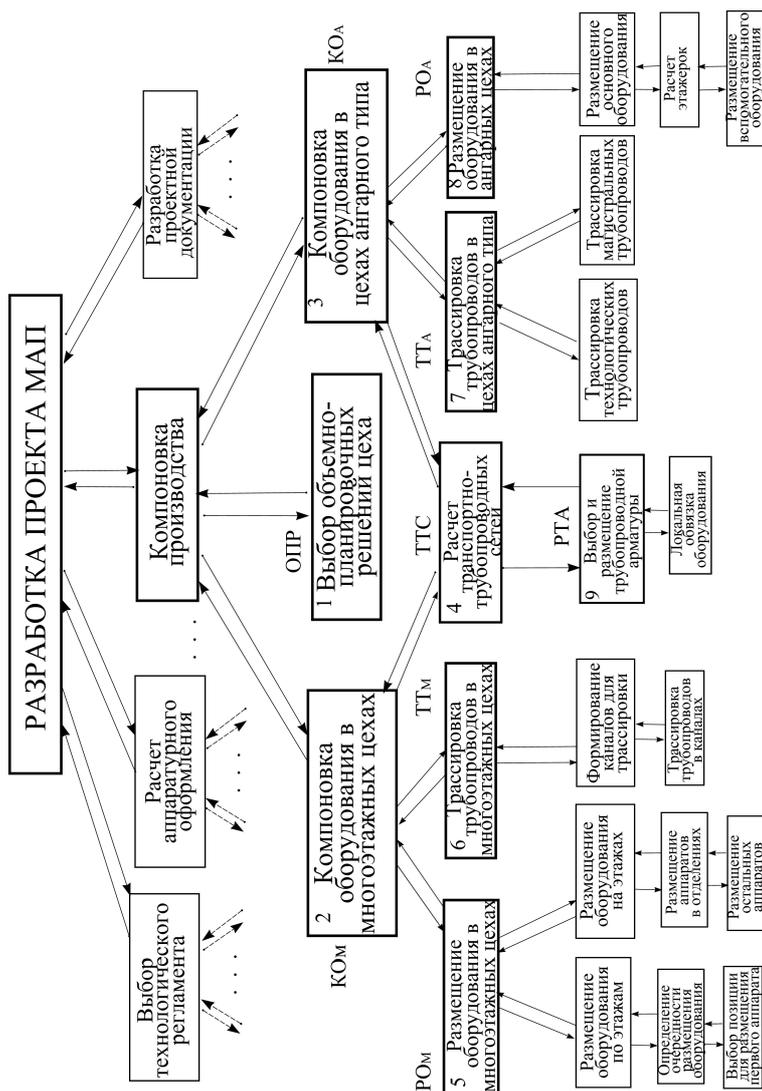


Рис. 2. Иерархическая схема решения задачи компоновки

Разработана методика решения общей задачи компоновки, основанная на итерационном решении каждой из вышеперечисленных задач. Для каждой задачи разработаны информационные и управляющие сигналы, используемые для координации решения отдельных задач при решении общей задачи компоновки.

Рассмотрим основные задачи решаемые в процессе проектирования компоновок МАП.

В блоке 1 рассматривается задача выбора объемно-планировочных решений цеха. Ее содержательная постановка сформулирована как: *определить тип здания, значения объемно-планировочных параметров и размеры здания, при которых затраты на строительную конструкцию и компоновку в ней (с соблюдением всех норм и правил) технологического оборудования будут минимальны.*

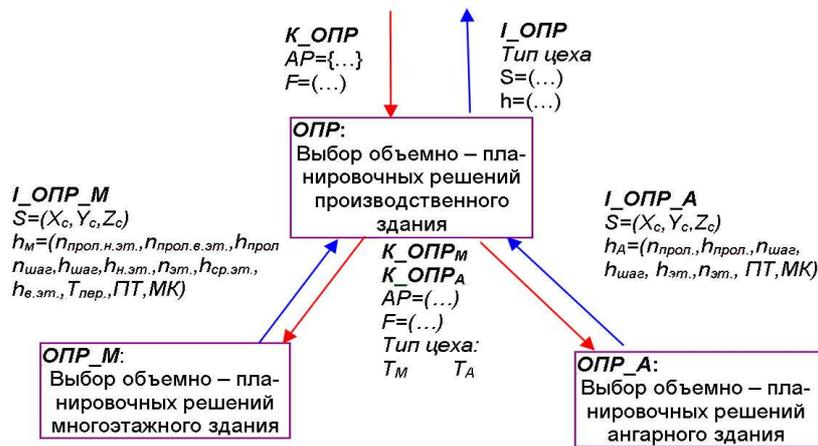


Рис. 3. Информационные и управляющие сигналы задачи выбора ОПР

Информационные и управляющие сигналы задачи представлены на рис. 3.

Основные соотношения модели включают:

- 1) ограничения на размеры цеха;
- 2) ограничения на определяемые объемно-планировочные параметры строительной конструкции цеха.

В качестве целевой функции задачи выбора ОПР приняты капитальные затраты на проектируемый объект. Составляющими критерия являются стоимости: металлоконструкции для монтажа оборудования внутри цеха $S_{метал}$, земли под цех $S_{земли}$, строительной конструкции $S_{стр}$, монтажа оборудования внутри цеха $S_{монт}$, технологических трубопроводов $S_{труб}$, насосов для транспорта веществ по трубопроводам $S_{нас}$:

$$S(T_{ц}, CK, h_{ц}) = S_{метал} + S_{земли} + S_{стр} + S_{монт} + S_{труб} + S_{нас} \cdot (5)$$

Так как при решении задачи выбора ОПР цеха размещение оборудования (координаты $xар_i, уар_i, зар_i$; аппаратов) еще не известны, поэтому при расчете длины соединений $\rho(f_{1l}, f_{2l})$ между аппаратами технологической схемы используются нижние оценки длины соединений между размещаемыми объектами, которые зависят от размеров строительной конструкции, сложности соединений оборудования технологических схем. Методика расчета нижней оценки длины соединений [4] основана на использовании аппарата теории графов и заключается в следующем: Все размещаемые объекты и связи между ними представлены в виде графа $G = (X, U)$. Сначала подсчитывается число вершин и ребер графа G . Далее в координатной сетке G_r строится стандартный граф $G_{\Delta} = (X_{\Delta}, U_{\Delta})$, имеющий такое же число вершин и ребер, как и граф G . Построение ведется путем последовательного помещения в сетку сначала всех ребер G_{Δ} , длина которых равна единице. Если число ребер графа G_{Δ} с длиной 1 равно или больше числа ребер графа G , то процесс построения заканчивается. В противном случае последовательно добавляются ребра с длинами 2, 3 и далее до тех пор, пока общее число ребер графа G_{Δ} не станет равным числу ребер графа G . Затем производится ранжирование ребер графа G по весам таким образом, что $\varphi(U_i) \geq \varphi(U_{i+1}) \forall i = \overline{1, l}$, где $\varphi(U_i)$ – вес U_i -го ребра, длина которого равна 1 и эти веса приписываются ребрам графа G_{Δ} в соответствии с порядком построения его ребер. Подсчитав суммарную стоимость ребер графа G_{Δ} , получим нижнюю оценку минимальной суммарной длины для графа G

$$S(G_{\Delta}) = \sum_{j=1}^{m1} \varphi(U_j) + 2 \sum_{j=1}^{m2} \varphi(U_{m1+j}) + k \sum_{j=1}^{mk} \varphi(U_{m1+m2+\dots+mk-1+j}) \cdot (6)$$

Процедурная модель выбора ОПР производства основана на генерации допустимых, в соответствии с ограничениями модели вариантов цеха и выбора из них лучшего по критерию (5). Информационной основой для генерации вариантов цеха является база данных типовых ОПР производства.

Разработана методика определения типа и оптимальных размеров строительной конструкции для вновь проектируемого производства, основанная на выполненном в работе исследовании зависимости размеров цеха от типовых схем расположения оборудования, позволяющая определять оптимальные размеры цеха для технологической системы любой сложности.

В блоке 2 рассматривается задача компоновки оборудования технологических систем в многоэтажных производственных помещениях. Информационные потоки задачи компоновки представлены на рис. 4.



Рис. 4. Информационные и управляющие сигналы задачи компоновки в многоэтажных производственных помещениях

Для уменьшения размерности задачи исходная задача компоновки разбита на две последовательно решаемые подзадачи меньшей размерности, имеющие самостоятельное значение в процессе проектирования.

Задача проектирования размещения оборудования с одновременным определением габаритов цеха: найти

$$h^{1*} = \arg \min \{S^1(h^1) \in H^1 = m^1(D_{AP}, D_{CK})\}. \quad (7)$$

Задача трассировки технологических трубопроводов: найти

$$h^{2*} = \arg \min \{S^2(h^2) \in H^2 = m^2(D_T, D_{AR})\}, \quad (8)$$

где $m^1; m^2; S^1; S^2; \Omega^1; \Omega^2; H^1; H^2$ – соответственно модели, критерии, алгоритмы и множества допустимых вариантов проектных решений задач размещения и трассировки.

Аналитическая модель проекта размещения m^1 разработана на основе обобщенной модели с учетом особенностей компоновки оборудования в многоэтажных цехах (фиксированный шаг сетки колонн, допустимая нагрузка на перекрытия, возможность выбора зданий разной этажности и др.).

Разработан критерий для выбора оптимального варианта размещения технологического оборудования с определением размеров многоэтажного цеха:

$$S^1 = (SK_1^1 + SK_3^1 + SK_4^1 + SK_5^1) E_H + SE_3^1. \quad (9)$$

Постановка задачи размещения технологического оборудования в многоэтажных цехах формулируется как: найти такой вариант размещения технологического оборудования в многоэтажном цехе $A = A_i(x_i, y_i, z_i, \alpha_i), \forall i = 1, 2, \dots, I$ и габариты цеха $S_M = (X_{ц}, Y_{ц}, Z_{ц})$, при которых критерий (9) достигает минимума и выполняются условия математической модели.

Критерий трассировки технологических трубопроводов в многоэтажных цехах имеет вид:

$$S^2 = (SK_4^2 + SK_5^2 + SK_6^2) E_H + SE_1^2 + SE_2^2. \quad (10)$$

Сформулированы условия проектируемости моделей размещения и трассировки, позволяющие на основе анализа исходных данных и уравнений системы дать прогноз о существовании решения системы.

Для решения поставленных задач разработаны процедурные модели решения задач размещения и трассировки. Решение задачи размещения осуществляется в два этапа: синтез первоначального варианта размещения A^0 с использованием метода последовательного размещения (МПП) и его улучшение с помощью одного из алгоритмов метода вектора спада (МВС). При этом оказалось целесообразным осуществить декомпозицию задачи размещения на две: размещение по этажам и размещение на этажах.

МПП включает следующие последовательно выполняемые шаги: определение очередности размещения аппаратов; определение мест возможного размещения выбранного аппарата; определение оптимального по выбранному критерию места размещения.

Очередь размещения аппаратов формируется на основе критерия "важности", который вычисляется для каждого аппарата и зависит от его габарита, веса, стоимости технологических связей аппарата и наличия ограничений на размещение аппарата.

Выбор позиции для размещения очередного аппарата осуществляется в усеченной области, что позволяет повысить быстродействие алгоритма.

Критерий назначения аппарата в позицию учитывает связи этого аппарата как с уже размещенными, так и с аппаратами, которые еще не установлены

МВС описывается следующей последовательностью шагов:

1. Строится окрестность $L_K(A^0)$ заданного радиуса K с центром в A^0 .
2. Решается локальная задача

$$S(A^*) = \min \{S(A^i) \mid A^i \in L_K(A^0) \cap H^1\}.$$

3. Если $I(A^*) = I(A^0)$, то поиск решения заканчивается. В противном случае делается замена A^0 на A^* и вновь выполняются п. 1 и 2.

Для решения задачи трассировки разработаны следующие алгоритмы трассировки: двухлучевой – для реализации соединений простых связей и алгоритм построения кратчайшего связывающего дерева (КСД) – для разветвленных трубопроводов. Оба алгоритма ориентированы на представление пространства цеха в виде системы ортогональных каналов, внутри которых разрешена прокладка трасс трубопроводов.

Алгоритм прокладки трасс для разветвленных трубопроводов состоит из двух этапов: на первом этапе с использованием алгоритма Краскала производится построение КСД – дерева Прима; на втором – для каждого ребра дерева Прима формируется множество реализующих его вариантов S -ребер (под S -ребром понимается цепь ребер в ортогональном графе Q , имеющая началом и концом две вершины V_i, V_j , покрывающих минимальное дерево Штейнера, и выбираем S -ребро, обеспечивающее минимальную суммарную длину дерева Штейнера. Этот процесс повторяется для всех разветвленных трубопроводов.

В блоке 3 ставится и решается задача компоновки оборудования технологических систем в цехах ангарного типа.

В качестве критерия задачи размещения технологического оборудования предложен критерий вида

$$S^3 = (SK_1^3 + SK_2^3 + SK_3^3 + SK_4^3 + SK_5^3) E_H + \sum_{m=1}^M \mathcal{E}_m. \quad (11)$$

Постановка задачи размещения технологического оборудования в цехах ангарного типа формулируется как: найти такой вариант размещения технологического оборудования в цехе ангарного типа $A = A_i(x_i, y_i, z_i, \alpha_i), \forall i = 1, 2, \dots, I$, габариты цеха $S_{AH} = (X_{ц}, Y_{ц}, Z_{ц})$ и конфигурацию внутренних строительных конструкций $h_{AH} = (\alpha_j^{\text{лестн}}, B_j^{\text{лестн}}, a_j^{\text{пл}}, b_j^{\text{пл}}, h_j^{\text{пл}}, x_j^{\text{пл}}, y_j^{\text{пл}}, z_j^{\text{пл}}), \forall j = 1, 2, \dots, J$, при которых критерий (10) достигает минимума и выполняются условия математической модели.

Аналитическая модель трассировки технологических трубопроводов в цехах ангарного типа включает следующие условия: обеспечение транспортировки жидких веществ самотеком; обеспечение транспортировки жидких веществ передавливанием; обеспечение транспорта веществ насосом; ограничение на скорость потока в трубопроводе; условие самокомпенсации тепловых напряжений в трубопроводах; ограничение расстояния между трубопроводами; ограничение расстояния между трубопроводами и аппаратами; ограничение расстояния между трубопроводами и строительными конструкциями; ограничение на расстояние до ручного привода трубопроводной арматуры от уровня пола помещения или площадки; прокладки трубопроводов через строительные конструкции. А также условия не пересечения трубопроводов между собой, с аппаратами, строительными конструкциями и др.

Разработан критерий для выбора оптимального варианта трассировки технологических трубопроводов с размещением трубопроводной арматуры:

$$S^4 = (SK_4^4 + SK_5^4 + SK_6^4) E_H + \left[\sum_{m=1}^M \Xi_m + \sum_{l=1}^L \Pi_l^{\text{тепл}} + \sum_{l=1}^L (A_T^l + P_T^l) \right]. \quad (12)$$

На основе разработанной аналитической модели трассировки технологических трубопроводов и критерия постановку задачи оптимальной трассировки трубопроводов с размещением трубопроводной арматуры в цехах ангарного типа можно записать следующим образом: найти такой вариант трассировки технологических трубопроводов $T = (X_{ik}^H, X_{ik}^K, Y_{ik}^H, Y_{ik}^K, Z_{ik}^H, Z_{ik}^K), \forall i = 1, 2, \dots, L; k = 1, 2, \dots, W$ в цехе ангарного типа и размещения трубопроводной арматуры $(X_j^{ar}, Y_j^{ar}, Z_j^{ar}), \forall j = 1, 2, \dots, D$, при которых критерий (12) достигает минимума и выполняются условия математической модели.

Для размещения оборудования разработана процедурная модель, основанная на принципе покоординатного спуска с параллельным определением конфигурации площадок обслуживания и этажерок.

Предложена процедурная модель для определения множества допустимых конфигураций площадок обслуживания для аппаратов и выбора оптимального варианта с учетом минимизации металлоемкости.

В блоке 4 производится расчет оптимальных параметров транспортно-трубопроводных сетей. Решаются задачи, связанные с детализацией проекта трубопроводных сетей (блок 4, рис. 3), полученных при решении задач размещения оборудования и трассировки трубопроводов, как в многоэтажных производственных помещениях (блок 2), так и в цехах ангарного типа (блок 3). В перечень решаемых в этом блоке задач входят задачи гидравлических, тепловых и прочностных расчетов технологических трубопроводов (рис. 5).

При этом решается ряд оптимизационных задач: определение способа транспорта продуктов; расчет диаметра трубопроводов; расчет времени загрузки и выгрузки аппаратов. Расчет времени транспорта особенно важен, так как этот параметр влияет на решение задач календарного планирования и планово-предупредительных ремонтов оборудования, что, в конечном итоге, напрямую сказывается на себестоимости продукции.

Задача расчета ТТС формулируется как: необходимо найти такие параметры транспортно-трубопроводной сети Π^* , где $\Pi = (TT, D, s, TD, XD, \tau, PH, PK, \omega, Q)$, которые обеспечивали бы минимум экономического критерия S :

$$\Pi^* = \arg \min S(\Pi), \quad (13)$$

где

$$S = SE + E_H SK - K_1(\tau_2 - \tau_1). \quad (14)$$

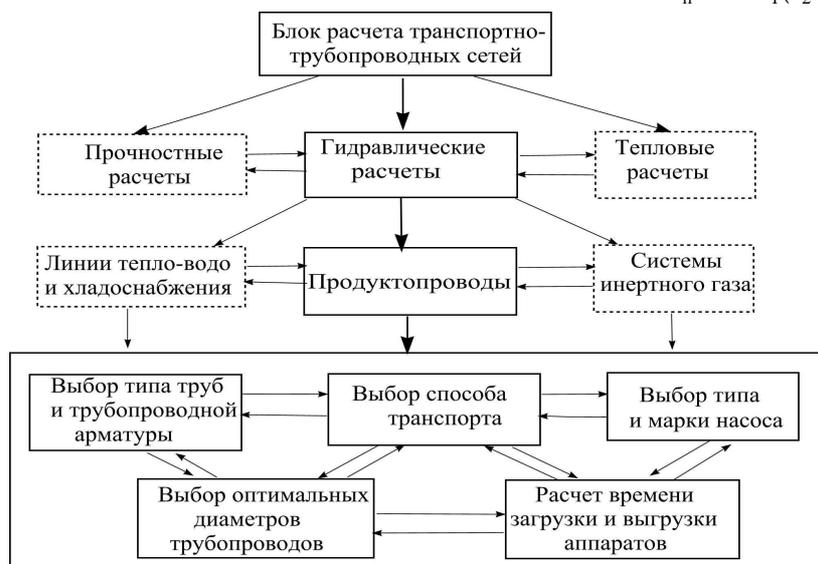


Рис. 5. Укрупненная структурная схема блока расчета ТТС

Критерий (14) включает в себя приведенные затраты на трубопроводы и насосы, а также дополнительную составляющую $K_1(\tau_2 - \tau_1)$, связанную с влиянием длительности операций загрузки-выгрузки оборудования.

Предложена методика решения комплекса задач расчета ТТС при проектировании компоновки оборудования МАП с учетом затрат времени на транспортные операции.

Для расчета диаметра и толщины теплоизоляционного слоя для паропроводов разработана процедурная модель, основанная на использовании методики расчета полей определяющих параметров.

В блоке 9 решается задачи выбора и размещения трубопроводной арматуры. Задача выбора [5] формулируется следующим образом: для заданного функционального назначения, основных потребительских параметров D_y^{zad} , P_y^{zad} и эксплуатационных показателей $R^{\text{zad}} \subset R$ найти такой тип арматуры, для которого справедливо:

$$t_{\text{opt}} = \arg \min_{t \in T^{\text{zad}}} F(t) \quad (15)$$

при условии, что с позиций используемых эксплуатационных показателей, применение t -го типа арматуры возможно

$$o_r(t) \neq 0, r \in R^{\text{zad}}, t \in T^{\text{zad}}, \quad (16)$$

где $o_r(t)$ – количественная оценка t -го показателя для t -го типа арматуры.

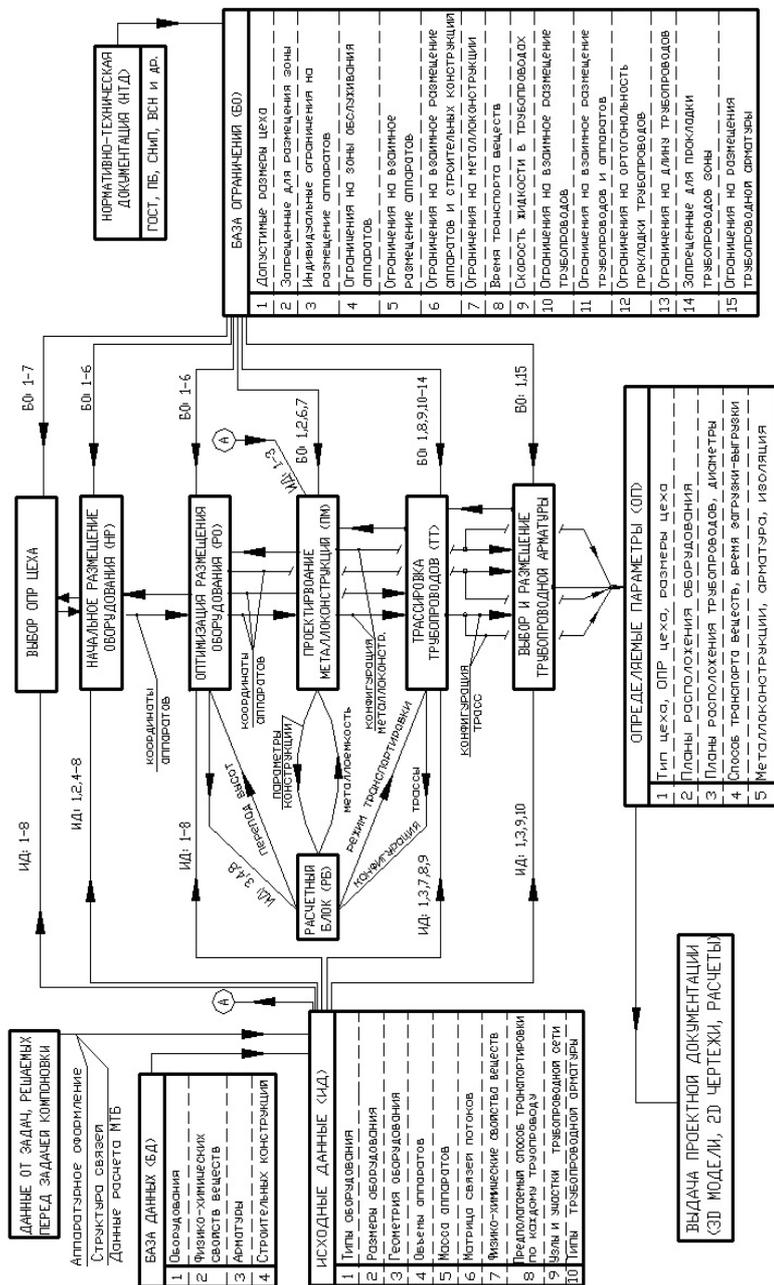
Разработана процедурная модель выбора арматуры, включающая два этапа. На первом этапе выбора для заданных D_y^{zad} и P_y^{zad} формируется подмножество типов арматуры, выпускаемых промышленностью $T^{\text{zad}} \subset T$, где T – множество всех типов промышленной трубопроводной арматуры. Формирование T^{zad} осуществляется с использованием базы данных типов арматуры. На втором этапе выбора арматуры среди подмножества типов T^{zad} выбирается такой тип, который наилучшим способом удовлетворяет некоторому подмножеству потребительских требований (показателей) $R^{\text{zad}} \subset R$.

Разработана аналитическая модель размещения трубопроводной арматуры, содержащая формализованную запись правил ее установки и обслуживания. Предложен аддитивный критерий размещения трубопроводной арматуры, учитывающий: месторасположение арматуры на трассе; удобство обслуживания; затраты на возведение площадки для обслуживания арматуры; расстояние от арматуры до аппарата источника (приемника). Критерий приведен к безразмерному виду:

$$S(AR') = \sum_{j=1}^{NT} \sum_{k=1}^{NAR_j} \sum_{i=1}^4 \rho_i \omega_i(AR'_{kj}). \quad (17)$$

В результате решения перечисленных выше задач разработана автоматизированная информационная система компоновки, предназначенная для решения задач компоновки в многоэтажных цехах и в цехах ангарного типа [6 – 8]. Структура информационных потоков при решении задач компоновки представлена на рис. 6.

Система реализует ряд функций: выбор оборудования, перечень которого приведен в базе данных (БД); выбор конструкции цеха (многоэтажный, ангарный); задание связей оборудования; ручное размещение оборудования; автоматизированное размещение оборудования; ручная трассировка трубопроводов; автоматизированная трассировка трубопроводов; создание пространственной модели размещенного оборудования и трубопроводов; автоматическое создание пространственной модели цеха и металлоконструкций; сохранение проекта в БД и возможность его последующего редактирования; добавление оборудования в БД пользователем.



. б.

С помощью разработанной системы были получены варианты компоновок ряда производств: дигидрохлорида-парафенилендиамина – ОАО "Оргсинтез" г. Новомосковск, Компоненты желтой Н-353 – ОАО "Анилин" г. Ставрополь, 1,5 диоксидантрахинона – ОАО "Пигмент" г. Тамбов, реконструкции производства емкостного оборудования и производства насосных агрегатов – ОАО "Первомайскхиммаш"; проектирование отделений механико-ферментативной обработки крахмалистого сырья спиртовых заводов мощностью 500 дал/сут и 1500 дал/сут – проектным отделом ОАО «Тамбовский завод "Комсомолец" им. Н.С. Артемова».

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Егоров, С.Я. Аналитические и процедурные модели компоновки оборудования промышленных производств : монография / С.Я. Егоров. – М. : "Издательство Машиностроение-1", 2007. – 104 с.
2. Егоров, С.Я. Методология автоматизированного поиска объемно-планировочных решений химических производств / С.Я. Егоров // Химическая промышленность сегодня. – 2006. – № 10. – С. 35 – 54.
3. Егоров, С.Я. Информационно-логическая модель компоновки промышленных объектов / С.Я. Егоров, В.А. Немтинов, М.С. Громов // Научно-техническая информация. – 2006. – Сер. 2. – № 4. – С. 19 – 23.
4. Егоров, С.Я. Методика расчета нижней оценки стоимости соединений в задачах регулярного размещения промышленных объектов / С.Я. Егоров // Вестник ТГТУ. – 2006. – Т. 12, № 4Б. – С. 1191 – 1199.
5. Егоров, С.Я. Информационная модель принятия решений по размещению трубопроводной арматуры / С.Я. Егоров, А.А. Чернега // Информационные системы и процессы. – 2006. – № 4. – С. 70 – 76.
6. Егоров, С.Я. Опыт разработки электронной графической справочной системы по технологическому оборудованию и ее использования в учебном процессе / С.Я. Егоров, В.А. Немтинов, В.Г. Мокрозуб // Информационные технологии. – 1999. – № 8. – С. 35 – 37.
7. Егоров, С.Я. Автоматизация компоновки оборудования в цехах ангарного типа. Ч. 3. Информационно-графическая система трехмерной компоновки оборудования / С.Я. Егоров, В.А. Немтинов, М.С. Громов // Химическая промышленность. – 2003. – № 8. – С. 35 – 39.

УДК 004:658.52.011.56

Б.С. Дмитриевский

МЕТОДОЛОГИЯ РАЗРАБОТКИ автоматизированных информационных систем управления ИННОВАЦИОННЫМИ наукоемкими ХИМИЧЕСКИМИ предприятиями

Принадлежность отраслей промышленности к разряду наукоемких характеризуется долей затрат на научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы в общих расходах. При разработке наукоемкой продукции на инновационном предприятии на процесс управления кроме внешней среды большое значение оказывает внутренняя среда, в том числе инновационные процессы – процессы создания инновационного продукта, отличительной особенностью которых является наличие деятельности по повышению инновационного потенциала организации.

Инновационное наукоемкое химическое предприятие реализует полный жизненный цикл продукции. На таком предприятии необходимо комплексное автоматизированное управление всеми процессами жизненного цикла. Например, система управления наукоемким производством должна обеспечивать возможность возврата изделия на стадию разработки. После проведения научно-исследовательских работ, получив опытную продукцию, проверив ее конкурентоспособность на рынке, продукция запускается в серийное производство.

Анализ современных средств управления показал, что существующие подходы к проблеме разработки автоматизированных информационных систем для управления предприятиями делают акцент на разработке универсальных систем, не учитывая в полной мере влияния наукоемкости. Кроме того, не уделяется особого внимания химическим предприятиям. Между тем химические наукоемкие производства имеют ряд особенностей.

В связи с этим возникает необходимость в развитии методологии создания автоматизированных информационных систем для управления инновационными наукоемкими химическими предприятиями.

На инновационном наукоемком предприятии реализуются инновационные процессы, характеризующиеся повышенным риском, большой долей интеллектуального труда и высокой культурой внутрикорпоративных систем создания и использования организационных знаний. Через циркуляцию знаний происходит непрерывное обучение и быстрое повышение объемов и качества знаний (рис. 1), на основе которых путем ускорения и детального постижения бизнес-процессов достигаются конкурентные преимущества.

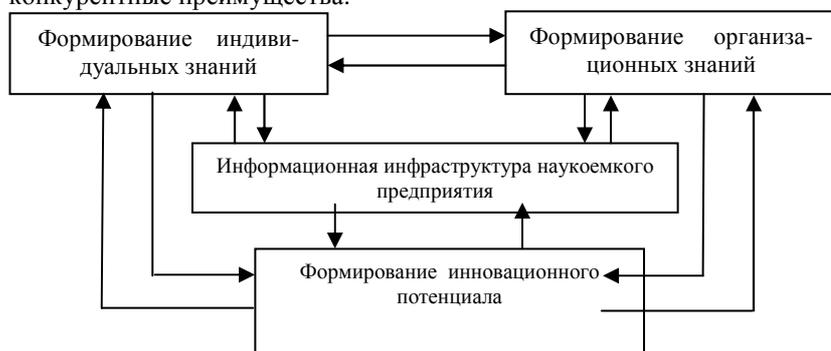


Рис. 1. Циркуляция знаний на инновационном предприятии

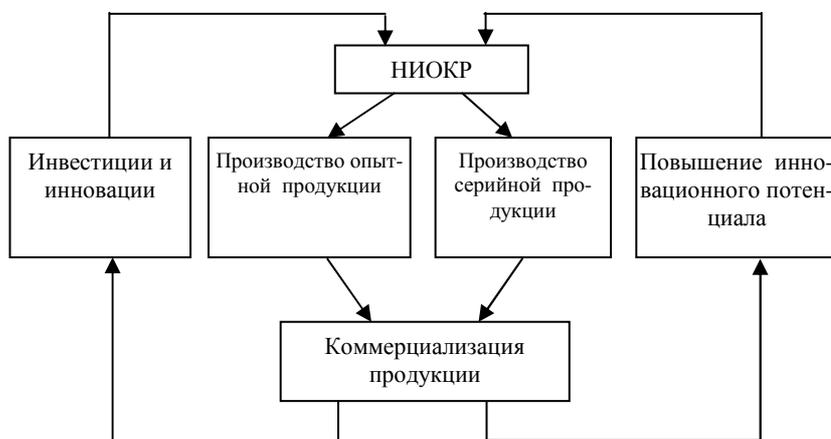


Рис. 2. Жизненный цикл инновационной химической продукции

Жизненный цикл инновационной наукоемкой химической продукции (ЖЦИНХП) – это не только совокупность этапов, но и замкнутый круг взаимосвязанных процессов, происходящих одновременно (рис. 2).

В ЖЦИНХП можно выделить две составляющие: жизненный цикл опытной продукции и продукции, прошедшей опытное производство и запущенной в серийное. Результативность инноваций зависит от обеспеченности информацией, знаниями, оперативности взаимодействия с партнерами, взаимоотношений с заказчиками, подготовленности персонала, инновационного потенциала, как способности системы к созданию конкурентоспособной продукции. Основным результатом внедрения инноваций – прирост прибыли.

Введем понятие "инновационность" наукоемкого химического предприятия как результативной характеристики работы инновационного предприятия, показывающей долю опытной продукции, запущенной в серийное производство, причем прибыль от реализации продукции должна покрывать затраты на все виды НИОКР, инновационную деятельность, опытную и серийную продукцию.

Для эффективного управления инновационным наукоемким химическим предприятием в долгосрочном периоде, предлагается концепция, основанная на формировании конкурентного преимущества с учетом инновационного потенциала и циркуляции знаний в организации, рассматривающая предприятие как интеллектуальную организацию, использующая процессный подход к управлению на основе ЖЦИНХП как замкнутого процесса воспроизводства. Структурная схема управления инновационным наукоемким химическим предприятием приведена на рис. 3.

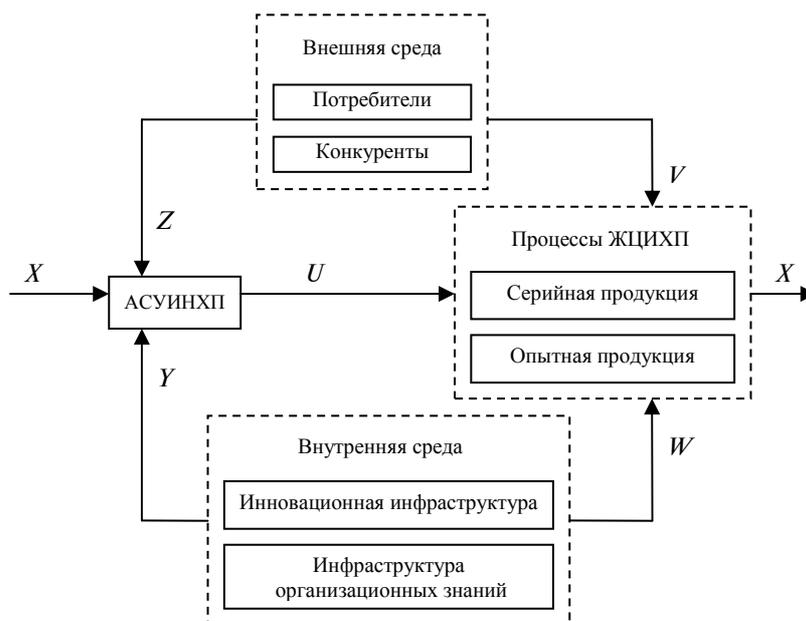


Рис. 3. Структурная схема управления инновационным наукоемким химическим предприятием:

X_n, X_t – векторы плановых и текущих параметров состояния предприятия; U – вектор управляющего воздействия; V, Z – векторы воздействия окружающей среды; W, Y – векторы воздействия внутренней среды

В основу методологии создания автоматизированной системы управления инновационным наукоемким химическим предприятием положена следующая базовая совокупность принципов: разработки единой информационной системы, вхождения в нее имеющихся на предприятии программных продуктов и создание единой информационной среды, интеграции управления этапами ЖЦИНХП и бизнес-процессами, интеграции функциональных частей управления, управления по отклонению на основе систем оперативной отчетности, непрерывности управления всеми процессами одновременно, многоуровневого построения, информационной технологии поддержки принятия решений.

Задачами управления инновационным наукоемким химическим предприятием являются: разработка плановой траектории процесса, обеспечивающей конкурентоспособность продукции; определение фактического состояния процесса; определение рассогласования; анализ рассогласования; принятие решения по перераспределению ресурсов, в том числе интеллектуальных.

На верхнем уровне управления разрабатывается долгосрочный план производства, с учетом инновационных ограничений, на среднем уровне этот план преобразуется в годовой, квартальный, календарный и осуществляется оперативное управление производством, на нижнем уровне производится управление технологическими процессами.

Цель управления наукоемким химическим предприятием – повышение его инновационности. Достигается эта цель за счет: обеспечения успешного функционирования предприятия в долгосрочном периоде; адаптации предприятия к условиям внешней и внутренней среды; согласования оперативных планов со стратегическими планами; координации оперативных планов по разным бизнес-процессам; создания системы обеспечения менеджеров всех уровней необходимыми знаниями и информацией; создания системы контроля над исполнением планов; повышения мотивации персонала к инновационной деятельности.

Кафедра "Информационные процессы и управление"

Секция 1

ФУНДАМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ В ОБЛАСТИ ЕСТЕСТВЕННЫХ НАУК

ОБ ОДНОМ МНОЖЕСТВЕ ИРРАЦИОНАЛЬНЫХ ЧИСЕЛ

При определении иррациональных чисел по Дедекинду во многих учебниках (см., например, [1, с. 35], [2, с. 18]) приводится единственный пример конкретного сечения в области рациональных чисел, порождающего иррациональное число (сечение, определяющее число $\sqrt{2}$), и у студентов формируется ложное представление о том, что иррациональные числа – это некие экзотические объекты и их не так много. Ниже приводится пример сечения в области рациональных чисел, определяющего иррациональное число, позволяющий увидеть, что множество иррациональных чисел бесконечно, т.е. что "иррациональных чисел не меньше, чем рациональных чисел". Этой информации о количестве иррациональных чисел вполне достаточно при изложении темы "Иррациональные числа" по учебному плану, не содержащему теореме о том, что множество иррациональных чисел имеет мощность континуума [3, с. 22].

Пусть Q – множество рациональных чисел, $M = \{r \in Q \mid 0 < r < 1\}$.

Возьмем $r \in M$, $n \in N$, $n \geq 3$. Положим

$$A = \{a \in Q \mid a \leq 0\} \cup \{a \in Q \mid a > 0, a^n < 1 - r^n\},$$

$$B = \{b \in Q \mid b > 0, b^n > 1 - r^n\}.$$

Заметим, что $A \neq \emptyset$, $B \neq \emptyset$ и $A \cup B = Q$, ибо не существует $s \in Q \mid s^n = 1 - r^n$ [4, 5]. Кроме того, $A \cap B = \emptyset$ и для $\forall a \in A, \forall b \in B \Rightarrow a < b$. Следовательно, $A \mid B$ – сечение в области рациональных чисел.

В нижнем классе A нет наибольшего числа. Действительно, пусть $a \in A$. Покажем, что $\exists a_1 \in A \mid a_1 > a$. Если $a \leq 0$, то в качестве a_1 можно взять любое $a > 0 \mid a^n < 1 - r^n$. Пусть $a \in A$ и $a > 0$, следовательно, $1 - r^n - a^n > 0$. Покажем, что при достаточно большом $m \in N$ число $a_1 = a + \frac{1}{m} \in A$, т.е.

$$\left(a + \frac{1}{m}\right)^n < 1 - r^n \quad (1)$$

(заметим, что $a_1 > a$). По биному Ньютона

$$\left(a + \frac{1}{m}\right)^n = a^n + \sum_{k=1}^n C_n^k a^{n-k} \left(\frac{1}{m}\right)^k.$$

Заметим, что $(1/m)^k \leq 1/m$, $1 \leq k \leq n$, следовательно,

$$\left(a + \frac{1}{m}\right)^n \leq a^n + \frac{1}{m} \sum_{k=1}^n C_n^k a^{n-k}$$

и для выполнения (1) достаточно, чтобы

$$a^n + \frac{1}{m} \sum_{k=1}^n C_n^k a^{n-k} < 1 - r^n,$$

для чего достаточно взять

$$m > \left(\sum_{k=1}^n C_n^k a^{n-k}\right) / (1 - r^n - a^n).$$

В верхнем классе B нет наименьшего числа. Действительно, пусть $b \in B$, следовательно, $b^n - 1 + r^n > 0$. Покажем, что при достаточно большом $m \in N$ число $b_1 = b - \frac{1}{m} \in B$, т.е.

$$\left(b - \frac{1}{m}\right)^n > 1 - r^n \quad (2)$$

(заметим, что $b_1 < b$). По биному Ньютона

$$\left(b - \frac{1}{m}\right)^n = b^n + \sum_{k=1}^n (-1)^k C_n^k b^{n-k} \left(\frac{1}{m}\right)^k.$$

Неравенство (2) принимает вид

$$b^n + \sum_{k=1}^n (-1)^k C_n^k b^{n-k} \left(\frac{1}{m}\right)^k > 1 - r^n$$

или

$$\sum_{k=1}^n (-1)^{k+1} C_n^k b^{n-k} \left(\frac{1}{m}\right)^k < b^n - 1 + r^n. \quad (3)$$

Отбрасывая в левой части неравенства (3) все слагаемые со знаком "-" и заменяя во всех оставшихся слагаемых выражение $(1/m)^k$ на $1/m$, приходим к оценке вида

$$\sum_{k=1}^n (-1)^{k+1} C_n^k b^{n-k} \left(\frac{1}{m}\right)^k < \frac{A}{m},$$

где $A > 0$. Тогда для выполнения (3) достаточно, чтобы $(A/m) < b^n - 1 + r^n$, т.е. достаточно взять

$$m > \frac{A}{b^n - 1 + r^n}.$$

Итак, в нижнем классе A нет наибольшего числа, а в верхнем классе B нет наименьшего числа. Следовательно, построенное сечение $A|B$ определяет иррациональное число. Обозначим его через $\alpha_{r,n} = \sqrt[n]{1-r^n}$. Множество $S = \bigcup_{n=3}^{\infty} M_n$, где $M_n = \left\{ \alpha_{r,n} = \sqrt[n]{1-r^n} \mid r \in M \right\}$, представляет собой счетное множество иррациональных чисел как объединение счетного множества счетных множеств (при каждом $n \in \mathbb{N}$, $n \geq 3$ множество M_n счетно в силу счетности множества M).

Можно привести более простой пример счетного множества иррациональных чисел. Рассмотрим множество простых чисел

$$L = \{2, 3, 5, 7, 11, 13, 17, 19, \dots\}.$$

Замечание 1. Для простого числа l не существует рационального числа, квадрат которого равен l . Пусть $l \in L$, l фиксировано. Положим

$$A = \{a \in \mathbb{Q} \mid a \leq 0\} \cup \{a \in \mathbb{Q} \mid a > 0, a^2 < l\},$$

$$B = \{b \in \mathbb{Q} \mid b > 0, b^2 > l\}.$$

Заметим, что $A \neq \emptyset$, $B \neq \emptyset$ и в силу замечания 1 $A \cup B = \mathbb{Q}$. Кроме того, $A \cap B = \emptyset$ и для $\forall a \in A, \forall b \in B \Rightarrow a < b$. Следовательно, $A|B$ – сечение в области рациональных чисел. В нижнем классе A нет наибольшего числа, в верхнем классе B нет наименьшего числа (это показывается точно так же, как было сделано выше при построении иррационального числа $\alpha_{r,n} = \sqrt[n]{1-r^n}$). Следовательно, построенное сечение $A|B$ определяет иррациональное число. Обозначим его через $\alpha_l = \sqrt{l}$. Таким образом, для каждого простого числа l можно построить иррациональное число $\alpha = \sqrt{l}$, при этом, если $l_1, l_2 \in L$, $l_1 \neq l_2$, то $\sqrt{l_1} \neq \sqrt{l_2}$, ибо сечения определяющие числа $\sqrt{l_1}$, $\sqrt{l_2}$, не совпадают. Множество $H = \{\alpha_l = \sqrt{l} \mid l \in L\}$ есть счетное множество иррациональных чисел, ибо множество L бесконечно [6, с. 18].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Александров, П.С. Введение в теорию множеств и общую топологию / П.С. Александров. – М. : Наука, 1977. – 368 с.
2. Фихтенгольц, Г.М. Курс дифференциального и интегрального исчисления / Г.М. Фихтенгольц. – В 3 т. – 7-е изд., стереотип. – М. : Физматлит, 1970. – Т. I. – 608 с.
3. Натансон, И.П. Теория функций вещественной переменной / И.П. Натансон. – 3-е изд., стереотип. – М. : Наука, 1974. – 480 с.
4. Wiles, A. Modular elliptic curves and Fermat's last Theorem / A. Wiles, R. Taylor // Annals of Mathematics. – 1995. – N 142. – P. 443 – 551.
5. Wiles, A. Ring theoretic of certain Hecke algebras / A. Wiles, R. Taylor // Annals of Mathematics. – 1995. – N 142. – P. 553 – 572.
6. Виноградов, И.М. Основы теории чисел / И.М. Виноградов. – 8-е изд., исправл. – М. : Наука, 1972. – 168 с.

Кафедра "Прикладная математика и механика"

УДК 517.518

А.Д. Нахман

ПОВЕДЕНИЕ ЛИНЕЙНЫХ СРЕДНИХ ПРОДИФФЕРЕНЦИРОВАННОГО РЯДА ФУРЬЕ–ЧЕБЫШЕВА

Предметом нашего рассмотрения является семейство интегральных операторов,

$$U_m(f, x) = \int_{-1}^1 f(t) \cdot \left(\sum_{k=1}^m \alpha_k p_k(x) \tilde{p}_k(x) \right) \cdot \rho(x) \cdot dx, \quad m = 1, 2, \dots,$$

ассоциированных с произвольной функцией $f(x) \in L_p[-1, 1]$ и двумя последовательностями многочленов Чебышева $\{p_k(x)\}$ и $\{\tilde{p}_k(x)\}$ (первого и второго рода), ортонормированных на $[-1, 1]$, соответственно, с весом $\rho = \rho(x) = (1-x^2)^{-1/2}$ и $\rho^{-1}(x)$. Важнейший случай последовательности $\alpha_k = k$ соответствует семейству частичных сумм $S'_m(f, x)$ продифференци-

рованного ряда Фурье–Чебышева. Вопросы сходимости и суммируемости продифференцированных разложений Фурье имеют, как известно, значительное своеобразие; например, в общем случае коэффициенты ряда не обязаны стремиться к нулю. Существенные трудности возникают при переходе к рассмотрению кратных рядов Фурье–Чебышева и рядов, продифференцированных по фиксированному набору переменных. В силу ограниченности объема настоящего сообщения мы рассматриваем здесь одномерный случай (представляющий и самостоятельный интерес), однако его аналоги (с соответствующими изменениями в формулировках) сохраняются и в общем случае.

1. Обозначим через $\delta_m(t)$, $m = 1, 2, \dots$ ядро Дирихле тригонометрической системы [1, с. 86].

Лемма. Если в точке $x \in (-1, 1)$ существует симметрическая производная $Df(x)$ функции f , то для всех $X \in (0, \pi)$ и $m = 1, 2, \dots$ имеет место представление

$$(S'_m(f, \cos X) - Df(\cos X)) \cdot \sin X = \\ = \frac{1}{\pi} \int_{-\pi}^{\pi} \left\{ \frac{f(\cos(X-t)) - f(\cos(X+t))}{2 \sin t} - \sin X \cdot f'(\cos X) \right\} \cdot \sin t \cdot \delta'_m(t) \cdot dt .$$

Из утверждения леммы вытекает, что интегральное ядро линейных средних продифференцированного ряда Фурье–Чебышева есть $\sin t \cdot K'_m(t)$, где $K_m(t)$ – интегральное ядро соответствующего метода суммирования тригонометрического разложения. Отсюда вытекает, в частности, справедливость аналога теоремы Фату [1, с. 166] для суммируемости продифференцированного ряда Фурье–Чебышева методом Пуассона – Абеля к значению $Df(x)$ в соответствующей в точке.

2. Вышеприведенное утверждение о средних Пуассона–Абеля опирается на ряд свойств интегрального ядра, одним из которых является его квазиположительность [1, с. 144]. Следующее утверждение показывает, в частности, что ядро средних арифметических продифференцированного ряда Фурье–Чебышева утрачивает свойство квазиположительности.

Теорема. Имеет место следующее порядковое соотношение:

$$\int_{-\pi}^{\pi} \left| \frac{\sin t}{m} \sum_{k=1}^m \delta'_k(t) \right| dt \cong \ln m, \quad m \rightarrow \infty.$$

Доказательство. Вычисляя производную ядра Фейера [1, с. 148]

$$F_m(t) = (1/m) \sum_{k=1}^m \delta_k(t),$$

имеем

$$F'_m(t) = \frac{1}{\sin(t/2)} \left\{ \frac{\sin(m+1)t}{4 \sin(t/2)} - F_m(t) \cos(t/2) \right\}.$$

Теперь остается воспользоваться тем, что [1, с. 115]

$$\int_{-\pi}^{\pi} \left| \frac{\sin(m+1)t}{4 \sin(t/2)} \right| dt \cong \ln m, \quad \int_{-\pi}^{\pi} |F_m(t)| dt = O(1), \quad m \rightarrow \infty.$$

3. Другой подход состоит в рассмотрении последовательности средних продифференцированного ряда Фурье–Чебышева, построенных с помощью регулярной треугольной матрицы $\{\Delta_{m,k}\}$ в виде

$$U_m(f, \cos X; \Delta) = \frac{1}{\pi} \int_{-\pi}^{\pi} (f(\cos(X-t)) - f(\cos(X+t))) \cdot \left(\sum_{k=1}^m \Delta_{m,k} \frac{1}{k} \delta'_k(t) \right) \cdot dt .$$

Здесь имеется следующий результат: при выполнении известных [2] условий на последовательность $\{\Delta_{m,k}\}$ (коэффициентных условий интегрируемости мажоранты интегрального ядра оператора типа свертки) в каждой точке $x = \cos X$ справедливо соотношение

$$\lim_{m \rightarrow \infty} U_m(f, \cos X; \Delta) = \frac{l}{\pi},$$

где l – величина скачка функции f в точке x .

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Зигмунд, А. Тригонометрические ряды / А. Зигмунд. – М. : Мир, 1965. – Т. 1. – 615 с.
2. Нахман, А.Д. Операторы свертки в весовых L^p -пространствах / А.Д. Нахман // Сибирский математический журнал. – 1988. – Т. 29, № 1. – С. 216.

О НОВЫХ КРИТЕРИЯХ СХОДИМОСТИ РЯДА ТЕЙЛОРА

При решении дифференциальных уравнений иногда используются символьные вычисления в распределенной вычислительной среде [1]. Поэтому приходится пользоваться степенными рядами.

Будем искать решение дифференциального уравнения в виде сходящегося ряда Тейлора в некоторой окрестности точки τ_0

$$\xi(\tau) = \sum_{k=0}^{\infty} \frac{1}{k!} \frac{d^k \xi(\tau_0)}{d\tau^k} (\tau - \tau_0)^k,$$

который запишем в общем виде

$$\Xi(t) = \sum_{k=0}^{\infty} a_k t^k,$$

где $t = \tau - \tau_0 \geq 0$, $a_k \in R^m$, R^m – евклидово векторное пространство.

Проблема состоит в том, что при вычислении функции $\Xi(t)$ с заданной точностью ε_L приходится брать много членов, так как оценка остаточного члена в форме Лагранжа

$$|a_k| t^k < \varepsilon_L$$

достаточно грубая. Ее хотелось бы уточнить.

Путем неких преобразований были получены следующие критерии:

$$\Xi(t) = a_0 + \frac{t}{1-t} \left(a_1 + \sum_{k=1}^{\infty} (a_{k+1} - a_k) t^k \right), \quad |a_{k+1} - a_k| t^k < \varepsilon_L; \quad (1)$$

$$\Xi(t) = a_0 + \frac{t}{1-t} \left(a_1 + (a_2 - a_1)t + \frac{t}{1-t} \left((a_3 - a_2)t + \sum_{k=2}^{\infty} (a_{k+2} - 2a_{k+1} + a_k) t^k \right) \right),$$

$$|a_{k+2} - 2a_{k+1} + a_k| t^k < \varepsilon_L. \quad (2)$$

Используя эти критерии, можно в некоторых случаях сократить объем вычислений. Однако, в общем случае критерии (1) и (2) могут и ухудшить сходимость степенного ряда. Поэтому в вычислительном процессе мы можем пользоваться критериями (1), (2) и критерием Лагранжа.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Емельянов, С.В. Проблемы вычислений в распределенной среде: организация вычислений в глобальных сетях / С.В. Емельянов, А.П. Афанасьев. – М. : РОХОС, 2004. – 176 с.

Кафедра "Распределенные вычислительные системы"

УДК 541.64: 539.2

С.В. Мищенко, В.М. Поликарпов, В.Н. Холодилин, Ю.М. Головин

СТРУКТУРА И ТЕМПЕРАТУРНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ФАЗОВЫХ ПРЕВРАЩЕНИЙ ПОЛИМЕТИЛЕНТЕТРАМЕТИЛДИСИЛЕНА

Проблема идентификации надмолекулярной структуры полимеров при воздействии различных внешних факторов является ключевой при исследовании любых материалов. Изучаемое соединение – полиметилентетраметилдисилан (ПМТМДС), структурная формула которого $[-\text{Si}(\text{CH}_3)_2-\text{Si}(\text{CH}_3)_2-\text{CH}_2-]_n$, был синтезирован в ИНХС РАН с молекулярной массой $2,5 \cdot 10^4$.

Рентгеноструктурные исследования образцов проводили в режиме на прохождение (CuK_α -излучение) на дифрактометре ДРОН-3.0. Для оценки энтальпии и температуры фазовых и релаксационных переходов использовали дифференциально сканирующий калориметр Perkin Elmer DSC-7 (США). Термомеханическую кривую снимали при скорости нагрева 1,5 град/мин.

ИК-спектр (см. рис. 1) поглощения регистрировали на спектрофотометре Perkin Elmer 599 в интервале частот 4000...400 см^{-1} при температурах образца 17...20 °С и 35...40 °С. Низкие температуры поддерживались обдуванием образца или быстрой записью спектра в узком интервале частот. Образцы готовили в виде пленок полученных горячим прессованием между двух стекол бромистого калия.

Термограмма ДСК для ПМТМДС содержит один эндо-максимум при 40 °С (теплота ~25 кДж/кг), интервал стеклования -70...-30 °С (рис. 2, а). Термомеханические измерения (рис. 2, б), подтвердив наличие перехода и области стеклования, зафиксировали дополнительное событие – размягчение материала при 80 °С.

При комнатной температуре изотропный ПМТМДС – частично-кристаллический полимер, степень кристалличности которого ~30 %. При нагревании выше 40 °С происходит плавление кристаллической фазы. Картина рассеяния выше этой температуры имеет "аморфный"

* Работа выполнена при поддержке РФФИ (проект № 07-07-00170).

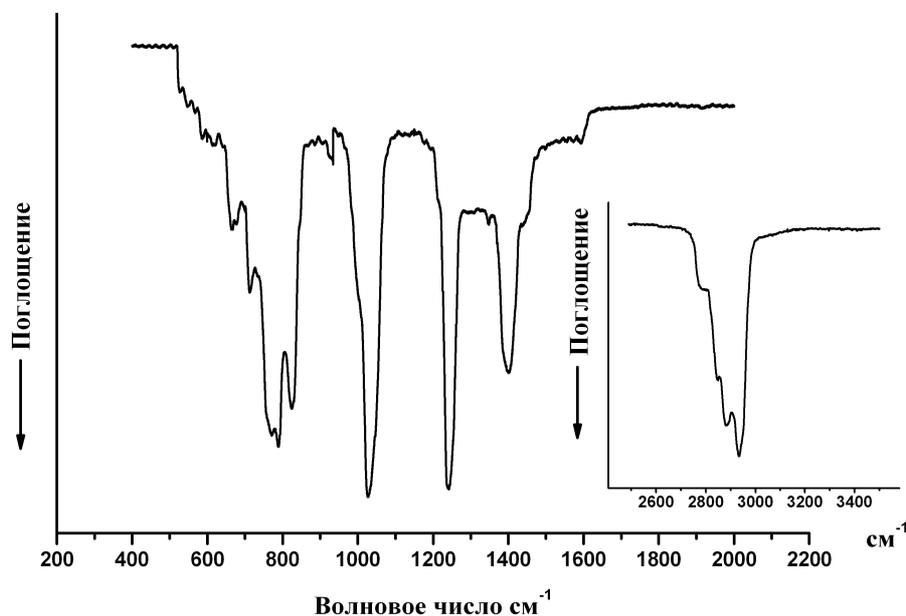


Рис. 1. ИК-спектр ПМТМДС

характер, а на температурной зависимости $2\theta = f(T)$ в области 80°C наблюдается излом (рис. 2, в). Учитывая данные ТМА можно сделать вывод о том, что при 40°C наблюдается фазовое превращение "кристалл – аморфная фаза", а при 80°C происходит переход полимера из высокоэластического в вязкотекучее состояние.

Оба превращения имеют обратимый характер, однако конечная структура полимера существенно зависит от фазового состояния, из которого материал охлаждали (при быстром охлаждении из состояния изотропного расплава до комнатной температуры образец остается аморфным, тогда как при охлаждении из температурного интервала существования "высокоэластики" при тех же скоростях охлаждения полимер всегда успевает кристаллизироваться). Это может являться косвенным указанием на наличие мезоморфного состояния ПМТМДС в интервале температур между 40 и 80°C .

На ИК-спектре видны очень интенсивные с четкой структурой полосы поглощения. Сравнение ИК-спектра образца с литературными данными [1] по колебательным спектрам элементоорганических полимеров дает возможность выполнить качественную интерпретацию. В первую очередь в спектре обращает на себя внимание узкая дублетная полоса поглощения при $1235, 1245\text{ см}^{-1}$, которая может быть без сомнения отнесена к симметричным валентным колебаниям атомов связи $\text{Si}-(\text{CH}_3)_2$ боковых и $\text{Si}-(\text{CH}_3)_3$ концевых групп. Что касается валентных антисимметричных колебаний, то им, по-видимому, отвечает средней интенсивности полоса с максимумом 1400 см^{-1} , а деформационным вверным колебаниям $\text{Si}-(\text{CH}_3)_2$ соответствуют полосы $830, 790\text{ см}^{-1}$.

В метилсиликоновых полимерах [2] этим колебаниям приписаны частоты $1400, 890, 800\text{ см}^{-1}$. В высокочастотной области спектра с частотами $2845, 2883, 2935\text{ см}^{-1}$ и плеча при 2800 см^{-1} проявляются валентные колебания метиленовых и метильных групп, а деформационные колебания расположены в районе частот с максимумами $1425, 1350\text{ см}^{-1}$. накладываясь на антисимметричные колебания – $\text{Si}-(\text{CH}_3)_2$.

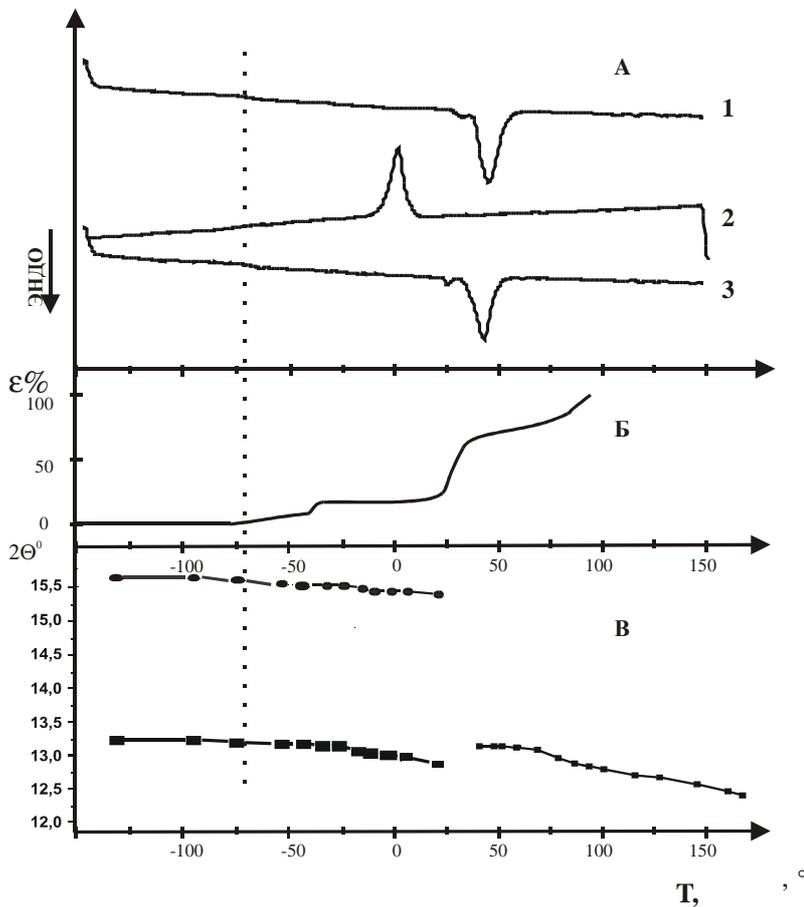


Рис. 2. Термограммы ДСК (А) первого нагревания (1), охлаждения (2) и второго нагревания (3), термомеханическая кривая (Б) и зависимость угловых положений основных кристаллических рефлексов и диффузного максимума на картине рассеяния ПТМДСМ

Заметим, что идентифицированные полосы соответствуют колебаниям атомов боковых связей ПТМДСМ, однако в нашем случае наибольший интерес вызывают полосы, отвечающие колебаниям атомов самого скелета. Рассмотрим возможность отнесения этих полос полагая, что повторяющий элемент цепи имеет два атома кремния и один – углерода. Тогда период идентичности цепи состоит из Si-C-Si и Si-Si-C мостиковых связей. Следовательно в ИК-спектре поглощения должны проявляться два анти- ν_{as} и два ν_s симметричных валентных и два деформационных колебания атомов этих связей. Если провести некоторую аналогию с интерпретацией ИК-спектров поглощения силоксанов согласно работам [2], заменив атом кислорода на атом углерода в цепи, тогда сложная интенсивная полоса 1028 см^{-1} с плечом 1000 см^{-1} , очевидно, отвечает валентным антисимметричным колебаниям ν_{as} , а полоса с максимумами $615, 620\text{ см}^{-1}$ – симметричным ν_s колебаниям мостиковых связей Si-C-Si и Si-Si-C. При этом сложная структура полос может быть связана с влиянием внутренних степеней свободы основной цепи. К изменениям угла Si-C-Si связи вероятнее всего следует отнести полосу 770 см^{-1} , генетически связанной с деформационными колебаниями атомов боковых групп Si-(CH₃)₂, а 420 см^{-1} отвечает деформационным колебаниям Si-Si-C. Однако в этой области спектра наблюдаются две дублетные полосы с максимумами $717, 725$ и $680, 665\text{ см}^{-1}$. При этом они оказались поляризованы во взаимоперпендикулярных плоскостях. Если сравнить, например ИК-спектр высокомолекулярного полиэтилена, в котором характерные маятниковые колебания CH₂ групп лежат в районе частот $720, 730\text{ см}^{-1}$, то дублет полосы $725, 717\text{ см}^{-1}$ можно приписать маятниковым колебаниям CH₂, а $680, 665\text{ см}^{-1}$ Si-(CH₃)₂ боковых групп цепи расположенных в гош-конформации, дублет которых свидетельствует о кристалличности ПТМДСМ.

Исследования ИК-спектра поглощения при температуре 35 °C обнаруживают лишь уменьшение расщепления полосы $770...790\text{ см}^{-1}$ при этом остальные полосы не испытывают смещения в пределах ошибки.

Подобные изменения в спектре можно объяснить лишь конформационной перестройкой макромолекулярной цепи, связанной с выходом атома углерода из плоскости в которой лежат атомы Si-Si-C. Подобный механизм фазового перехода не противоречит данным РСА.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Хаслам, Дж. Идентификация и анализ полимеров / Дж. Хаслан, Г.А. Виллис. – М. : Химия, 1971. – 431 с.
2. Лазарев, А.Н. Колебательные спектры и состояние силикатов / А.Н. Лазарев. – Л. : Наука, 1968. – 346 с.

Кафедра "Физика"

УДК 612.014.422

С.О. Дмитриев

ИССЛЕДОВАНИЕ ЭЛЕКТРОПРОВОДНОСТИ УГЛЕРОДНОГО НАНОСТРУКТУРНОГО МАТЕРИАЛА

В последние годы заметно возрос интерес к изучению путей и возможностей применения частиц нанометровых размеров в различных областях современной техники. В данном случае несомненный интерес представляют углеродные наноструктурные материалы (УНМ) и, в частности углеродные нанотрубки (УНТ) как наиболее перспективные объекты, позволяющие создавать материалы с удивительными свойствами [1].

УНТ обладают уникальными характеристиками: высокой прочностью, хорошими электропроводностью и адсорбционными свойствами, химической и термической стабильностью и др. В настоящее время получено большое число модификаций УНТ, отличающихся количеством слоев, размерами, формой каркасной структуры, а следовательно, и свойствами. Тем не менее, свойства этих материалов, в силу их уникальности и новизны, изучены не достаточно, а во многих случаях совершенно не изучены. В данной работе представлены результаты исследований электропроводности углеродного наноструктурного материала "Таунит", полученного в ТГТУ. УНМ "Таунит" представляет собой одномерные наномасштабные нитевидные образования поликристаллического графита в виде сыпучего порошка черного цвета. Гранулы микрометрических размеров имеют структуру спутанных пучков многостенных нанотрубок. При его использовании в качестве наполнителя при модифицировании полимеров, а также изготовлении токопроводящих и радиопоглощающих покрытий необходимы данные его электрических свойств, в частности электропроводности. Учитывая, что УНМ представляет собой порошок, исследование его электропроводности традиционными методами и приборами является весьма затруднительно, и необходима для этого разработка специального измерительного устройства.

Для определения электропроводности порошкообразного углеродного наноструктурного материала сформируем из него проводник длиной l и диаметром d . Тогда электрическое сопротивление полученного стержня из углеродного наноструктурного материала определяется по формуле

$$R = \rho \frac{l}{S},$$

где ρ – удельное электрическое сопротивление; l – длина (высота) полученного стержня из углеродного наноструктурного материала; S – площадь стержня.

Отсюда удельное электрическое сопротивление имеет вид

$$\rho = R \frac{S}{l},$$

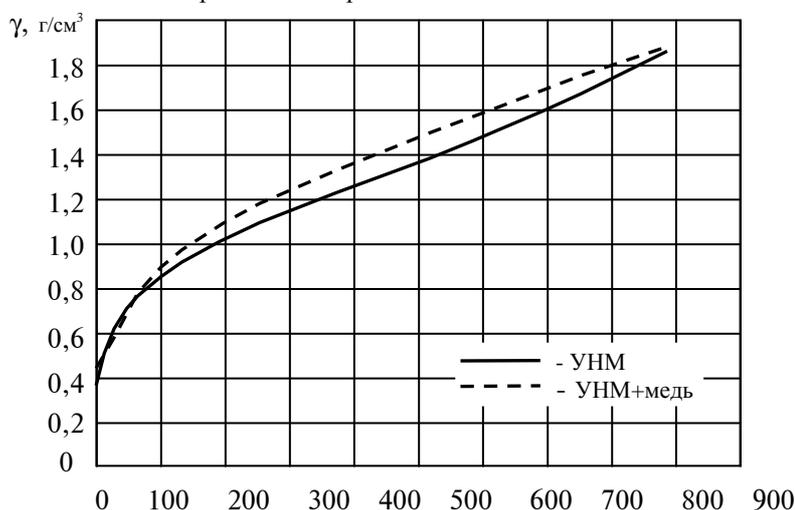
а электропроводность определяется по формуле

$$\chi = \frac{1}{\rho}.$$

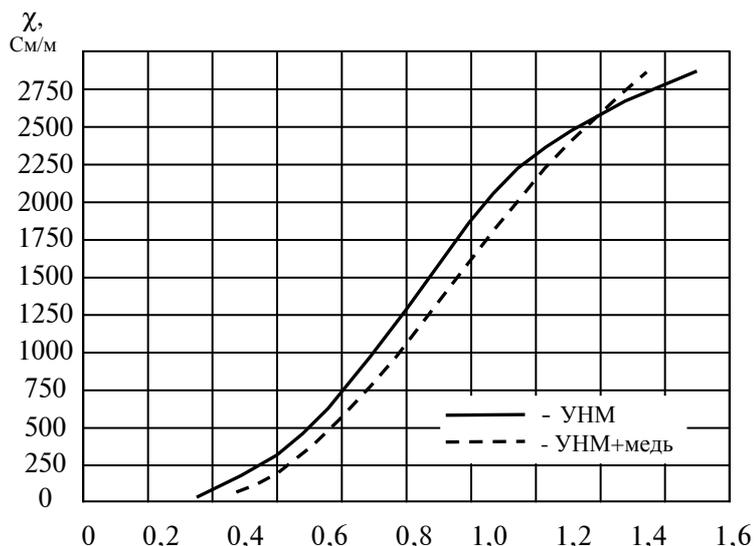
Вследствие того, что исследуемый материал представляет собой сыпучий порошок, определение его электропроводности в состоянии насыпной плотности является некорректным, так как в этом случае большой вклад в электропроводность вносит контактное сопротивление между фрагментами УНМ. Поэтому целесообразно было исследовать зависимость электропроводности УНМ χ от плотности компактирования γ . Для этого было разработано и изготовлено специальное измерительное устройство.

Устройство представляет собой микропресс, состоящий из медного стержня (поршня), который перемещается внутри цилиндра из электроизоляционного материала. Одним электродом является медный поршень, другим – медное днище или основание цилиндра. Для измерения электрического сопротивления использовали 4-проводную схему включения, позволяющую исключить сопротивление подводящих проводов. Два провода были присоединены к медному стержню, два других – к медному основанию, на котором крепится электроизоляционный цилиндр. Для измерения длины или высоты полученного стержня из углеродного наноструктурного материала применяли штангенциркуль и индикатор часового типа ИЧ-01. Измерение электрического сопротивления проводили с помощью двух приборов: электронного микроомметра Ф415 и электронного цифрового омметра Е7-15. Электронный микроомметр Ф415 проводит измерения сопротивления на постоянном токе, а электронный омметр Е7-15 – на переменном токе частотой 1000 Гц. Усилие и сжатие полученного стержня из углеродного наноструктурного материала создавали с помощью винтового микропресса, оснащенного динамометром с индикатором ИЧ-01. Микропресс позволяет создавать усилие до 1000 кг.

Методика исследования электропроводности углеродного наноструктурного материала заключается в следующем. Перед началом измерения материал взвешивается. Засыпается без утрамбовки в отверстие цилиндра. Далее поршень опускается до электрического контакта поршня и исследуемого материала. Измеряется высота полученного цилиндра насыпанного материала и электрическое сопротивление.



1. Зависимость плотности компактирования УНМ γ от приложенного давления P



. 2. Зависимость электропроводности УНМ χ от плотности компактирования \square

Затем прикладывается некоторое усилие, в результате чего материал сжимается и уплотняется. И снова измеряется высота цилиндра сжатого материала и электрическое сопротивление. Проводили исследование электропроводности чистого углеродного наноструктурного материала и наполненного медью. Результаты исследования представлены на рис. 1 и 2.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Чеховой, А.Н. Нанотехнологии: новый этап в рациональном природопользовании / А.Н. Чеховой // Интеграл. – 2004. – № 5 (19). – С. 145 – 154.

Кафедра "Физика"

УДК 541.127./128

Ю.А. Ферапонтов, М.А. Ульянова, Т.В. Сажнева, В.П. Таров

КИНЕТИЧЕСКИЕ ЗАКОНОМЕРНОСТИ РАСПАДА ПЕРЕКИСНЫХ СОЕДИНЕНИЙ ЖИДКОЙ ФАЗЫ ТРОЙНОЙ СИСТЕМЫ LiOH – H₂O₂ – H₂O

Научно-техническая революция XX века стимулировала мощный рост химических производств, объектов атомной энергетики, горнодобывающих предприятий, развитие научных исследований в таких уникальных областях деятельности человека, как космос, океанология и др. Но вместе с этим НТР породила существенный рост техногенных катастроф и аварий на промышленных и гражданских объектах, в результате которых гибнет не только обслуживающий персонал, но и жители прилегающих территорий.

За последние 50 лет была создана промышленная база изолирующих средств защиты органов дыхания человека на основе химических соединений (регенеративных продуктов), способных при взаимодействии с увлажненным диоксидом углерода и вредными примесями (продуктами жизнедеятельности человеческого организма) выделять кислород, обеспечивая тем самым возможность функционирования человеческого организма в изолированных от внешней среды условиях [1]. Химическую основу большинства систем жизнеобеспечения человека (СЖО) составляют перекисные соединения щелочных и щелочноземельных металлов. Для их получения в качестве исходных компонентов часто используют пероксид водорода и гидроксид соответствующего металла. Полученные в результате кристаллизации из раствора пероксосоливаты различного химического состава затем подвергают дегидратации для получения сухих пероксидов (Li, Na, Ca, Ba) или надпероксидов (K, Rb, Cs) [1 – 8]. Причем для получения продуктов с максимальным содержанием основного вещества необходимо быстро удалять при дегидратации возможно меньшее количество влаги (во избежание реакции получаемых пероксидов или надпероксидов с водяным паром), т.е. пероксосоливаты должны иметь в своем составе минимальное количество молекул воды [9]. Однако определение температурных и концентрационных условий кристаллизации из тройных систем MeOH – H₂O₂ – H₂O (где Me – щелочные металлы) пероксосоливатов различного химического состава для выбора оптимальных технологических параметров сопряжено с известными экспериментальными трудностями, связанными с неустойчивостью жидкой и твердой фаз. Происходящее при этом под воздействием гидроксид-анионов каталитическое разложение перекисных соединений носит экзотермический характер, нарушающий температурный режим исследований. Следствием данных явлений ввиду достаточно высокой растворимости образующихся пероксосоливатов является быстрое смещение фигуративных точек по кривой растворимости в область меньших концентраций пероксида водорода. Скорость разложения растворов пероксида водорода под влиянием гидроксидов щелочных и щелочноземельных металлов возрастает в ряду LiOH – NaOH – KOH – Ca(OH)₂ – Ba(OH)₂ [2].

Однако при разработке технологии синтеза пероксида лития из гидроксида лития и пероксида водорода [10] мы наблюдали явление стабилизации жидкой фазы тройной системы $\text{LiOH} - \text{H}_2\text{O}_2 - \text{H}_2\text{O}$ твердой фазой состава $\text{Li}_2\text{O}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$. Продолжая ранее начатые работы мы изучили кинетические параметры данного интересного явления.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЧАСТЬ

При выполнении всех экспериментальных работ были использованы гидроксид лития и 50 % пероксид водорода марки "ос. ч.". Эксперименты по оценке влияния твердой фазы на кинетику распада жидкой фазы тройной системы $\text{LiOH} - \text{H}_2\text{O}_2 - \text{H}_2\text{O}$ проводили в температурном интервале от 21 °С (концентрация пероксида водорода в жидкой фазе от 1,56 до 5,67 % весовых) до 33 °С (концентрация пероксида водорода в жидкой фазе от 1,82 до 6,43 % весовых), так как именно при этих условиях кристаллизуется твердая фаза состава $\text{Li}_2\text{O}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$, что было нами ранее подтверждено данными химического и качественного рентгенофазового анализа при изучении системы $\text{LiOH} - \text{H}_2\text{O}_2 - \text{H}_2\text{O}$ методом растворимости [10].

Хорошо известно, что каталитический распад пероксида водорода и перекисных продуктов в жидкой фазе можно с достаточной степенью точности разделить на две составляющие – гомогенную (влияние ионов, содержащихся в исследуемом растворе) и гетерогенную (влияние стенок реакционных сосудов и твердых фаз, присутствующих в изучаемой системе) [11–12]. Для тождественности экспериментов все емкости имели одинаковую геометрическую форму (цилиндр из стекла "пирекс" с радиусом $r = 4$ см). Отношение поверхности контакта жидкой фазы изучаемых систем к их объему на протяжении всех экспериментов было одинаковым ($S/V \approx 0,67 \text{ см}^{-1} = \text{const}$). Это позволяло свести вклад гетерогенной составляющей распада пероксида водорода на стенках реакционного сосуда во всех опытах к постоянной величине [13].

Перед проведением основных экспериментов все емкости пассивировались исследуемым раствором при температуре 70...75 °С в течение 24 часов. Воспроизводимые кинетические данные были получены после трех предварительно проведенных пассивирующих операций.

Авторами [14] было установлено, что при нахождении на воздухе растворов пероксида водорода происходит их концентрирование за счет более интенсивного испарения воды (при 20 °С давление водяного пара 17,5 мм.рт.ст., давление паров пероксида водорода 1,36 мм.рт.ст.). Поэтому для предотвращения удаления воды из исследуемого раствора и тем самым снижения ошибки эксперимента емкости с исследуемыми образцами были закрыты и снабжены обратными холодильниками. Данный прием позволил снизить потери воды за счет неполноты конденсации на протяжении всего времени эксперимента в рассматриваемом температурном интервале до 0,3 % массовых.

При проведении экспериментов к пероксиду водорода, термостатированного на водяной бане с точностью до $\pm 0,2$ °С, добавляли требуемое количество гидроксида лития с такой скоростью, чтобы температура исследуемой системы не изменялась более чем на 0,5 °С. Таким образом параллельно готовили два образца. Один образец оставался неизменным, у второго на воронке Бюхнера при температуре опыта отделяли твердую фазу (состав твердой фазы соответствовал формуле $\text{Li}_2\text{O}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$, что подтверждалось химическим и РФА анализом). Исследуемые образцы помещались в термостат при температуре опыта и изучалась кинетика распада пероксида водорода, содержащегося в жидкой фазе. Термостат в течение всего эксперимента находился в темном месте. На протяжении всего эксперимента также фиксировалась масса емкостей с изучаемыми образцами. Через определенные интервалы времени жидкая фаза исследуемых систем анализировалась на содержание пероксида водорода перманганатометрическим титрованием с точностью $\pm 0,01$ % [15].

На рис. 1 представлена зависимость распада пероксида водорода в тройной системе $\text{LiOH} - \text{H}_2\text{O}_2 - \text{H}_2\text{O}$ при $T = 30$ °С и содержании пероксида водорода в жидкой фазе 6,09 % весовых. Формы кинетических кривых разложения жидкой фазы системы $\text{LiOH} - \text{H}_2\text{O}_2 - \text{H}_2\text{O}$ в присутствии твердой фазы состава $\text{Li}_2\text{O}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$ и без нее в указанных выше температурных и концентрационных интервалах имеют одинаковый характер.

Кривая 1 характеризует распад пероксида водорода в жидкой фазе системы, содержащей твердую фазу состава $\text{Li}_2\text{O}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$. Кривая 2 характеризует распад пероксида водорода в жидкой фазе после отделения фильтрованием твердой фазы. Начальный участок на кривой 1, характеризующийся снижением содержания активного кислорода в жидкой фазе тройной системы $\text{LiOH} - \text{H}_2\text{O}_2 - \text{H}_2\text{O}$ с 2,96 до 2,81 % при постоянстве ее массы, соответствует достижению равновесного состояния между фазами. Равновесное состояние (постоянство состава жидкой и твердой фазы) можно считать достигнутым примерно через два часа после смешения исходных компонентов. Аналогичные результаты были получены для изучаемой системы с содержанием пероксида водорода в жидкой фазе от 2 до 6 % весовых в температурном интервале 21...33 °С.

Полученные кинетические кривые разложения пероксида водорода жидкой фазы системы $\text{LiOH} - \text{H}_2\text{O}_2 - \text{H}_2\text{O}$ обрабатывались по уравнению мономолекулярной реакции 1:

$$\ln C_0 / C = k(\tau - \tau_0), \quad (1)$$

где C_0 и C – содержание активного кислорода в исследуемом растворе в момент времени τ_0 и τ , соответственно.

При расчетах констант скорости разложения пероксида водорода жидкой фазы исследуемой системы в присутствии твердой фазы за начало отсчета мы брали момент достижения равновесия между фазами.

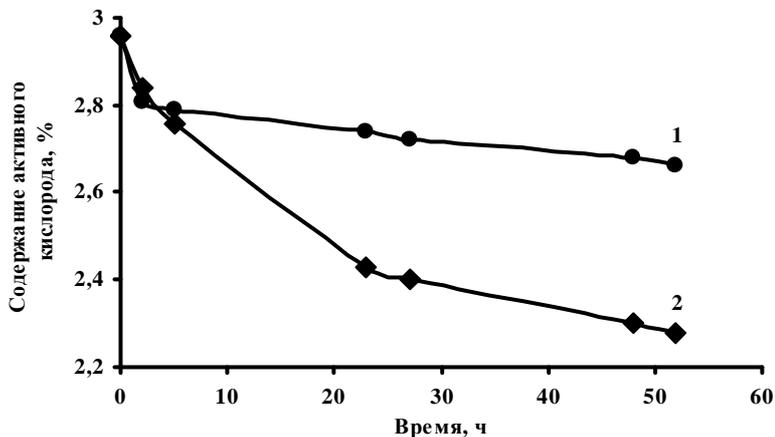


Рис. 1. Кинетические кривые разложения жидкой фазы системы $\text{LiOH} - \text{H}_2\text{O}_2 - \text{H}_2\text{O}$ в присутствии твердой фазы состава $\text{Li}_2\text{O}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$ и без нее

Температурная зависимость констант скоростей изучаемых процессов в температурном интервале $21 \dots 33 \text{ }^\circ\text{C}$ подчиняется уравнению Аррениуса (2):

$$k = A e^{-E_{\text{ак}}/RT}, \quad (2)$$

где k – константа скорости реакции; A – множитель Аррениуса для данной реакции, пропорциональный числу столкновения активных молекул; $E_{\text{ак}}$ – кажущаяся энергия активации.

На рис. 2 проиллюстрирована зависимость констант скорости разложения пероксида водорода жидкой фазы изучаемой системы от температуры в аррениусовских координатах. Из приведенных графических данных энергия активации изучаемых процессов определялась по формуле (3) [16]:

$$E_{\text{ак}} = 19,11 \text{ tg} \alpha \xi, \quad (3)$$

где $\text{tg} \alpha$ – тангенс угла наклона прямой к оси абсцисс; ξ – отношение масштабов по оси абсцисс к масштабам по оси ординат.

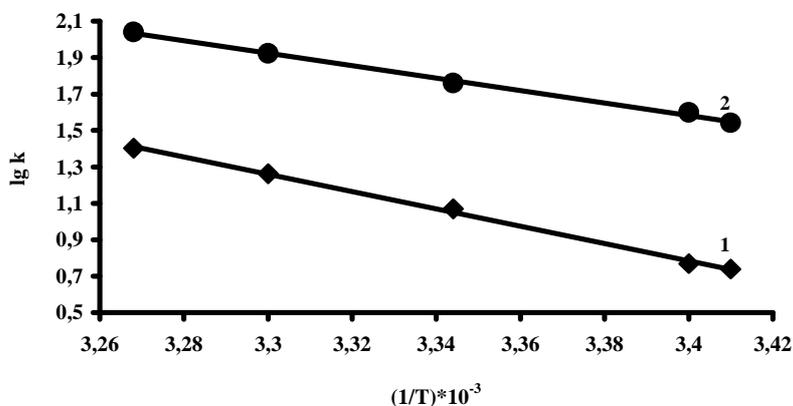


Рис. 2. Температурная зависимость констант скорости разложения жидкой фазы системы $\text{LiOH} - \text{H}_2\text{O}_2 - \text{H}_2\text{O}$ в присутствии твердой фазы состава $\text{Li}_2\text{O}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$ (линия 1) и без нее (линия 2)

Энергию активации изучаемых процессов мы также рассчитывали по температурной зависимости времени протекания реакции на одну и ту же глубину. Согласно [16, 17] данный способ определения энергии активации для статических условий проведения эксперимента дает более точные значения $E_{\text{ак}}$, чем расчеты с использованием констант скорости реакции. При расчетах было использовано уравнение (4):

$$E_{\text{ак}} = \frac{4,581 \text{g} \frac{\tau_{T_1}}{\tau_{T_2}}}{\frac{1}{T_1} - \frac{1}{T_2}}, \quad (4)$$

где T_1 и T_2 – температуры проведения экспериментов; τ_{T_1} и τ_{T_2} – время разложения 20 % пероксида водорода жидкой фазы изучаемой системы при температурах T_1 и T_2 , соответственно.

Полученные результаты, рассчитанные на основании трех параллельных опытов, представлены в табл. 1.

Для рассматриваемого температурного интервала по формуле (5) были рассчитаны средние температурные коэффициенты скорости реакций разложения пероксида водорода жидкой фазы тройной системы $\text{LiOH} - \text{H}_2\text{O}_2 - \text{H}_2\text{O}$ в присутствии твердой фазы состава $\text{Li}_2\text{O}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$ и без нее.

$$\lg \frac{k_{T_2}}{k_{T_1}} = \frac{E_{ак}}{10} (T_2 - T_1), \quad (5)$$

где T_1 и T_2 – температуры проведения экспериментов; k_{T_2} и k_{T_1} – константы скоростей реакций при соответствующих температурах.

Найденные значения средних температурных коэффициентов представлены в табл. 1.

1. Кинетические параметры разложения жидкой фазы тройной системы $\text{LiOH} - \text{H}_2\text{O}_2 - \text{H}_2\text{O}$ в присутствии твердой фазы состава $\text{Li}_2\text{O}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$ (образец 1) и без нее (образец 2)

Номер образца	Температура, °С	Константа скорости $k \cdot 10^{-5}$, мин ⁻¹	Средний температурный коэффициент, γ	Энергия активации, $E_{ак}$, кДж/моль	
				рассчитана по формуле (4)	рассчитана по формуле (3)
1	21	0,612	3,252	86,12	90,69
	26	1,17			
	30	1,83			
	33	2,52			
2	21	3,98	2,326	62,54	66,02
	26	5,75			
	30	8,37			
	33	10,96			

Из представленных в таблице данных видно, что присутствие твердой фазы состава $\text{Li}_2\text{O}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$ в тройной системе $\text{LiOH} - \text{H}_2\text{O}_2 - \text{H}_2\text{O}$ стабилизирует разложение пероксида водорода жидкой фазы изучаемой системы.

Практическое равенство значений энергии активации процессов разложения пероксида водорода жидкой фазы, полученных различными методами свидетельствует о корректности предположения кинетического уравнения реакции.

Работа выполнена при поддержке РФФИ (грант № 08–08–97518).

ВЫВОДЫ

1. Исследована кинетика распада жидкой фазы тройной системе $\text{LiOH} - \text{H}_2\text{O}_2 - \text{H}_2\text{O}$ в температурном интервале от 21 °С (концентрация пероксида водорода в жидкой фазе 1,56...5,67 % весовых) до 33 °С (концентрация пероксида водорода в жидкой фазе 1,82...6,43 % весовых).

2. Показано стабилизирующее действие твердой фазы состава $\text{Li}_2\text{O}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$ на разложение перекисных продуктов жидкой фазы.

3. Определены константы скорости и энергии активации исследуемых процессов. Практическое тождество энергий активации, рассчитанных разными способами, подтвердило предположение о том, что в условиях эксперимента кинетика распада пероксида водорода может быть описана уравнением мономолекулярной реакции.

4. Рассчитаны средние температурные коэффициенты скорости разложения пероксида водорода жидкой фазы системы $\text{LiOH} - \text{H}_2\text{O}_2 - \text{H}_2\text{O}$ в присутствии твердой фазы состава $\text{Li}_2\text{O}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$ и без нее в температурном интервале 21...33 °С, которые составили 3,252 и 2,326, соответственно.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Вольнов, И.И. Перекисные соединения щелочных металлов / И.И. Вольнов. – М. : Наука, 1980. – 160 с.
2. Добрынина, Т.А. Перекись лития / Т.А. Добрынина. – М. : Наука, 1964. – 52 с.
3. Макаров, С.З. Получение гидратов перекиси натрия / С.З. Макаров, Н.К. Григорьева // Известия АН СССР. ОХН. – 1955. – С. 17 – 24.
4. Райхштейн, С.И. Получение перекиси бария / С.И. Райхштейн, И.А. Казарновский // ЖФХ. – 1940. – Т. 40. – С. 320 – 322.
5. Макаров, С.З. Изучение систем с концентрированной перекисью водорода / С.З. Макаров, Н.К. Григорьева // Журнал прикладной химии. – 1959. – Т. 32. – С. 2184 – 2189.
6. Добрынина, Т.А. Физико-химические исследования тройной системы $\text{KOH} - \text{H}_2\text{O}_2 - \text{H}_2\text{O}$ / Т.А. Добрынина, Н.А. Охапкина, А.М. Чернышева // Известия АН СССР. – Сер. хим. – 1967. – № 11. – С. 2569 – 2574.
7. Добрынина, Т.А. Физико-химические исследования тройной системы $\text{CaOH} - \text{H}_2\text{O}_2 - \text{H}_2\text{O}$ / Т.А. Добрынина, Б.С. Дзяткевич, Н.А. Охапкина // Известия АН СССР. – Сер. хим. – 1968. – № 3. – С. 398 – 403.
8. Добрынина, Т.А. Физико-химические исследования тройной системы $\text{CsOH} - \text{H}_2\text{O}_2 - \text{H}_2\text{O}$ / Т.А. Добрынина, Б.С. Дзяткевич, Н.А. Охапкина // Известия АН СССР. – Сер. хим. – 1967. – № 9. – С. 1858 – 1863.
9. Жданов, Д.В. Исследование кинетики процесса получения супероксида калия из щелочного раствора пероксида водорода / Д.В. Жданов, Ю.А. Ферапонтов, М.А. Ульянова // Журнал прикладной химии. – 2005. – Т. 78, № 2. – С. 191 – 194.
10. Ферапонтов, Ю.А. Получение пероксида лития в поле сверхвысокой частоты / Ю.А. Ферапонтов, М.А. Ульянова, Т.В. Сажнева // Химическая технология. – 2007. – Т. 8, № 5. – С. 193 – 196.
11. Серышев, Г.А. Химия и технология перекиси водорода / Г.А. Серышев. – Л. : Химия, 1984. – 182 с.
12. Шамб, У. Перекись водорода / У. Шамб, Ч. Сеттерфилд, Р. Вентворс. – М. : Иностранная литература, 1958. – 578 с.
13. Ферапонтов, Ю.А. Влияние материала реактора на стабильность щелочного раствора пероксида водорода / Ю.А. Ферапонтов, М.А. Ульянова, Д.В. Жданов // Химическая технология. – 2005. – № 1. – С. 15 – 18.
14. Способы концентрирования и получения безводного пероксида водорода / К.В. Титова, В.П. Никольская, В.В. Буянов, И.П. Супрун // Журнал прикладной химии. – 2002. – Т. 75, № 12. – С. 1943 – 1946.
15. Seyb, E. Determination of superoxide oxygen / E. Seyb, J. Kleinberg // J. Am. Chem. Soc. – 1951. – Vol. 73. – P. 2308 – 2315.
16. Эммануэль, Н.М. Курс химической кинетики / Н.М. Эммануэль, Д.Г. Кнорре. – М. : Высшая школа, 1962. – 414 с.
17. Киперман, С.Л. Введение в кинетику гетерогенных каталитических реакций / С.Л. Киперман. – М. : Наука, 1964. – 608 с.

УДК 544.77.051.1

Д.Ю. Муромцев, Н.Г. Чернышов, Алькубаты Амер Фейсал

ПАРАЛЛЕЛЬНЫЕ ВЫЧИСЛЕНИЯ СИСТЕМ ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩЕГО УПРАВЛЕНИЯ

Развитие вычислительной техники характеризуется тем, что на каждом этапе новых разработок требования к производительности значительно превышают возможности элементной базы. Это обусловлено задачами сложных систем управления в реальном времени, централизованным решением задач в сетях, имитационным моделированным планированием и управлением и решением других задач исследования операции. Такие задачи требуют концентрации вычислительных мощностей.

Определение вида функции ОУ требует значительных вычислительных затрат, связанных с решением систем нелинейных уравнений. Поэтому для синтеза оптимальных управляющих воздействий в реальном времени для таких объектов, как электрические машины, целесообразно использовать параллельные вычисления.

Задача энергосберегающего управления формулируется следующим образом. Задаются модель динамики в виде системы линейных дифференциальных уравнений

$$\dot{z}^0 = Az(t) + Bu(t), \quad t \in [t_0, t_k],$$

условия и ограничение на изменения вектора фазовых координат z и управление u

$$z(t = t_0) = z^0 = (z_1^0, z_2^0, \dots, z_n^0)^T; \quad z(t = t_k) = z^k = (z_1^k, z_2^k, \dots, z_n^k)^T;$$

$$\forall t \in [t_0, t_k]; \quad u(t) \in [u_n, u_b]$$

минимизируемый функционал (минимизация затрат энергии)

$$I_3 = \int_{t_0}^{t_k} u^2 dt.$$

Здесь A, B – матрицы параметров модели динамики; $z(t_0)$ или z^0 – значение вектора фазовых координат в начальный момент времени; $z(t_k)$ или z^k – значение вектора фазовых координат в конечный момент времени; t_0, t_k – начало и конец временного интервала управления; u_n, u_b – нижняя и верхняя границы управляющего воздействия u ; n – размерность вектора z .

Требуется для задаваемого массива исходных данных (реквизитов задачи)

$$R = (A, B, u_n, u_b, z^0, z^k, t_0, t_k)$$

определить такое ОУ $u^*(t)$, которое при выполнении условий и ограничений доставляет минимум функционалу.

Если

$$A = \begin{pmatrix} 0 & 1 \\ 0 & a_2 \end{pmatrix}; \quad B = \begin{pmatrix} 0 \\ b \end{pmatrix},$$

то возможны следующие виды функций ОУ:

$$U_1^*(T) = C_1 + D_1 e^{-\bar{a}_2 T}, \quad T \in [t_0; t_k];$$

$$U_2^*(T) = \begin{cases} U_1^*(T), & T \in [t_0; T_2]; \\ -1, & T \in [T_2; t_k]; \end{cases}$$

$$U_5^*(T) = \begin{cases} -1, & T \in [t_0; T_5]; \\ U_5^*(T), & T \in [T_5; t_k]; \end{cases}$$

$$U_3^*(T) = \begin{cases} U_3^*(T), & T \in [t_0; T_3]; \\ -1, & T \in [T_3; t_k]; \end{cases}$$

$$U_6^*(T) = \begin{cases} 1, & T \in [t_0; T_6]; \\ U_6^*(T), & T \in [T_6; T_6']; \\ -1, & T \in [T_6'; t_k]; \end{cases}$$

$$U_4^*(T) = \begin{cases} 1, & T \in [t_0; T_4]; \\ U_4^*(T), & T \in [T_4; t_k]; \end{cases}$$

$$U_7^*(T) = \begin{cases} -1, & T \in [t_0; T_7]; \\ U_7^*(T), & T \in [T_7; T_7']; \\ 1, & T \in [T_7'; t_k]; \end{cases}$$

$$U_i^*(T) = C_i + D_i e^{-\bar{a}_2 T}.$$

Здесь T_i, T_i' – моменты переключения, т.е. перехода функции $U_i(T)$ на граничное значения.

Алгоритм параллельного вычисления:

- 1) расчет синтезирующих переменных L_1, L_2 :

$$L_1 = \frac{1}{b} (z_2^k - z_2^0) \frac{\bar{a}_2}{b\bar{a}} (z^k - z^0) - 2 \frac{\bar{b}_0}{b};$$

$$L_2 = \frac{1}{b} (z_2^k e^{-2\bar{a}_2} - z_2^0) \frac{\bar{b}_0}{b\bar{a}_2} (e^{-2\bar{a}_2} - 1);$$

2) определение возможных видов функций ОУ по значениям L_1, L_2 ;

3) параллельные вычисления параметров управления C_i, D_i, T_i для выделенных видов функций.

Например, расчет параметров для первого вида ОУ производится решением системы уравнений:

$$2C_1 + \frac{1}{a_2} (1 - e^{-2\bar{a}_2}) D_1 = L_1;$$

$$\frac{1}{a_2} (e^{2\bar{a}_2} - 1) C_1 + \frac{1}{2\bar{a}_2} (e^{2\bar{a}_2} - e^{-2\bar{a}_2}) D_1 = L_2.$$

Применение параллельных вычислений при определении вида функций ОУ позволяет на несколько порядков сократить время расчета.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Муромцев, Д.Ю. Системы энергосберегающего управления : учебное пособие / Д.Ю. Муромцев, В.А. Погонин. – Тамбов : Изд-во Тамб. гос. техн. ун-та, 2006. – 92 с.
2. Барский, А.Б. Параллельные информационные технологии : учебное пособие / А.Б. Барский. –М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2007. – 503 с.

Кафедра "Конструирование радиоэлектронных и микропроцессорных систем"

УДК 66.067.55

З.М. Селиванова, А.Ю. Любимов, Д.И. Колбасин, А.А. Самохвалов, В.А. Князев, С.Г. Бучнев

ИНФОРМАЦИОННО-ИЗМЕРИТЕЛЬНАЯ СИСТЕМА С ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫМ ИНТЕРФЕЙСОМ ДЛЯ НЕРАЗРУШАЮЩЕГО КОНТРОЛЯ ТЕПЛОФИЗИЧЕСКИХ СВОЙСТВ МАТЕРИАЛОВ

Информационно-измерительная система (ИИС) предназначена для оперативного и точного неразрушающего контроля (НК) теплофизических свойств (ТФС) твердых материалов (строительных, полимерных, композитных, теплоизоляционных и др.) и изделий из них [1].

Информационно-измерительная система имеет надежную и компактную конструкцию, состоящую из термозонда (ТЗ), устройства обработки измерительной информации (УОИИ), интеллектуального интерфейса пользователя (И_нИ_нП). Структурная схема ИИС представлена на рис. 1.

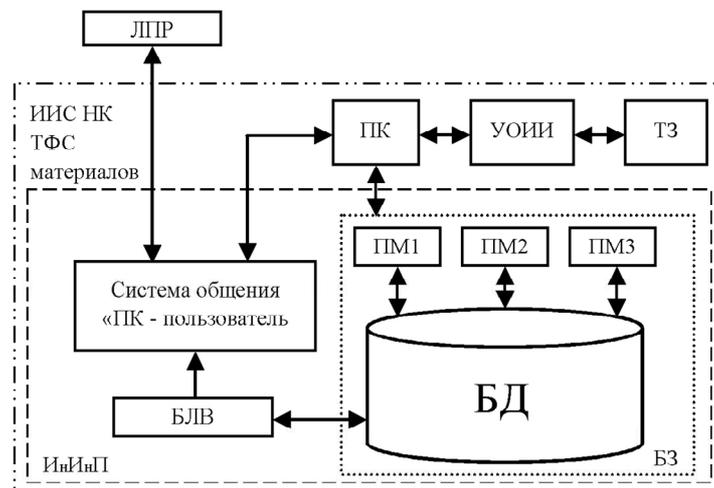


Рис. 1. Структурная схема ИИС

УОИИ состоит из микроконтроллера, устройства управления теплофизическими экспериментами, блока питания и жидкокристаллического индикатора для отображения полученных результатов при измерении и контроле теплофизических свойств материалов. Способ определения ТФС материалов заключается в тепловом воздействии линейным нагревателем термозонда на поверхность исследуемого объекта (ИО). Особенность способа заключается в регистрации предварительной тестовой термограммы, по которой оценивают теплопроводность ИО, фиксируют время достижения установившегося теплового режима и определяют оптимальное количество тепловых импульсов подаваемых на ИО до наступления установившегося теплового режима. Используемый способ в ИИС позволяет повысить оперативность и точность НК ТФС материалов.

Диалог пользователя с ИИС осуществляется через интеллектуальный интерфейс, который представляет собой систему управления знаниями. Эта система осуществляет обработку и редактирование данных, содержащихся в базе знаний (БЗ).

Разработанный интерфейс имеет ряд характеристик, которые позволяют называть его интеллектуальным. Основная особенность состоит в том, что преобразования, включенные в интерфейс, должны осуществляться в контексте отображаемой предметной области. Такой интерфейс должен обладать некоторыми знаниями о задаче, которую решает он и пользователь. Процесс, с помощью которого интерпретируется полученная информация, описывается в форме распознавания образов. Поступающая информация сопоставляется с образцами, чтобы определить, какие из них пригодны, т.е. какая из интерпретаций предпочтительнее. Интерфейс использует форму распознавания образов для интерпретации входных сообщений от пользователя в рамках предметной области. Интеллектуальные интерфейсы являются сферой активных совместных исследований в области взаимодействия человек–компьютер и искусственного интеллекта. Необходимость создания интеллектуального интерфейса для ИИС НК ТФС материалов обусловлена многообразием исследуемых материалов и сложностью получения при этом требуемой информации из базы знаний системы.

И_нИ_нП включает в себя средства, обеспечивающие взаимодействие пользователя и ИИС в ходе решения задачи определения ТФС: систему общения "ПК–пользователь", блок логического вывода (БЛВ) и базу знаний [2].

В интеллектуальном интерфейсе выделим БЛВ и систему общения.

БЛВ – совокупность средств, обеспечивающих в диалоге с пользователем автоматический синтез программы решения задачи из программных модулей базы знаний. БЛВ формирует из программных модулей последовательность, позволяющую получить требуемое решение на основе введенных исходных данных. Система общения "ПК–пользователь" включает в себя средства трансляции и средства обеспечения взаимопонимания пользователя и ИИС. База знаний строится как многоуровневая структура, включающая в себя знания, факты и данные, содержащиеся в БД, а также программные модули: ПМ1 – модуль планирования, ПМ2 – модуль управления, ПМ3 – модуль вычисления.

В качестве модели представления знаний взята фреймовая модель. Модель фрейма является достаточно универсальной, поскольку позволяет систематизировать и отобразить большое многообразие знаний о ТФС материалов. Структура БЗ на основе фреймов допускает разбиение знаний о предметной области на отдельные группы: материалы, их структура, ТФС в зависимости от дестабилизирующих факторов. Информация о модулях базы знаний хранится в БЗ (рис. 2) в виде фрейма-образца. На их основе создаются фреймы-экземпляры, которые будут отображать фактические знания на основе поступающих данных. Фреймы состоят из слотов, которым присваивается имя и значение. Значения слотов во фрейме-экземпляре получают от фреймов-образцов напрямую из БД, из диалога с пользователем или экспертом, либо через наследование свойств другого фрейма-экземпляра. Достоинство фрейма – представление информации, во многом основывается на включении в него предположений и ожиданий. Это достигается за счет присвоения по умолчанию слотам фрейма стандартных ситуаций. В процессе поиска решений эти значения могут быть заменены более достоверными [3].

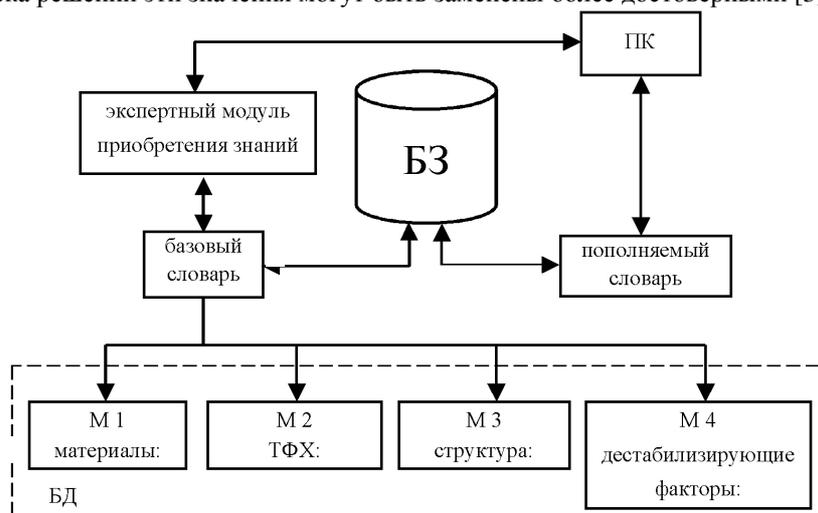


Рис. 2. Структура базы знаний

Над фреймом совершаются теоретико-множественные операции, такие как объединение и пересечение. При пересечении фреймов в результирующем фрейме будут присутствовать только те слоты, которые имелись во всех исходных фреймах. Например, требуется найти материалы с теплопроводностью $\lambda = 0,31$ ккал / м·ч·град. При пересечении фреймов в результирующем фрейме окажутся материалы, которые могут иметь такую теплопроводность при различных условиях. При объединении фреймов в результирующем фрейме будут присутствовать все слоты, которые встречались в исходных фреймах. Объединение используется, например, при сравнении ТФС данного класса материалов и выбора требуемого при заданных условиях.

Для выявления интересующих пользователя данных используется метод выявления понятий или концептов. Концепт – это обобщение предметов (в нашем случае материалов) по их специфическим признакам, например ТФС. Поиск ведется согласно классификации через соотнесение с понятием более высокого уровня иерархии или через перечисление понятий более низкого уровня [3].

В результате разработки интеллектуального интерфейса для ИИС неразрушающего контроля теплофизических свойств материалов осуществляется повышение оперативности вывода требуемой информации, возможно применение режима интерактивности, повышается удобство эксплуатации ИИС контроля свойств материалов и расширяются функциональные возможности ИИС при разработке базы знаний для ряда предметных областей.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Селиванова, З.М. Метод и интеллектуальная информационно-измерительная система неразрушающего контроля для определения теплофизических свойств твердых материалов / З.М. Селиванова // Информационные системы и процессы : сб. науч. тр. – Тамбов–М.–СПб.–Баку–Вена : Изд-во "Нобелистика", 2005. – Вып. 3. – С. 137 – 142.

2. Андрейчиков, А.В. Интеллектуальные информационные системы : учебник / А.В. Андрейчиков, О.Н. Андрейчикова. – М. : Финансы и статистика, 2004. – 424 с.

3. Гаврилова, Т.А. Базы знаний интеллектуальных систем / Т.А. Гаврилова, В.Ф. Хорошевский. – СПб. : Питер, 2001. – 384 с.

Кафедра "Конструирование радиоэлектронных и микропроцессорных систем"

УДК 681.2

Т.И. Чернышова, Н.З. Отхман, И.Г. Васильев

МЕТОД ПОВЫШЕНИЯ МЕТРОЛОГИЧЕСКОГО РЕСУРСА ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ ЭЛЕКТРОННЫХ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ СРЕДСТВ

Одной из важных задач, возникающих при проектировании измерительных средств (ИС) с фиксированным уровнем метрологической надежности (МН), является задача оптимального выбора параметров комплектующих элементов проектируемого ИС, обеспечивающего заданную (максимальную) метрологическую надежность [1]. Одним из критериев МН является метрологический ресурс (МР), определяемый как время пересечения реализаций нестационарного случайного процесса изменения во времени метрологической характеристики ИС границ поля допуска, т.е. время наступления метрологического отказа t_p .

Задача повышения МН заключается в разработке алгоритма для отыскания максимального метрологического ресурса и может быть записана в виде

$$t_p^* = \max \left\{ \min_{i=1, \dots, p} \{t_{pi}\} \right\} \text{ при } \vec{S}(t, \vec{\varphi}) = \text{var}, \vec{\varphi} \in \Phi, y(t, \vec{\varphi}) \in A, \quad (1)$$

где t_{pi} – значение метрологического ресурса i -го аналогового блока, составляющего проектируемое ИС; t – время; \vec{S} – совокупность метрологических характеристик ИС; $\vec{\varphi}$ – вектор значений внешних возмущающих воздействий; Φ – область значений внешних возмущающих воздействий; $y(t, \vec{\varphi})$ – совокупность выходных характеристик ИС; A – область работоспособности.

Решение задачи (1) возможно путем оптимального выбора номиналов элементной базы блока, обеспечивающих повышение МР при обязательном сохранении требований к функциональному назначению и работоспособности исследуемого ИС.

В качестве методов решения данной задачи могут быть использованы методы случайного поиска [2], позволяющие изменять вероятности выбора последующих шагов в зависимости от предыстории и определять значения параметров, входящих в схему элементов, при которых достигаются заданные или экстремальные значения целевой функции. Методы случайного поиска сочетают в себе случайность при выборе направления поиска с прогнозированием поведения целевой функции на основе проведенных ее вычислений.

Для решения задачи (1) разработан алгоритм метода случайного поиска с покоординатным обучением.

Так как для реализации алгоритма применительно к отысканию максимального метрологического ресурса путем подбора номиналов элементов необходимо использование электронно-вычислительной техники, то на основе предложенного метода случайного поиска была разработана программа "Optimum Selection".

Реализация программы проиллюстрирована на примере решения задачи повышения МР аналогового блока измерительного канала электронных средств неразрушающего контроля теплофизических свойств материалов и изделий. Номиналы элементов до оптимизации: $R_1 = 2000$ Ом, $R_2 = 200\ 000$ Ом, $R_3 = 40\ 200$ Ом, $C_1 = 3 \cdot 10^{-10}$ Ф, метрологический ресурс до оптимизации $t_p = 96\ 000$ ч. Решение задачи (1) позволило получить следующие результаты: $R_1 = 2200$ Ом, $R_2 = 200\ 000$ Ом, $R_3 = 43\ 000$ Ом, $C_1 = 3 \cdot 10^{-10}$ Ф, МР после оптимизации составляет $t_p = 99\ 000$ ч с доверительной вероятностью $P = 0,997$.

Таким образом, расчетный метрологический ресурс проектируемого блока увеличился на 3 % за счет оптимального выбора параметров элементной базы блока в соответствии с разработанным алгоритмом, что позволяет использовать такой алгоритм на этапе проектирования электронных ИС с повышенной метрологической надежностью.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Мищенко, С.В. Метрологическая надежность измерительных средств / С.В. Мищенко, Э.И. Цветков, Т.И. Чернышова. – М. : Машиностроение-1, 2001. – 96 с.

2. Растрин, Л.А. Алгоритмы и программы случайного поиска / Л.А. Растрин, К.К. Рипа, А.А. Эрмуяжа. – Рига : Изд-во "ЗИНАТНЕ", 1969.

Кафедра "Радиоэлектронные средства бытового назначения"

УДК 61:681.3

С.В. Фролов, В.Е. Подольский, С.Вл. Фролов, М.С. Фролова

СОЗДАНИЕ РЕГИОНАЛЬНОЙ ТЕЛЕМЕДИЦИНСКОЙ СЕТИ НА БАЗЕ ТАМБОВСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО ТЕХНИЧЕСКОГО УНИВЕРСИТЕТА

В настоящее время житель глубинки не всегда может в полной мере реализовывать свое право на получение квалифицированной медицинской помощи, так как уровень диагностики и лечения в районных больницах значительно ниже, чем в крупных медицинских центрах города. С последнего десятилетия XX века определенные надежды по изменению ситуации в здравоохранении связывают с развитием телемедицины. По определению Всемирной Организации Здравоохранения, телемедици-

на – "новое направление медицины, означающее деятельность, услуги и системы, связанные с оказанием медицинской помощи на расстоянии, посредством информационно-коммуникационных технологий".

Насущной необходимостью для развития региональной медицины является внедрение телемедицинских технологий на уровне районных, городских и даже поселковых больниц, где телемедицина принесет максимальный социально-экономический эффект.

Предлагается проект телемедицинской сети Тамбовского региона, внедрение которой должно обеспечить на постоянной основе проведение телемедицинского консультирования как медицинских работников районных лечебно-профилактических учреждений (ЛПУ) силами врачебного персонала областных клиник, так и врачей областных больниц и поликлиник специалистами федеральных медицинских центров.

Телемедицинскую сеть Тамбовской области предлагается создать по трехуровневой схеме. На первом уровне будут работать телемедицинские пункты, развернутые в районных ЛПУ, на втором уровне – консультационные телемедицинские центры (ТМЦ) в Тамбове, на третьем – центральный ТМЦ, который обеспечит работу всей телемедицинской сети и связь с федеральными и зарубежными медицинскими центрами, а также с центральными ЛПУ других регионов. Основными каналами связи в региональной телемедицинской сети станет IP-коммутиация (Интернет).

Центральный ТМЦ создан на территории ЛПУ (поликлиника № 6 и санаторий-профилакторий "Тонус") Тамбовского государственного технического университета (ТГТУ). ТМЦ ТГТУ обеспечит техническую, организационную и финансовую составляющие работы региональной телемедицинской сети.

Организация центрального ТМЦ на базе ТГТУ целесообразна по следующим причинам. С 1991 г. ТГТУ является Интернет-провайдером и имеет возможность в рамках телемедицинского проекта оптимизировать Интернет-связь между городом и районными центрами внутри сети-провайдера, обеспечить максимально возможную в настоящее время скорость передачи информации от 300 Кбит/с до 2 Мбит/с для связи с федеральными медицинскими центрами. Планируется перевод информационной сети на технологию нового поколения IPv.6 (Интернет-2). Связь между консультационными ТМЦ в Тамбове будет осуществляться на основе высокоскоростной беспроводной сети передачи TWN.

Пилотным проектом региональной телемедицинской сети станет реализация консультационного центра в Тамбовском областном онкологическом диспансере. Консультирование будет осуществляться по направлению онкологии. Отсутствие онкологов в районных больницах Тамбовского региона делает внедрение такого консультационного центра актуальным.

При отложенных телеконсультациях история болезни пациента, включая текстовое и графическое описание диагностических исследований в цифровом виде, отправляется врачу консультационного ТМЦ Тамбовского областного онкологического диспансера по электронной почте для консультации. Связь в таком случае будет устанавливаться с ЛПУ крупнейших городов области – Мичуринской центральной городской больницей (ЦГБ), Моршанской центральной районной больницей (ЦРБ), а также с ЛПУ районных центров, например, с Петровской ЦРБ. В процессе лечения пациент, живущий в районе, и его лечащий районный врач могут систематически получать консультацию у врачей Тамбовского областного онкологического диспансера.

Центральный ТМЦ будет проводить консультации по онкологии в режиме реального времени. Сеансы видеоконференцсвязи ТМЦ ТГТУ будет устанавливать с крупными федеральными и зарубежными медицинскими центрами.

В настоящее время ТМЦ ТГТУ поддерживает связи со следующими партнерами: Российский научный центр хирургии РАМН; Управление делами Президента, Главный научно-исследовательский вычислительный центр; Российская ассоциация Телемедицины; ТАНА, Компьютеризированные медицинские системы, Беларусь; Технический университет, Гамбург, Германия; Фонд "Телемедицина".

Для успешного проведения врачебных телемедицинских консультаций телемедицинская сеть Тамбовского региона должна обеспечивать в цифровом виде ведение истории болезни, текстовое описание лабораторных исследований, передачу графической информации (рентгеновских снимков, результатов УЗИ, гистологических исследований, изображений с томографов и др.), передачу фотографий пациента и фотографий его пораженных участков.

На базе ТМЦ ТГТУ в рамках пилотного проекта планируется также организация дистанционных курсов повышения квалификации онкологов, хирургов и анестезиологов. Основным вариантом применения технологий дистанционного образования в ТМЦ ТГТУ – телелекции, во время которых преподаватель использует преподавательскую систему, чтобы с помощью сети Интернет и учебных систем дать ученикам, находящимся в ТМЦ ТГТУ, требуемый материал и проверить, насколько хорошо он усвоен.

Очевидно, что дистанционные образовательные технологии следует преимущественно применять на теоретических циклах повышения квалификации медицинских специалистов, однако сдачу экзаменов целесообразно проводить традиционным способом: тестирование, проверка навыков, собеседование.

Видеоконференцсвязь позволяет проведение опроса обучаемых в реальном времени, причем документальная камера, подключенная к удаленному материалу, позволяет дополнять устные ответы письменными и графическими пояснениями.

Заранее подготовленные компакт-диски, содержащие обучающие программы, учебно-методические материалы, конспекты лекций, список литературы, деловые игры, контролирующий блок, учебные видеофильмы и т.д. могут быть разосланы каждому обучаемому для предварительного ознакомления до начала курса телеобучения. Содержащаяся на компакт-диске управляющая программа обеспечивает процедуру целевого доступа к учебно-методическим материалам и поиска нужной обучающему информации. В отдельных случаях может быть организована процедура пошагового выполнения с привлечением требуемой для выполнения текущего шага учебно-методической информации. При этом можно значительно уменьшить потребность поиска учебной информации.

Важной особенностью преподавания в системе как традиционного (локального), так и дистанционного непрерывного медицинского образования является необходимость демонстрации большого количества графического и видеоматериала: фотографии поверхности тела пациентов при травмах и кожных патологиях, при системных заболеваниях и сосудистых нарушениях; фотографии анатомических и гистологических препаратов с вариантами нормы и патологии; фотографии и видеозаписи эндоскопических исследований пациентов; фото- и видеокопии экранов ультразвуковой диагностической техники при исследовании различных органов; видеозаписи объема и координированности движений пациентов в травматологии, ортопедии и неврологии; фотокопии рентгеновских и томографических исследований; фотокопии сигналов функциональной ди-

агностики (электрокардиограммы, электромиограммы, электроэнцефалограммы, реовазограммы и др.); фотографии отдельных этапов и полные видеозаписи хода оперативного вмешательства при различных хирургических патологиях и т.п.

Современные средства информационных технологий (цифровое фото и видео) позволяют вести накопление учебно-методических материалов непосредственно на жестком диске компьютера и компоновать их для конкретных лекций и семинарских занятий в ходе подготовки учебного процесса.

Накопленные ранее на традиционных носителях (фото- и рентгеновских пленках и видеокассетах) материалы могут быть введены в компьютер с применением оцифровывающей аппаратуры.

Развитие в ТМЦ ТГТУ образовательного направления (дистанционных обучающих технологий) необычайно важно, так как оно органично вписывается в общую концепцию повышения качества оказания медицинской помощи. Несомненно, что дистанционное образование в медицине позволяет существенно повысить уровень профессиональных знаний врачей без отрыва от рабочих мест или дает возможность сократить сроки очной части обучения без потери его качества на фоне повышения охвата и доступности последипломного обучения специалистов.

Итак, социальная эффективность работы ТМЦ ТГТУ очевидна, так как благодаря телемедицинским консультациям квалифицированная врачебная помощь приблизится к ЛПУ Тамбовского региона и к больному, повысится качество здравоохранения, охват и доступность последипломного обучения врачей Тамбовской области. Стоит отметить и экономическую эффективность работы ТМЦ ТГТУ. Во-первых, финансовые затраты снизятся за счет приближения квалифицированных специалистов к пациенту и за счет массовых консультаций пациентов крупным узким специалистом (например, онкологом). Во-вторых, хранение медицинских документов в электронном, а не бумажном виде также снизит денежные вложения. В-третьих, за счет внедрения дистанционных обучающих технологий сократятся расходы ЛПУ Тамбовского региона на подготовку и переподготовку медицинских специалистов.

Таким образом, создание региональной телемедицинской сети поможет жителю глубинки получить необходимую медицинскую помощь в нужном месте и в нужное время.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Фролов, С.В. Дистанционное образование в медицине / С.В. Фролов, М.С. Фролова // Открытое образование. – 2005. – № 4. – С. 77 – 80.
2. Фролов, С.В. Современные направления телемедицинских технологий / С.В. Фролов, М.С. Фролова // Врач и информационные технологии. – 2006. – № 1. – С. 52 – 59.
3. Фролов, С.В. Телемедицинская сеть Тамбовского региона / С.В. Фролов, В.Е. Подольский, М.С. Фролова // 10 сессия Научного центра сердечно-сосудистой хирургии им. А.Н. Бакулева РАМН. – М. : НЦССХ им. А.Н. Бакулева РАМН, 2006. – С. 163.

Кафедра "Биомедицинская техника"

УДК 681.3.01

И.С. Корскова, И.В. Тявкин

КОНЦЕПТУАЛЬНЫЕ ОСНОВЫ ОРГАНИЗАЦИИ ИНФОРМАЦИОННОГО ПОИСКА

Функционирование современных ИПС основывается на двух предположениях: 1) документы, необходимые пользователю, объединены наличием некоторого признака или комбинации признаков; 2) пользователь способен сам указать этот признак. Процесс поиска информации обычно представляет собой последовательность шагов, приводящих к некоторому результату и позволяющих оценить его полноту. Выделяют следующие основные семь этапов поиска [1]: 1) организация стратегии поиска; 2) ввод первой версии запроса; 3) начальная адаптация к интерактивному поиску; 4) выработка конечной версии поисковой стратегии; 5) испытание конечной версии стратегии на выбранных файлах; 6) применение поисковой стратегии для поиска в различных интерактивных службах; 7) постпоисковые операции – заказ документов, связь с авторами, разработка стратегии.

Особенностью поискового процесса, рассматриваемого как взаимодействие двух систем представления знаний, является многоуровневость и неоднородность объектов в цепи информационных преобразований. В соответствии с характером задач основной деятельности пользователя по степени соотношения известного/неизвестного в предмете поиска выделяют три типа поисковых задач [2]. К задачам первого типа относится поиск объекта, когда известно, что этот объект существует, например поиск фактографии (даты, события и т.д.) или трудов конкретного автора (фамилия, название и др.). Второй тип задач – подбор информации по некоторой теме, например, для обзора научной проблемы или для обоснования или поиска метода решения практической задачи. Это поиск документов, в совокупности содержащих материал, с необходимой полнотой раскрывающий вводимое новое понятие или дающий возможность построения метода решения задачи (ввод ключевых слов). Третий тип задач представляет собой проблемный поиск, который, по сути, является основной составляющей творческого процесса определения путей решения профессиональной задачи пользователя (используется булева логика).

Поскольку запрос (его поисковый образ) является формально описанной моделью информационной потребности пользователя, то по смысловыражению поисковый образ запроса (ПОЗ) и поисковый образ документа (ПОД) должны быть приведены в соответствие с помощью поискового предписания (ПП). Основная задача поискового процесса – построить в ПП согласованное множество моделей объекта поиска. Для информационной цепи формирования ПОЗ – это две имеющие лингвистическую природу модели, относящиеся к двум верхним уровням [1]: 1) модель коммуникативная, являющаяся представлением ИП, ориентированным на передачу для соотнесения с аналогично представленными объектами, описанными в уже опубликованных документах; 2) модель поисковая, атрибутивно представляющая ИП, и ориентированная на точечное (теоретико-множественное) соотнесение с аналогично представленными поисковыми образами документов.

Согласованность здесь имеет двоякий смысл: вертикальное соответствие выражения и поискового образа и согласованность "горизонтальная" – степень соответствия представления пользователя реальным возможностям языка для выражения ИП.

Для того чтобы пользователь имел возможность реально управлять процессом поиска, необходимо произвести декомпозицию запросно-ответной схемы, процесса поиска. С точки зрения целевого назначения информационная система имеет

всего два типа *основных операционных объектов* – запрос и документ, которые представляют средствами языка некоторый семантически целостный фрагмент предметной области. Другие операционные объекты – *технологические*, в рамках декомпозированного процесса – это самостоятельные семантически значимые объекты метаинформационного назначения или производные от основных. Назначение и природа технологических объектов – дать возможность локализовать и снять или зафиксировать неопределенность данного типа. И запрос, и документ являются моделями, представляющими средствами языка отдельные части и аспекты некоторого целостного фрагмента предметной области.

В случае процесса построения запроса с использованием слов, которым свойственны синонимия и полисемия, для неискажающего смысл межуровневого перехода применяются метаинформационные, внешние по отношению к сообщению конструкции, позволяющие фиксировать контекст словоупотребления (например, тезаурус, словарь). Полнота и точность передачи контекста при организации несетевого поиска зависят от вида запроса.

Несколько иная ситуация при использовании выдачи – содержания документов, найденных по запросу. Значение термина (как лингвистической переменной), его контекст как структурной единицы в рамках более крупных конструкций, таких, как предложение или документ, определяется пользователем достаточно точно (хотя и субъективно) и обычно без явного использования метаинформации. Менее полно может быть определен смысл более крупных структурных единиц – предложения и сообщения в целом [1]: в лучшем случае мы можем точно определить, дает содержание документа исчерпывающий ответ на практический вопрос или нет, однако мы не будем знать, исчерпывается ли этим весь смысл сообщения. При этом характер и контекст словоупотреблений может быть использован в качестве оценки эффективности запроса, как с точки зрения семантики словоупотребления, так и семантики предметной области.

Использование в запросе терминов, выбираемых из текста релевантных документов, является реализацией схемы реформулирования запроса по обратной связи. По характеру контекста выделяют два типа обратной связи: внутреннюю – на лингвистическом уровне, и внешнюю – на уровне семантики предметной области.

Сам процесс поиска – это итеративная последовательность создания и использования технологических объектов, реализующая *целенаправленное* и *управляемое* перемещение в документальном и лексическом пространстве базы данных и обеспечивающая оцениваемый уровень удовлетворения информационной потребности или объективно подтверждающая отсутствие информации. Учитывая, что идеальный результат поиска должен удовлетворять требованиям единственности, полноты и непротиворечивости, получаем, что различные виды поиска определяют различные требования к функциональным возможностям системы в части оценивания результата.

Однако только для случая предметного поиска доказательство полноты является тривиальным: непустой результат поиска подтверждает факт существования (или отсутствия) объекта, обладающего искомыми свойствами [1]. Результат тематического поиска в этом смысле множественен и, соответственно, требует *последующей* систематизации – еще одного процедурного шага для упорядочения полученного множества объектов по значениям не определенного явно основания. В свою очередь, проблемный поиск предполагает двухуровневую систематизацию. Такая дополнительная, и отдельная во времени, обработка требует наличия в системе средств *идентификации* получаемых объектов (как отдельных элементов, так и их композиций, возможно, связываемых с методами их получения), а также средств их выборочного использования.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Голицына О. Л. Моделирование и разработка средств и технологий поиска документальной информации : дис. ... канд. техн. наук : 05.25.05 / О.Л. Голицына. – М. : РГГУ, 2004. – 205 с.
2. Максимов Н. В. Исследование и моделирование систем управления доступом к гетерогенным информационным ресурсам : дис. ... д-ра техн. наук : 05.25.05 / Н.В. Максимов. – М. : РГГУ, 2001. – 178 с.
3. Романенко, А.Г. Информационно-поисковые системы : учебное пособие / А.Г. Романенко, О.Ф. Самойлюк. – М. : РГГУ, 1997. – 85 с.

Кафедра "Конструирование радиоэлектронных и микропроцессорных систем"

Секция 3

АВТОМАТИЗИРОВАННЫЕ СИСТЕМЫ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ, НЕРАЗРУШАЮЩЕГО КОНТРОЛЯ И ДИАГНОСТИКИ ТЕПЛОФИЗИЧЕСКИХ СВОЙСТВ МАТЕРИАЛОВ, ВЕЩЕСТВ И ИЗДЕЛИЙ

УДК 536.24:517.968

А.А. Чуриков, Г.В. Шишкина

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЗАЩИТНОЙ ИЗМЕРИТЕЛЬНОЙ ЯЧЕЙКИ ПРИ ОПРЕДЕЛЕНИИ ТЕПЛОФИЗИЧЕСКИХ СВОЙСТВ НЕОДНОРОДНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Для определения теплофизических свойств (ТФС) неоднородных материалов используется измерительное устройство, схема которого показана на рис. 1. Оно представляет собой трехслойную систему, в которой пластина из исследуемого материала 1 контактирует с одной стороны с пакетом из двух эталонных (с известными и хорошо изученными ТФС) материалов 2, 3. Между эталонными пластинами находится плоский нагреватель 4. Таким образом, в измерительном устройстве отсутствует прямой контакт исследуемого материала с датчиками температуры и нагревателем, что позволяет исследовать ТФС и химически агрессивных, и влагонасыщенных материалов. В обоих эталонных образцах на известных расстояниях от нагревателя l_2 , l_1 расположены датчики-интеграторы температуры.

Экспериментально измеряемыми величинами являются мощность электронагревателя Q и изменение во времени температур двух эталонных образцов $U_2(l_2, t)$ и $U_1(-l_1, t)$ в сечениях $x = l_2$ и $x = -l_1$, соответственно.

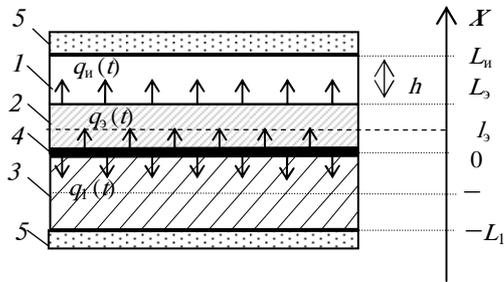


Рис. 1. Модель системы контактирующих тел

На границах $x = L_n$ и $x = -L_1$ поддерживается постоянная температура, равная начальной, $U_0 = \text{const}$. Для этой цели используется жидкостной термостат 5 или блок тепловой защиты [1].

В результате решения задачи теплопроводности были получены расчетные зависимости для определения ТФС исследуемого материала [1].

Коэффициенты теплопроводности λ_n и температуропроводности a_n рассчитываются по формулам:

$$\lambda_n = \lambda_3 \frac{\sqrt{g_3}}{\sqrt{g_n}} \frac{h}{L_3} \frac{\text{th}(\sqrt{g_n}) \text{th}(\sqrt{g_3})}{\left(\frac{q_3^*(p)}{q_n^*(p) \text{ch}(\sqrt{g_3})} - 1 \right)}; \quad (1)$$

$$a_n = \frac{ph^2}{g_n}. \quad (2)$$

В этих расчетных зависимостях: $q_3^*(p)$ – временная интегральная характеристика (ВИХ) [2] теплового потока, идущего от нагревателя в верхний эталонный образец; $q_n^*(p)$ – ВИХ теплового потока, идущего в исследуемый образец через поверхность $x = L_3$; $g = \frac{px^2}{a}$ – безразмерный параметр $\left(g_n = \frac{ph^2}{a_n}, g_3 = \frac{pL_3^2}{a_3}, g_1 = \frac{pL_1^2}{a_1} \right)$; h – толщина исследуемого образца; p – параметр интегрирования Лапласа [2].

Величина неявно выраженного параметра g_n находится из трансцендентного уравнения [1]:

$$\Phi(g_n, k) \equiv \frac{\text{th}(\sqrt{g_n})}{\text{th}(\sqrt{kg_n})} = \frac{\left[\frac{q_3^*(p)}{q_n^*(p) \text{ch}(\sqrt{g_3})} - 1 \right]}{\left[\frac{q_3^*(kp)}{q_n^*(kp) \text{ch}(\sqrt{kg_3})} - 1 \right]} \frac{\text{th}(\sqrt{kg_3})}{\text{th}(\sqrt{g_3})} \equiv \Theta_n(p, k). \quad (3)$$

В уравнении (3) правая часть $\Theta_n(p, k)$ находится по экспериментально рассчитанным значениям ВИХ тепловых потоков $q_3^*(p)$, $q_3^*(kp)$, $q_n^*(p)$, $q_n^*(kp)$, а также заранее определенной функции $\Phi(g_3, k) = \frac{\text{th}(\sqrt{g_3})}{\text{th}(\sqrt{kg_3})}$ для известных и конкретных значений p , k и a_3 .

При исследовании ТФС влагонасыщенных, сыпучих или химически агрессивных материалов в состав измерительного устройства входит специальная дополнительная защитная ячейка, позволяющая герметично изолировать этот материал от окружающей среды и от поверхности верхнего эталонного образца. Это позволяет в течение эксперимента сохранить начальное массосодержание (влагосодержание) путем исключения процесса высыхания, так как процесс определения теплофизических свойств ведется при различных температурных режимах и различном давлении в длительные интервалы времени. Кроме того, использование дополнительной ячейки защищает поверхность эталонного образца от разрушения и коррозии в результате возможного воздействия содержащихся в исследуемых образцах агрессивных веществ.

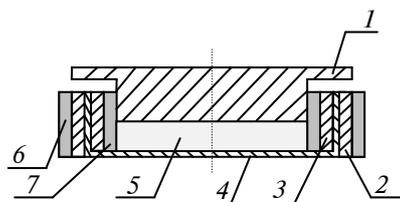


Рис. 2. Дополнительная ячейка для исследуемого материала

На рис. 2 показана конструкция дополнительной ячейки для исследуемого материала. Медная фольга, плотно зажатая между опорными цилиндрами 2 и 3, образует нижнее дно ячейки 4. Мы использовали фольгу толщиной $5 \cdot 10^{-5}$ м. Внутренняя и внешняя боковые полости ячейки защищены боковыми цилиндрами 6 и 7, изготовленными из агрессивно стойкого и теплозащитного материала. Исследуемый материал 5, помещенный во внутреннюю полость ячейки, закрывается плотно притертой к внутренней полости цилиндра 7 массивной крышкой 1. Материал крышки 1 – медь, как материал, имеющий очень высокую теплопроводность.

Был проведен анализ влияния материала защитной измерительной ячейки на расчетные зависимости для определения теплофизических свойств исследуемого материала [1].

Анализ, учитывающий объем и теплоемкость дополнительной ячейки, показал, что даже в динамическом режиме влияние медной фольги незначительно, и можно считать, что температуры внутренней и внешней сторон крышки 1 равны.

1. Шишкина, Г.В. Методика выбора режимных и геометрических параметров средств контроля теплофизических свойств плоских образцов дисперсных материалов : дис. ... канд. техн. наук / Г.В. Шишкина. – Тамбов, 2000. – 179 с.

2. Теплофизические измерения : справочное пособие по методам расчета полей, характеристик теплопереноса и автоматизации измерений / В.В. Власов [и др.]. – Тамбов, 1975. – 256 с.

Кафедра "Автоматизированные системы и приборы"

УДК 536.2.088.6:621.763

Н.П. Жуков, Н.Ф. Майникова, С.С. Никулин, А.В. Сучков

ИЗМЕРИТЕЛЬНАЯ СИСТЕМА НЕРАЗРУШАЮЩЕГО ТЕПЛОФИЗИЧЕСКОГО КОНТРОЛЯ ТВЕРДЫХ МАТЕРИАЛОВ

Измерительная система (ИС) предназначена для неразрушающего контроля (НК) комплекса теплофизических свойств [1] и регистрации температурно-временных характеристик структурных переходов в полимерах и композиционных материалах на их основе [2]. Система (рис. 1) состоит из персонального компьютера ПК, встраиваемой в компьютер измерительно-управляющей платы РСІ-1202Н, измерительного зонда ИЗ, блока питания БП. При измерениях ИЗ устанавливается контактной стороной на поверхность исследуемого изделия. Тепловое воздействие постоянной мощности осуществляется с помощью нагревателя Н, выполненного в виде диска и встроенного в ИЗ. Мощность и длительность теплового воздействия задаются программно через интерфейс И, контроллер К1, цифро-аналоговый преобразователь ЦАП, регулируемый блок питания БП. Распределение температуры на поверхности исследуемого тела контролируется несколькими термодатчиками ТП одновременно (рис. 2). Фиксируется температура в центре нагревателя и на расстояниях от центра в плоскости контакта подложки ИЗ и исследуемого тела.

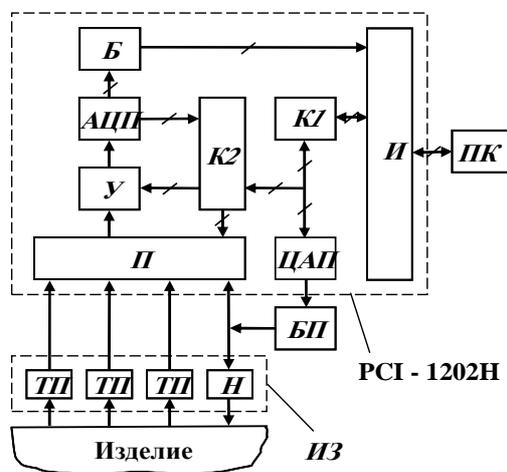
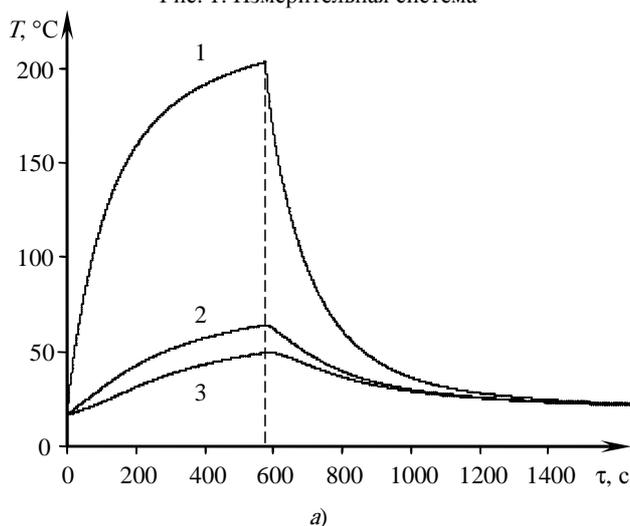


Рис. 1. Измерительная система



а)

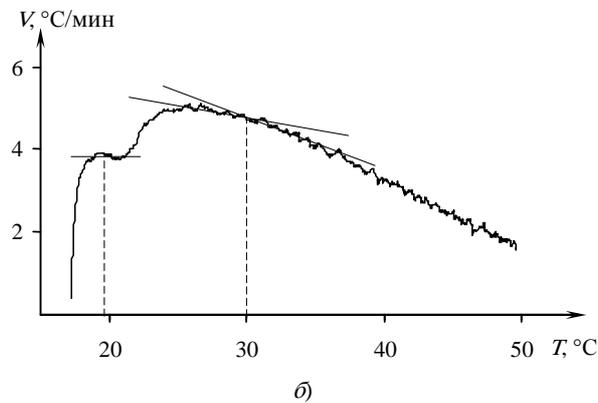


Рис. 2. Термограммы для изделия из ПТФЭ, зафиксированные: 1 – в центре зонда; 2, 3 – на расстояниях 7 и 9 мм от центра (а) и скорость (V) нагрева в точке контроля, расположенной на расстоянии 9 мм от центра, отнесенная к температуре точки (б)

Сигналы с *ТП* поступают через мультиплексор *П*, 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 как при нагреве, так и при остывании исследуемого тела. В состав комплекта программного обеспечения ПО входят: драйверы аппаратных средств PC-Card; пакет программ системного интерфейса PCi; операционная система Windows; библиотека ввода-вывода; язык программирования Object Pascal; программы пользователя, реализующие методы НК. ПО позволяет выполнять в программном режиме различные функции: управление напряжением, подаваемым на нагреватель; измерение; накопление и обработку информации; отображение информации в режиме реального времени в графической и цифровой форме.

Метод контроля теплофизических свойств предусматривает выделение на термограммах рабочих участков, которые достаточно точно описываются аналитическими зависимостями, полученными при решении краевых задач теплопроводности [2]. Метод применен на моделях плоского и сферического полупространств. Контроль температурно-временных характеристик структурных превращений в полимерных материалах осуществляется по аномалиям теплофизических свойств (теплоемкости, тепловой активности, температуропроводности и теплопроводности) на узких температурном и временном интервалах, а также по аномалиям на зависимостях скорости (V) изменения температуры от времени или температуры эксперимента в нескольких точках контроля при нагреве и остывании системы зонд–исследуемое тело. ПО позволяет выделять рабочие участки на экспериментально снятых термограммах, оценивать скорости изменения температуры в любой момент времени, дифференцировать фазовые и релаксационные переходы в полимерных материалах.

В качестве примера на рис. 2, а представлены экспериментальные термограммы, снятые на изделии из политетрафторэтилена (ПТФЭ) при следующих условиях: начальная температура опыта 17,8 °С; радиус нагревателя 4 мм; мощность на нагревателе 1,45 Вт; временной шаг измерения температуры 0,5 с; материал подложки зонда – Рипор; толщина подложки 20 мм. На рис. 2, б зафиксированы твердофазные превращения в ПТФЭ при 19,6 и 30 °С. Твердофазный переход при 19,6 °С проявился ступенькой, а при 30 °С – изломом кривой $V = f(T)$.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Пат. 2167412 РФ, G01 N25/18. Способ комплексного определения теплофизических свойств материалов / Н.П. Жуков, Н.Ф. Майникова, Ю.Л. Муромцев, И.В. Рогов. – № 99103718 ; заявл. 22.02.1999 ; опубл. 20.05.2001 ; Бюл. № 14.
2. 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.

Кафедра "Гидравлика и теплотехника"

УДК 532.137

М.М. Мордасов, А.П. Савенков

БЕСКОНТАКТНЫЕ ПНЕВМАТИЧЕСКИЕ ДЕФОРМАЦИОННЫЕ МЕТОДЫ ИЗМЕРЕНИЯ ВЯЗКОСТИ ЖИДКОСТЕЙ

Вопросы контроля вязкости имеют большое значение для современных технологических производств. По вязкости жидких веществ судят о качестве полуфабриката и готового продукта, о тех физико-химических изменениях в материале, которые происходят во время технологического процесса. В ряде случаев измерение вязкости целесообразно осуществлять при помощи бесконтактных методов, базирующихся на деформации поверхности жидкости струей газа. Устройства, реализующие бесконтактные струйные деформационные методы, пожаро- и взрывобезопасны, при их использовании исключены затраты времени на очистку чувствительных элементов и измерительных сосудов.

При реализации бесконтактных методов на жидкость воздействуют струей газа, мощность которой изменяется во времени по заданному закону. Под действием струи изменяется форма поверхности раздела газовой и жидкой фаз. Вязкость жидкости оказывает влияние на скорость изменения формы поверхности раздела. Величину вязкости определяют путем сопоставления временных и геометрических параметров деформации поверхности жидкости.

Для поиска направлений дальнейшего развития струйных бесконтактных методов измерения вязкости жидкостей необходимо провести их сопоставительный анализ.

В основу классификации пневматических деформационных методов измерения вязкости положены следующие признаки:

- закон изменения входного деформирующего воздействия во времени;

- реакция системы "струя газа–жидкость" на воздействие;
- выходной сигнал системы "струя газа–жидкость", по которому судят о вязкости.

В струйных деформационных методах измерения вязкости применяют ступенчатое, импульсное и гармоническое входные воздействия. Реакция системы "струя газа–жидкость" на ступенчатое воздействие вида $N \cdot 1(t)$ зависит от мощности N струи, формы сопла, из которого она вытекает, угла α его наклона, расстояния H от сопла до поверхности жидкости и физико-химических свойств жидкости, плотности ρ , поверхностного натяжения σ , вязкости η . При мощности N струи газа, превышающей критическое значение $N_{кр}$, на поверхности жидкости возникают автоколебания. Сущность автоколебательного процесса заключается в том, что на поверхности жидкости под действием струи периодически самопроизвольно зарождаются волны, выходящие из области взаимодействия струи и жидкости и прекращающие свое существование. В струйных деформационных автоколебательных методах измерения вязкости об измеряемой величине судят по частоте ω_0 автоколебаний [1].

Снижение критического значения мощности $N_{кр}$ достигается уменьшением величин α и H , однако при контроле высоковязких и некоторых неньютоновских жидкостей автоколебательный режим взаимодействия может быть недостижим ни при каких условиях. Для контроля таких жидкостей возможно применение метода, согласно которому о вязкости судят по переходным характеристикам системы "струя газа–жидкость". В этом случае реакцией системы на ступенчатое воздействие является апериодический переходной процесс. Информацию о вязкости несет скорость изменения формы поверхности раздела фаз в интервале времени от момента подачи газовой струи на поверхность жидкости до момента достижения устойчивого режима взаимодействия. Измерение скорости может быть реализовано путем измерения времени t достижения поверхностью заданной формы или измерения высоты h формируемого на поверхности жидкости углубления в заданный момент времени t [2]. Первый вариант более рационален, поскольку о форме поверхности раздела фаз судят по положению отрывающейся от нее струи, которую можно зафиксировать с высокой точностью [3].

Наиболее близким по технической сущности к рассмотренному методу является струйный деформационный времяимпульсный метод измерения вязкости жидкостей. При реализации времяимпульсного метода на поверхность жидкости действуют струей газа с постоянной мощностью N . После достижения поверхностью жидкости заданной формы прекращают действие струи. О вязкости жидкости судят по времени действия струи газа. Автоколебаний не возникает, так как за время действия струи на поверхности жидкости формируется только одна волна.

Струйный бесконтактный времяимпульсный метод предполагает зависимость времени действия струи от вязкости контролируемой жидкости. Измерение возможно осуществлять и при действии короткого импульса заданной длительности, являющегося аналогом δ -функции. Реакцией системы на такой импульс может быть как апериодический переходной процесс (при высокой вязкости жидкости), так и свободные затухающие колебания поверхности жидкости (при низкой вязкости). В первом случае информацию о вязкости несет импульсная переходная характеристика системы "струя газа–жидкость", а во втором – частота собственных колебаний и декремент затухания. Если реакцией системы является апериодический процесс, то о вязкости судят по высоте h формируемого углубления в заданный момент времени t . Выбор момента t измерения высоты h является важной задачей, так как при ранних измерениях на результат измерения существенное влияние оказывает плотность ρ жидкости, а при поздних – снижается точность измерения высоты h .

Все рассмотренные бесконтактные струйные деформационные методы измерения вязкости обладают общим недостатком – большим числом влияющих величин. На результат измерения вязкости оказывают влияние как плотность ρ и поверхностное натяжение σ , так и расстояние H от сопла до поверхности жидкости и мощность N струи газа. Применение гармонического деформирующего сигнала позволяет устранить влияние большинства из перечисленных величин. При гармоническом воздействии вида $M(t) = N(1 + \sin \omega t)$, где ω – круговая частота, мощность струи не превышает критическую, на поверхности жидкости возникают вынужденные колебания.

Теоретические и экспериментальные исследования показали, что динамические свойства системы "струя газа–жидкость" с преобладанием сил вязкого трения описываются уравнениями апериодического звена первого порядка, которое является фильтром низких частот. Измерение вязкости жидкостей на основе вынужденных колебаний заключается в исследовании амплитудной частотной (АЧХ) или фазовой частотной (ФЧХ) характеристик системы.

Существует две разновидности метода измерения вязкости на основе вынужденных колебаний. Одна из них позволяет устранить влияние величин N , H и σ , а другая – величин ρ и σ .

В первом случае информативным параметром является частота ω , на которой АЧХ $A(\omega)$ или ФЧХ $\varphi(\omega)$ принимают заданные значения. При выборе в качестве заданных величин $A_1 = 0,707$ или $\varphi_1 = 45^\circ$ информативным параметром является сопрягающая частота ω_1 системы "струя газа–жидкость". Устройство, реализующее эту модификацию метода, производит поиск сопрягающей частоты ω_1 , который осуществляется посредством плавного увеличения частоты ω генерируемого гармонического струйного воздействия или при помощи контура автоматического регулирования частоты. Результатом измерения является кинематическая вязкость $\nu = \eta/\rho$ контролируемой жидкости. Такой результат обусловлен тем, что в АЧХ и ФЧХ системы "струя газа–жидкость" заложена информация как о вязкости η (при $\omega > \omega_1$), так и о плотности ρ (при $\omega < \omega_1$), и отдельно определить каждое из свойств жидкости по этим характеристикам невозможно. Поиск сопрягающей частоты ω_1 предпочтительно производить по заданному сдвигу фаз φ_1 , так как это позволяет максимально ослабить влияние расстояния H на результат измерения.

Вторая модификация метода заключается в определении частоты $\omega > \omega_1$, на которой амплитуда H_m колебаний поверхности жидкость равна заданной H_0 . В отличие от первой модификации метода, где задается относительное изменение амплитуды колебаний, здесь заданная амплитуда H_0 выражается в единицах длины. Это позволяет исключить влияние плотности ρ на результат измерения вязкости η . При такой организации измерений реакция силы вязкого трения на действие струи газа определяется непосредственно. К недостаткам этой модификации струйного деформационного метода измерения вязкости жидкостей на основе вынужденных колебаний относится существенное влияние на результат измерения величин N , H . Создание устройства для индикации достижения заданной амплитуды колебаний H_0 представляет сложную задачу, так как от точности индикации в значительной степени зависит точность контроля вязкости. Поэтому, в тех случаях, когда изменение плотности контролируемой жидкости при измерении вязкости невелико, рекомендуется использовать первую модификацию метода измерения вязкости на основе вынужденных колебаний.

Таким образом, среди рассмотренных бесконтактных струйных деформационных методов измерения вязкости автоко-

лебательный метод является наиболее простым и надежным. Однако, вследствие ограниченного диапазона контроля вязкости и существенного влияния неконтролируемых величин на результат измерения, возникает необходимость применения более сложных методов, в которых для деформации поверхности жидкости используется периодическое струйное воздействие прямоугольной или синусоидальной формы. Устройства, реализующие струйный деформационный времяимпульсный метод практически не имеют ограничения по верхнему пределу измерения вязкости. Бесконтактный струйный метод измерения вязкости на основе вынужденных колебаний отличается высокой помехозащищенностью и наименьшим влиянием неконтролируемых величин на результат измерения.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гализдра, В.И. Аэрогидродинамическое бесконтактное совокупное измерение физико-механических параметров жидкостей / В.И. Гализдра, М.М. Мордасов // Заводская лаборатория. Диагностика материалов. – 2005. – Т. 71, № 5. – С. 34 – 38.
2. Пат. 2170417 РФ, G 01 N 11/00. Способ определения вязкости жидкости / М.М. Мордасов, А.В. Трофимов, В.И. Гализдра, С.А. Трофимов. – № 99112020/28 ; заявл. 03.06.99.
3. Онищенко, С.А. Методы фиксации положения газовой струи в пневматических устройствах контроля / С.А. Онищенко, С.А. Трофимов // Труды ТГТУ : сб. науч. ст. молодых ученых и студентов. – Тамбов : Изд-во Тамб. гос. техн. ун-та, 2001. – Вып. 9. – С. 17 – 22.

Кафедра "Автоматизированные системы и приборы"

УДК 68-419.4:52.48

С.П. Москвитин, А.П. Пудовкин

КОНТРОЛЬ СПЛОШНОСТИ СОЕДИНЕНИЯ СЛОЕВ БИМЕТАЛЛА ПО ЭЛЕКТРИЧЕСКОМУ СОПРОТИВЛЕНИЮ КОНТАКТА ЕГО СЛОЕВ

Контроль качества является самой массовой технологической операцией в производстве. В связи с усложнением и требованием неуклонного повышения надежности новой техники трудоемкость контрольных операций в промышленности резко увеличивается. Для регистрации сплошностей соединения слоев биметаллов, а также их толщины и других характеристик можно применить такие методы, как выборочный контроль, при котором из основной партии выпускаемой продукции выбирается определенная часть изделий и проводятся их испытания; метод стопроцентного контроля при котором непрерывно контролируются все параметры выпускаемого изделия и выявляются недостатки производства. При стопроцентном контроле значительно повышается качество выпускаемой продукции. Такой контроль можно обеспечить применением только неразрушающего контроля качества продукции.

Для контроля сплошностей соединения слоев биметалла предлагается использование бесконтактного неразрушающего метода, основанного на измерении электрического сопротивления контакта слоев биметалла по его теплофизическим свойствам.

Проводимые ранее исследования показали, что сопротивление контакта слоев можно представить как сумму малых контактных площадок, распределенных более или менее равномерно по номинальной поверхности соприкосновения. На рис. 1 приведена условная картина контакта двух слоев биметалла.

Каждую область контакта можно рассматривать как отдельное электрическое сопротивление, а общее электрическое сопротивление рассчитывается как параллельное соединение сопротивлений контак-

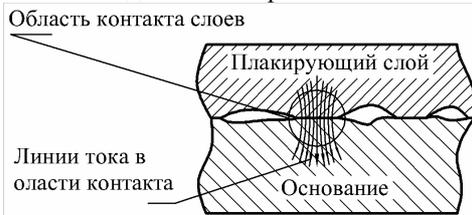


Рис. 1. Несовершенство контакта двух слоев биметалла

тов. Исходя из этого, можно сделать вывод, что чем больше контактных площадок, тем меньше будет общее сопротивление биметаллов. В свою очередь будет уменьшаться и термическое сопротивление контактного перехода. При рассмотрении термического сопротивления контакта мы имеем дело как с плоскостным, так и с объемным сопротивлением, зарождающимся в определенной области пространства. Когда равномерно установившийся тепловой поток в теле испытывает возмущение из-за изменения геометрии теплопроводящего пути или из-за несовершенства механического контакта двух поверхностей, то за счет неравномерного распределения плотности тока появляется локальное возрастание температурного градиента. Это явление объясняется тем, что в случае неравномерного теплового потока суммарная длина линий тока, которой пропорционально термическое сопротивление, больше, чем в случае $q = \text{const}$.

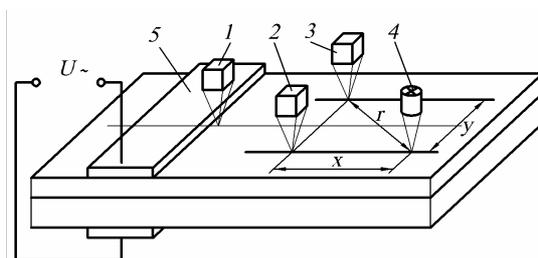


Рис. 2. Схема устройства контроля прочности соединения слоев биметалла

На рис. 2 приведена схема устройства контроля прочности соединения слоев биметалла. Определение прочности соединения слоев проводят по определенной последовательности. Первым термоприемником 1 измеряют избыточную температуру биметалла при выходе его из зоны деформации, причем избыточную температуру измеряют в моменты времени между импульсами электрического тока U . Затем нагревают биметалл точечным источником тепловой энергии 4 и измеряют вторым термоприемником 2 избыточную температуру нагреваемой поверхности биметалла в точке расположенной на заданном расстоянии x за точечным источником тепловой энергии по линии его движения. Третьим термоприемником 3 измеряют избыточную температуру нагреваемой поверхности биметалла по линии параллельной линии движения точечного источника тепловой энергии на расстоянии l от точечного источника. С учетом мощности источника энергии, температур на линиях движения термоприемников и расстояний между приемниками и источником энергии определяют электрическое сопротивление контакта слоев биметалла по следующей зависимости:

$$R = \frac{\Delta T q \ln \left[\frac{x T_2}{T_3 (\sqrt{x^2 + y^2})} \right] l b_H \epsilon z}{2 \pi T_2 (J l z)^2 t_{\text{имп}} x v (\sqrt{x^2 + y^2} - x)} - \frac{\epsilon (\rho_{\text{уд1}} h_{\text{исх1}} + \rho_{\text{уд2}} h_{\text{исх2}})}{z l}, \quad (1)$$

где ΔT – изменение температуры, регистрируемое первым термоприемником на выходе биметалла из зоны пластической деформации, К; q – мощность точечного источника тепловой энергии, Вт; x – расстояние между точками контроля температуры вторым термоприемником и центром пятна нагрева поверхности изделия точечным источником, м; T_2 – избыточная предельная температура нагреваемой поверхности в точке, перемещающейся вслед за источником по линии его движения, К; y – расстояние от точки регистрации температуры третьим термоприемником до линии движения источника тепла, м; T_3 – избыточная предельная температура в точке контроля третьего термоприемника, К; V – объем биметалла, находящийся между валками, в котором происходит пластическая деформация, м³; J – плотность тока, А/м²; $t_{\text{имп}}$ – время действия одного импульса, с; v – скорость движения прокатываемой полосы, м/с; m – коэффициент, учитывающий среднюю плотность биметалла в зависимости от соотношения толщин слоев; ϵ – коэффициент деформации биметалла; $h_{\text{исх1}}$ – исходная толщина основания, м; $h_{\text{исх2}}$ – исходная толщина лакирующего слоя, м; S – площадь участка биметалла, находящегося в непосредственном контакте с одним из валков, м².

Таким образом, определив электрическое сопротивление контакта слоев биметалла на заданном участке судят о прочности соединения слоев по зависимости, приведенной на рис. 3.

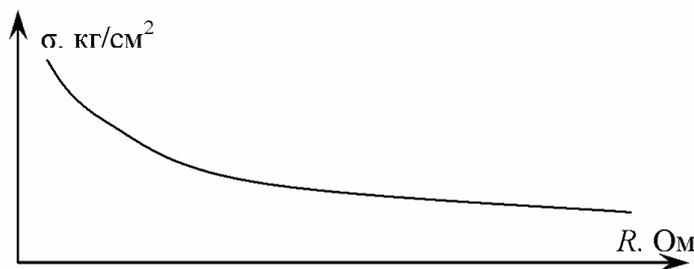


Рис. 3. График зависимости прочности соединения слоев биметалла при различных значениях электрического сопротивления контакта его слоев

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Москвитин, С.П. Исследование влияния электропластического эффекта при холодной прокатке биметаллов / С.П. Москвитин, А.П. Пудовкин // XII научная конференция ТГТУ. – Тамбов : Изд-во Тамб. гос. техн. ун-та, 2007. – С. 38 – 40.
2. Физические основы электроимпульсной и электропластической обработок и новые материалы / Ю.В. Баранов, О.А. Троицкий, Ю.С. Аврамов, А.Д. Шляпин. – М. : МГИУ, 2001. – 844 с.
3. RU 2005117108 А. Способ бесконтактного неразрушающего контроля толщины, теплофизических свойств и пористости металлического каркаса двуслойных ленточных материалов / Ю.В. Плужников, А.В. Колмаков, А.П. Пудовкин, В.Н. Чернышев, А.П. Лаврентьев, И.Г. Горчаков, А.И. Дьяконов. – № 2005117108/28 ; заявл. 03.06.05 ; публ. 10.12.06 ; Бюл. № 34.
4. Шлыков, Ю.П. Контактное термическое сопротивление / Ю.П. Шлыков, Е.А. Ганин, С.Н. Царевский. – М. : Энергия, 1977. – 328 с.

Кафедра "Радиоэлектронные средства бытового назначения"

УДК 681.5.017:536.2.083

Э.В. Сысоев, А.В. Чернышов

МЕТРОЛОГИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ МЕТОДА БЕСКОНТАКТНОГО НЕРАЗРУШАЮЩЕГО КОНТРОЛЯ ТЕПЛОФИЗИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ТВЕРДЫХ МАТЕРИАЛОВ

В современных средствах неразрушающего контроля (НК) теплофизических свойств (ТФС) твердых материалов и изделий из них широкое распространение получили бесконтактные методы контроля, основанные на регистрации теплового излучения с поверхности исследуемых объектов. Одной из главных задач при проектировании, изготовлении и эксплуата-

ции средств НК ТФС материалов является разработка их метрологического обеспечения. Точность методов НК ТФС материалов зависит в основном от полноты решения задач учета разного рода потерь тепла в окружающую среду в процессе измерений. Разработанные ранее методы бесконтактного НК ТФС материалов позволяют в той или иной мере решать эти задачи [1, 2]. Но особенностью этих методов является то, что в процессе измерений учет тепловых потерь в окружающую среду осуществляется с большой погрешностью из-за приближенного определения площади теплоотвода участка поверхности исследуемых тел. Таким образом, данная особенность не позволяет в полной мере компенсировать тепловые потери, что существенно снижает метрологический уровень методов и средств НК ТФС твердых материалов.

Для устранения указанного недостатка был разработан новый метод бесконтактного НК ТФС твердых материалов, сущность которого заключается в следующем [3]. Над исследуемым изделием помещают точечный источник тепловой энергии (лазер) и три термоприемника, сфокусированных на поверхность, подверженной тепловому воздействию. Перемещение двух термоприемников осуществляется по оси x , а третьего термоприемника – по параллельной ей прямой A и по оси y . Регулирование величины теплового воздействия на поверхность исследуемого образца осуществляется оптическим затвором, который осуществляет частотно-импульсную модуляцию лазерного луча.

Вначале определяется коэффициент k , учитывающий значения степени черноты ϵ поверхности исследуемого образца и прозрачности β окружающей среды, разделяющей поверхность исследуемого образца и измерительную головку [3]. Далее включают источник энергии и оптический затвор с начальной минимальной частотой F_{\min} модуляции лазерного луча и начинают перемещение измерительной головки над исследуемым изделием с постоянной скоростью V , величина которой берется такой, чтобы при выбранной частоте F_{\min} в точке контроля R_1 появлялась избыточная температура $T(R_1)$, уровень которой выше чувствительности термоприемника ξ . Затем постепенно увеличивают частоту F прерывания лазерного луча до тех пор, пока измеряемая в точке контроля R_1 избыточная температура $T_{R1}(F)$ станет равной заданному значению температуры $T_{\text{зад}}$, величина которой задается не выше 20 % от температуры термодеструкции $T_{\text{терм}}$ исследуемого материала. При этом измеряют значение частоты F_1 и значение избыточной температуры $T(R_2)$ в точке контроля, расположенной на расстоянии R_2 от центра пятна нагрева. Затем фокусируют все термоприемники в центр пятна нагрева и начинают их перемещение в разные стороны от центра. При движении термоприемниками через заданное расстояние Δ фиксируют избыточную температуру поверхности $T_{F1}(x)_i$ и $T_{F1}(y)_j$ соответственно по осям x и y . Перемещение осуществляют до тех пор, пока избыточная температура, измеренная термоприемниками, не станет меньше или равной чувствительности измерительной аппаратуры ξ . При этом фиксируют расстояния $R1_{x1}$, $R2_{x1}$, $R3_{y1}$. После этого термоприемники возвращают в исходное положение.

Затем, увеличив заданное значение избыточной температуры $T_{\text{зад}}$ в два раза, повторяют вышеописанные процедуры измерения. В результате определяют значение параметра F_2 , при котором выполняется вышеуказанное соотношение контролируемых избыточных температур, избыточные температуры поверхности $T_{F2}(x)_i$ и $T_{F2}(y)_j$ соответственно по осям x и y , а также расстояния $R1_{x2}$, $R2_{x2}$, $R3_{y2}$. Искомые теплофизические свойства определяют по следующим зависимостям:

$$a = \frac{V(R_2 - x_2)}{2 \ln \left[\frac{T_{\text{зад}} R_1}{T(R_2) R_2} \right]}; \quad (1)$$

$$\lambda = \frac{k \tau_{\text{имп}} q_{\text{ит}} \left(\frac{R3_{y2}(R1_{x2} + R2_{x2}) \overline{T_{F2}}}{R3_{y1}(R1_{x1} + R2_{x1}) \overline{T_{F1}}} F_1 - F_2 \right)}{2 \pi R_1 T_{\text{зад}} \left(\frac{R3_{y2}(R1_{x2} + R2_{x2}) \overline{T_{F2}}}{R3_{y1}(R1_{x1} + R2_{x1}) \overline{T_{F1}}} - 2 \right)}, \quad (2)$$

где средние избыточные температуры $\overline{T_{F1}}$ и $\overline{T_{F2}}$ определяют, исходя из показаний термоприемников.

Для оценки качества и повышения эффективности практического применения разработанного метода было создано для него метрологическое обеспечение. Одним из наиболее важных разделов этого обеспечения является определение характеристик погрешностей разработанного метода.

Описание погрешностей результатов измерения ТФС было проведено с позиции разложения погрешности в полную группу составляющих, каждая из которых связана с преобразованием (частной измерительной процедурой), ее порождающим [4].

Рассмотрим выражение (1). Полная погрешность температуропроводности Δa^* зависит от точности определения всех изменяющихся в процессе измерений величин этого выражения. Так как расстояния R_1 и R_2 , скорость V и температура $T_{\text{зад}}$ в процессе измерений остаются постоянными, то они исключаются из рассмотрения. Таким образом, полная погрешность Δa^* складывается из погрешности измерения $T(R_2)$:

$$\Delta a^* = a^* - a = \Delta_{T(R_2)} a^*, \quad (3)$$

где a – истинное значение коэффициента температуропроводности; a^* – значение коэффициента температуропроводности, полученное в результате измерений; $\Delta_{T(R_2)} a^*$ – погрешность, обусловленная отличием $T(R_2)$ от истинного значения $T(R_2)_{\text{н}}$, т.е. $T(R_2) = T(R_2)_{\text{н}} + \Delta T(R_2)$.

Рассмотрим далее выражение (2). Полная погрешность $\Delta \lambda^*$ складывается из суммы погрешностей измерения F_1 , F_2 , $R1_{x1}$, $R2_{x1}$, $R3_{y1}$, $\overline{T_{F1}}$, $R1_{x2}$, $R2_{x2}$, $R3_{y2}$, $\overline{T_{F2}}$ и определения коэффициента k :

$$\Delta \lambda^* = \lambda^* - \lambda = \Delta_{F_1} \lambda^* + \Delta_{F_2} \lambda^* + \Delta_{R1_{x1}} \lambda^* + \Delta_{R2_{x1}} \lambda^* + \Delta_{R3_{y1}} \lambda^* + \Delta_{\overline{T_{F1}}} \lambda^* + ,$$

$$+ \Delta_{R_{1,2}} \lambda^* + \Delta_{R_{2,2}} \lambda^* + \Delta_{R_{3,2}} \lambda^* + \Delta_{\overline{T_{F2}}} \lambda^* + \Delta_k \lambda^*, \quad (4)$$

где λ – истинное значение коэффициента теплопроводности; λ^* – значение коэффициента теплопроводности, полученное в результате измерений; $\Delta_Z \lambda^*$ – погрешности, обусловленные отличием параметров $Z (F_1, F_2, R_{1,x1}, R_{2,x1}, R_{3,y1}, \overline{T_{F1}}, R_{1,x2}, R_{2,x2}, R_{3,y2}, \overline{T_{F2}}, k)$ от истинных значений Z , т.е. $Z = Z_{\text{н}} + \Delta Z$.

Полученные соотношения для полных погрешностей позволили оценить их характеристики и выделить в них доминирующие параметры. Результаты влияния вышеперечисленных параметров на погрешность определения искомого ТФС показали, что доминирующий вклад в общую погрешность определения ТФС при помощи разработанного метода вносят погрешности измерения температуры. Полученная информация о доминирующих компонентах и их вкладе в общую погрешность позволила показать их влияние на результаты измерений и целенаправленно компенсировать источники составляющих погрешности. Из вышесказанного следует, что для уменьшения погрешности определения искомого ТФС материалов необходимо выбирать термодатчики, обладающие возможно большей точностью измерения температуры.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. А.с. 1056015 СССР, МКИ G01N 25/18. Способ определения теплофизических свойств материалов / Ю.А. Попов, В.В. Березин, В.М. Коростелев [и др.]. – заявл. 30.04.82 ; опублик. 23.11.83.
2. Пат. 2208778 РФ. Способ бесконтактного контроля теплофизических свойств материалов / В.Н. Чернышов, Э.В. Сысоев [и др.]. – заявл. 12.01.01 ; опублик. 20.07.03.
3. Сысоев, Э.В. Метод бесконтактного неразрушающего контроля теплофизических свойств твердых материалов / Э.В. Сысоев, А.В. Чернышов // Фундаментальные и прикладные исследования, инновационные технологии, профессиональное образование : сб. тр. XII науч. конф. ТГТУ. – Тамбов : Изд-во Тамб. гос. техн. ун-та, 2007. – С. 84 – 88.
4. Цветков, Э.И. Алгоритмические основы измерений / Э.И. Цветков. – СПб. : Энергоатомиздат, 1992. – 254 с.

Кафедра "Криминалистика и информатизация правовой деятельности"
Секция 4

ИНДУСТРИЯ НАНОСИСТЕМ И МАТЕРИАЛОВ

УДК 678.02

Г.С. Баронин, Д.О. Завражин, Д.Е. Кобзев, А.Г. Ткачев

СРАВНИТЕЛЬНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ СВМПЭ-НАНОКОМПОЗИТОВ ДО И ПОСЛЕ ТВЕРДОФАЗНОЙ ЭКСТРУЗИИ*

Настоящая работа посвящена изучению нового перспективного технологического метода переработки в твердой фазе полимерных композитов на основе сверхвысокомолекулярного полиэтилена (СВМПЭ) (ТУ 6-05-1896–80). При создании новой технологии ставится важнейшая материаловедческая задача – целенаправленное физико-химическое конструирование полимерных композиционных материалов с требуемыми характеристиками прочностных, структурно-релаксационных, химических и других эксплуатационных свойств [1]. Использование твердофазной технологии позволяет решить общую фундаментальную задачу по созданию новых композиционных материалов и изделий с улучшенными физико-механическими свойствами и широким спектром применения в промышленности.

В качестве модифицирующей добавки использовали углеродные наноматериалы (УНМ) с размером частиц 40...100 нм производства ООО "Нано-Техцентр" (г. Тамбов).

При оценке физико-механических показателей в условиях напряжений среза образцов СВМПЭ-композитов после ТФЭ по сравнению с образцами, полученными ЖФ-технологией, показано резкое повышение прочностных характеристик (в 1,5–2 раза) материала в направлении, перпендикулярном ориентации в режиме ТФЭ, которое связано с изменением молекулярно-топологической структуры и структурных характеристик СВМПЭ после обработки в твердой фазе (рис. 1).

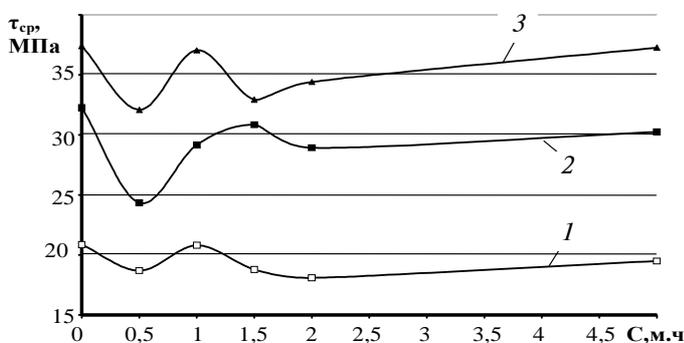


Рис. 1. Концентрационные зависимости прочности в условиях среза $\tau_{\text{ср}}$ СВМПЭ+УНМ-2-композиций, полученных горячим прессованием (1) и ТФЭ при $\lambda_{\text{экс}} = 2,07$ (где $\lambda_{\text{экс}}$ – степень обжатия), $T_{\text{экс}} = 295 \text{ К}$ (2) и $T_{\text{экс}} = 363 \text{ К}$ (3)

* Работа выполнена при финансовой поддержке Минобрнауки России в рамках аналитической ведомственной программы "Развитие научного потенциала высшей школы", код РНП. 2.2.1.1.5355; Американского фонда гражданских исследований и развития (CRDF) в рамках российско-американской Программы "Фундаментальные исследования и высшее образование" (BRHE) на 2007 – 2010 гг. и Фонда содействия развитию малых форм предприятий в научно-технической сфере по Программе "У.М.Н.И.К.–07", проект № 8072.

Из полученных экспериментальных данных следует, что наибольшее повышение прочности в условиях среза наблюдается после ТФЭ при оптимальной $T_{\text{экс}} = 363 \text{ К}$ по сравнению с ТФЭ при $T_{\text{экс}} = 295 \text{ К}$. Полученные экспериментальные результаты свидетельствуют о том, что процессы трансформации структуры и ориентационной кристаллизации СВМПЭ при ТФЭ протекают наиболее эффективно и на большую глубину при $T_{\text{экс}} = 363 \text{ К}$.

Для создания композиционных полимеров с повышенными качественными показателями, отвечающих требованиям процесса обработки материалов давлением в твердом агрегатном состоянии, необходимы исследования структуры, молекулярного строения, релаксационных и физико-механических свойств исходных полимерных материалов, а также материалов, прошедших обработку давлением в твердой фазе. В данной работе акцентировано внимание на изучение наиболее важных эксплуатационных свойств полимеров, а именно: физико-механических свойств, теплостойкости и уровня внутренних напряжений.

Для определения внутренних ориентационных напряжений $\sigma_{\text{ост}}$ и величины теплостойкости $T_{\text{тп}}$ в экструдатах, полученных твердофазной экструзией, использовали метод построения диаграмм изометрического нагрева (ДИН).

При анализе экспериментальных данных величины теплостойкости и уровня остаточных напряжений установлен факт снижения уровня внутренних напряжений в 1,5 раза и повышения величины теплостойкости на $15 \dots 20^\circ$ в полимерном накомposite при введении 5 м.ч. УНМ-2 в сравнении с исходным СВМПЭ (рис. 2).

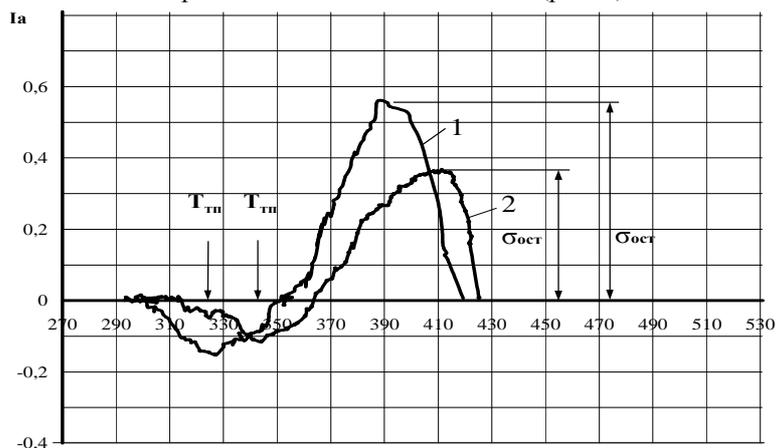


Рис. 2. Диаграмма изометрического нагрева образцов СВМПЭ (1) и СВМПЭ + 5,0 м.ч. УНМ-2 (2), экструдированных при $\lambda_{\text{экс}} = 2,52$ и $T_{\text{экс}} = 295 \text{ К}$. Скорость поднятия температуры 1,7 град/мин

В качестве физических методов исследования фазовых, структурных превращений и физико-механических свойств широко применяют методы рентгеноструктурного анализа и оценки микротвердости полимерных материалов.

Основным прямым методом изучения структуры полимеров является рентгеноструктурный анализ (РСА), позволяющий получить информацию о конформации макромолекул, их взаимном расположении в пространстве, оценивать фазовый состав системы, проводить анализ текстур, определять коэффициенты упаковки, величины плотности и т.д.

Исследования методом РСА образцов СВМПЭ, содержащих процентное содержание УНМ показали, что увеличение количества добавок в основном отражается на параметрах аморфной фазы СВМПЭ и в меньшей степени на кристаллической полимерной фазе, причем влияние добавок ощущается уже начиная с 0,5 м.ч. Это приводит к изменению структуры полимера, заключающемся в изменении соотношения долей аморфной и кристаллической фаз.

Основным прибором для испытаний материалов на микротвердость является отечественный прибор ПМТ-3, испытания на котором проводятся вдавливанием индентора под нагрузкой. Нагружение производилось массами в 10 и 100 грамм. Полученные экспериментальные данные свидетельствуют о том, что нагрузка в 100 грамм дает большие значения микротвердости, что можно объяснить проникновением индентора в более плотные слои материала. В силу свойства текучести материала значение микротвердости убывает при варьировании времени нагружения (в опыте – 10...60 с).

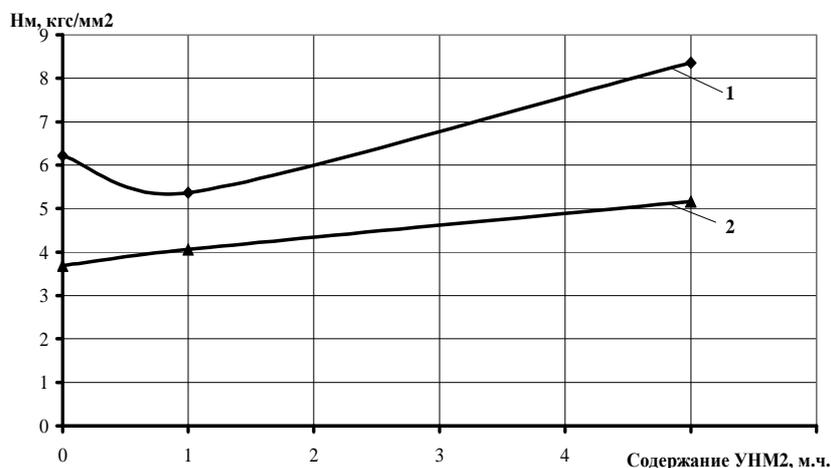


Рис. 3. Концентрационные зависимости микротвердости полимерной системы СВМПЭ + УНМ при времени нагружения 10 с (1) и 60 с (2), нагрузка 100 г

Для композиций на основе СВМПЭ с углеродным наноматериалом (УНМ-2) значение микротвердости возрастает с увеличением доли добавки в композиции пропорционально при времени нагружения 60 с и наблюдается минимум значений для малых величин добавок при кратковременном нагружении (10 с) (рис. 3).

Проведенные исследования свидетельствуют о значительном увеличении прочностных характеристик, величин микротвердости и теплостойкости композиционных материалов на основе сверхвысоко-молекулярного полиэтилена, что свидетельствует о серьезных структурных изменениях в полимерной матрице при введении углеродного наноматериала.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Переработка полимеров в твердой фазе. Физико-химические основы / Г.С. Баронин, М.Л. Кербер, Е.В. Минкин, Ю.М. Радько. – М. : Машиностроение–1, 2002. – 320 с.
2. Гусев, А.И. Наноматериалы, наноструктуры, нанотехнологии / А.И. Гусев. – М. : Физматлит, 2005.
3. Гусев, А.И. Нанокристаллические материалы / А.И. Гусев. – М. : Физматлит, 2001.

УДК 621.929.3

НОЦ ТамбГТУ-ИСМАН "Твердофазные технологии"

М.В. Соколов, А.С. Клинков, П.С. Беляев

РАСЧЕТ ТЕМПЕРАТУРЫ РЕЗИНОВОЙ СМЕСИ В КАНАЛАХ ЭКСТРУЗИОННОЙ ГОЛОВКИ

Для того чтобы учесть влияние подвулканизации резиновых смесей в каналах экструзионной головки с помощью расчетного критерия JB [1] нами разработаны уравнения для расчета температурного поля по длине формирующих каналов экструзионной головки, которые аналогичны [2].

В экструзионной головке при переработке резиновых смесей в основном можно выделить пять последовательных участков (рис. 1).

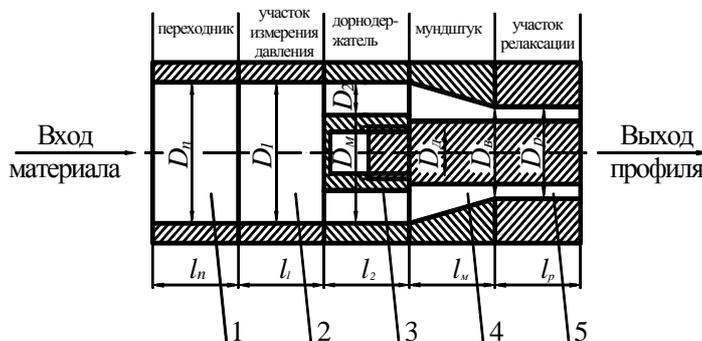


Рис. 1. Геометрия формирующих каналов экструзионной головки:

1, 2 – цилиндрический; 3 – дорнодержатель (три канала произвольной формы); 4 – конический кольцевой; 5 – цилиндрический кольцевой

Схема тепловых потоков, входящих в элементарный объем канала размерами D и ∂l и выходящих из него, показана на рис. 2. Тепло переносится вместе с перерабатываемым материалом в направлении продольной оси l , средняя скорость которого V_M [2]:

$$V_M = Q / (\pi D_n^2 / 4). \quad (1)$$

При этом тепловой поток

$$q_l = \rho c V_M T. \quad (2)$$

После дифференцирования по l получено

$$\partial q_l / \partial l = \rho c V_M (\partial T / \partial l). \quad (3)$$

За счет диссипации резиновой смеси генерируется тепловой поток

$$q_{\text{дис}} = \tau \dot{\gamma} = \eta \dot{\gamma}^2. \quad (4)$$

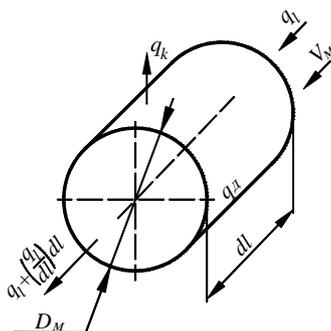


Рис. 2. Элементарный объем канала

Далее условно принимается, что $\dot{\gamma} = 8V/D_n$, а температура равна среднеинтегральному ее значению по длине канала:

$$\tilde{T} = \frac{1}{l} \int_0^l T(l) dl. \quad (5)$$

Тепловой поток, отводимый в каналы корпуса, пропорционален коэффициенту теплоотдачи α и разности температур перерабатываемого материала и стенок корпуса

$$q_k = \alpha (T - T_k). \quad (6)$$

Коэффициент теплоотдачи определяется соотношением

$$\alpha = 2k\lambda/D.$$

Тепловой баланс рассмотренных потоков описывается уравнением

$$q_l \pi D_M^2 / 4 + q_d \pi D_M^2 / 4 dl = [q_l + (\partial q_l / \partial l) dl] \pi D_M^2 / 4 + q_k \pi D_M dl. \quad (7)$$

Решение теплового баланса путем интегрирования по l дает уравнения для температурного поля по длине канала. Температура перерабатываемого материала по длине канала l (рис. 1)

$$T(l) = T_1 + G_1 \exp\left(\frac{E}{R\tilde{T}_{cp1}}\right) - \left(G_1 \exp\left(\frac{E}{R\tilde{T}_{cp1}}\right) - T_{nb} + T_1\right) \exp(-A_1 l). \quad (8)$$

Средняя температура перерабатываемого материала по длине цилиндрического канала

$$\tilde{T}_{cp1} = T_1 + G_1 \exp\left(\frac{E}{R\tilde{T}_{cp1}}\right) \left(1 + \frac{e^{-A_1 l} - 1}{A_1 l}\right) + (-T_{nb} + T_1) \frac{e^{-A_1 l} - 1}{A_1 l}, \quad (9)$$

где $G_1 = \frac{m_1 D_1^2}{4k\lambda_1} (\dot{\gamma}_1)^{n+1}$; $A_1 = 4k_1 \frac{a_1}{V_1 D_1^2}$; $a_1 = \frac{\lambda_1}{\rho_1 c_1}$; $\dot{\gamma}_1 = \frac{8V_1}{D_1}$.

Температура перерабатываемого материала по длине участка 2 (рис. 1), где измеряется давление аналогично температурному полю по длине участка переходника.

Температурное поле перерабатываемого материала по длине дорнодержателя (рис. 1) аналогично температурному полю по длине переходника при условии, что средняя скорость материала, поступающего в один канал, равна

$$V_2 = \frac{4Q}{n_k \pi D_2^2},$$

где n_k – количество каналов по длине дорнодержателя ($n_k = 3$).

Температурное поле перерабатываемого материала по длине мундштука без учета дорна (рис. 1) аналогично температурному полю по длине участка переходника при условии, что

$$D_M = \frac{D_{M.BX} + D_{M.BYX}}{2}$$

или $D_M = f(l_M)$, $D_M(l) = D_{M.BX} - \frac{l}{l_M} (D_{M.BX} - D_{M.BYX})$; (10)

$$T_M(l) = T_M + G_M \exp\left(\frac{E}{R\tilde{T}_{M.cp}}\right) - \left(G_M \exp\left(\frac{E}{R\tilde{T}_{M.cp}}\right) - T_{2BB} + T_M\right) \exp(-A_M l). \quad (11)$$

Средняя температура перерабатываемого материала по длине конического канала

$$\tilde{T}_{cp.M} = T_M + G_M \exp\left(\frac{E}{R\tilde{T}_{cp.M}}\right) \left(1 + \frac{e^{-A_M l} - 1}{A_M l}\right) + (-T_{2BB} + T_M) \frac{e^{-A_M l} - 1}{A_M l}, \quad (12)$$

где $G_M = \frac{m_M D_M^2}{4k\lambda_M} (\dot{\gamma})^{n+1}$; $A_M = 4k_M \frac{a_M}{V_M D_M^2(l)}$; $a_M = \frac{\lambda_M}{\rho_M c_M}$;

$$V_M = \frac{4Q}{\pi D_M^2(l)}; \dot{\gamma} = \frac{256Q}{\pi(D+d)^3}.$$

Температурное поле по длине канала участка релаксации без учета дорна (рис. 1) аналогично температурному полю по длине переходника.

Температурное поле по длине канала мундштука с учетом дорна.

Скорость перерабатываемого материала, поступающего в конический кольцевой канал,

$$V_{мд} = \frac{4Q}{\pi[D_D^2 - D_M^2(l)]}. \quad (15)$$

Тепловой поток

$$q_l = \rho_{мд} c_{мд} V_{мд} T. \quad (16)$$

Тепловой поток, отводимый в каналы корпуса (мундштука), пропорционален коэффициенту теплоотдачи α и разности температур перерабатываемого материала и стенок корпуса:

$$q_{мд} = \alpha(T - T_{мд}), \quad (17)$$

где $\alpha = k\lambda_{мд} \frac{D_M(l) - D_D}{2}$; $H = \frac{D_M(l) - D_D}{2}$.

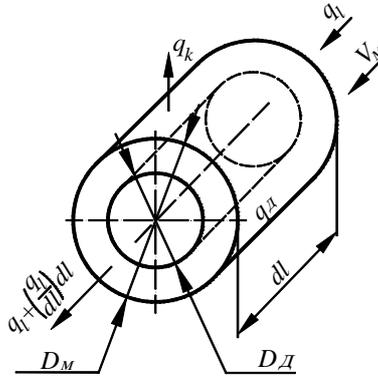


Рис. 3. Элементарный объем канала с учетом дорна

Тепловой баланс (рис. 3) описывается уравнением

$$\begin{aligned} \frac{q_l \pi (D_M^2(l) - D_D^2)}{4} + q_d \frac{\pi (D_M^2(l) - D_D^2)}{4} dl = \\ = \left[q_l + \left(\frac{dq_l}{dz} \right) dz \right] \frac{\pi (D_M^2(l) - D_D^2)}{4} + q_{мд} \pi D_M dl. \end{aligned} \quad (18)$$

Решение теплового баланса путем интегрирования по l дает уравнение для температурного поля по длине канала

$$\rho c V_{мд} \frac{dT}{dl} = m_{мд} \dot{\gamma}^{n+1} \exp \frac{E}{RT} - \frac{2D_M(l) k \lambda_{мд}}{(D_M(l) + D_D)} (T - T_{мд}).$$

Температурное поле по длине конического кольцевого канала (рис. 1)

$$T(l) = T_{мд} + G_{мд} \exp \left(\frac{E}{RT_{ср.мд}} \right) - \left(G_{мд} \exp \left(\frac{E}{RT_{ср.мд}} \right) - T_{2b} + T_{мд} \right) \exp(-A_{мд} l). \quad (19)$$

Средняя температура по длине конического кольцевого канала

$$\tilde{T}_{ср.мд} = T_{мд} + G_{мд} \exp \left(\frac{E}{RT_{ср.мд}} \right) \left(1 + \frac{e^{-A_{мд} l_{мд}} - 1}{A_{мд} l_{мд}} \right) + (-T_{2b} + T_{мд}) \frac{e^{-A_{мд} l_{мд}} - 1}{A_{мд} l_{мд}}, \quad (20)$$

где

$$G_{мд} = \frac{m_{мд} (D_M(l) + D_D)}{4k\lambda_{мд} D_M(l)} (\dot{\gamma})^{n+1}; A_{мд} = 4k_{мд} \frac{a_{мд} D_M(l)}{V_{мд} (D_M(l) + D_D)}; a_{мд} = \frac{\lambda_{мд}}{\rho_{мд} l_{мд}};$$

$$\dot{\gamma} = \frac{22,32Q}{\pi(R_0 + R_b)} \frac{1}{(\delta_1 + \delta_2)^2};$$

где $R_0 = \frac{D_M + D_d}{4}$; $R_b = \frac{D_B + D_d}{4}$; $\delta_1 = \frac{D_M - D_d}{2}$; $\delta_2 = \frac{D_B - D_d}{2}$.

Температурное поле по длине круглого кольцевого канала (рис. 1)

$$T(l) = T_{рд} + G_{рд} \exp\left(\frac{E}{RT_{ср,рд}}\right) - \left(G_{рд} \exp\left(\frac{E}{RT_{ср,рд}}\right) - T_{мд} + T_{рд}\right) \exp(-A_{рд}l).$$

(21)

Средняя температура по длине круглого кольцевого канала

$$\tilde{T}_{ср} = T_{рд} + G_{рд} \exp\left(\frac{E}{RT_{ср,рд}}\right) \left(1 + \frac{e^{-A_{рд}l_{рд}} - 1}{A_{рд}l_{рд}}\right) + (-T_{рд} + T_{мд}) \frac{e^{-A_{рд}l_{рд}} - 1}{A_{рд}l_{рд}}, \quad (22)$$

где $G_{мд} = \frac{m_{рд}(D_p + D_{рд})}{4k\lambda_{рд}D_p} \dot{\gamma}^{n+1}$; $A_{рд} = 4k_{рд} \frac{a_{рд}D_p}{V_{рд}(D_p + D_{рд})}$; $a_{мд} = \frac{\lambda_{рд}}{\rho_{рд}l_{рд}}$;

$$\dot{\gamma} = \frac{5,58Q}{\pi(R_H + R_B)} \frac{1}{(R_H - R_B)^2};$$

где $R_H = \frac{D_p}{2}$; $R_B = \frac{D_{рд}}{2}$.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бекин, Н.Г. Расчет технологических параметров и оборудования для переработки резиновых смесей в изделия / Н.Г. Бекин. – Л. : Химия, 1987. – 272 с.
2. Басов, Н.И. Расчет и конструирование оборудования для производства и переработки полимерных материалов / Н.И. Басов, Ю.В. Казанков, В.А. Любартович. – М. : Химия, 1986. – 488 с.
3. Рябинин, Д.Д. Червячные машины для переработки пластических масс и резиновых смесей / Д.Д. Рябинин, Ю.Е. Лукач. – М. : Машиностроение, 1965.

Кафедра "Переработка полимеров и упаковочное производство"

УДК 66.083

С.И. Лазарев, О.А. Абоносимов, М.А. Рябинский

ИССЛЕДОВАНИЕ КОЭФФИЦИЕНТА ВЫДЕЛЕНИЯ ПРИ ЭЛЕКТРОБАРОМЕМБРАННОМ РАЗДЕЛЕНИИ ВОДНОГО РАСТВОРА АНИЛИНА

В представленной работе проведены исследования по определению зависимости коэффициента выделения от параметров ведения процесса электробаромембранного разделения водных растворов. В качестве объекта исследования использовался водный раствор анилина. Экспериментальные исследования проводились на электробаромембранной установке плоскокамерного типа на двух видах мембран – МГА-100 и ОПМ-К. На рис. 1 представлена схема электробаромембранной установки.

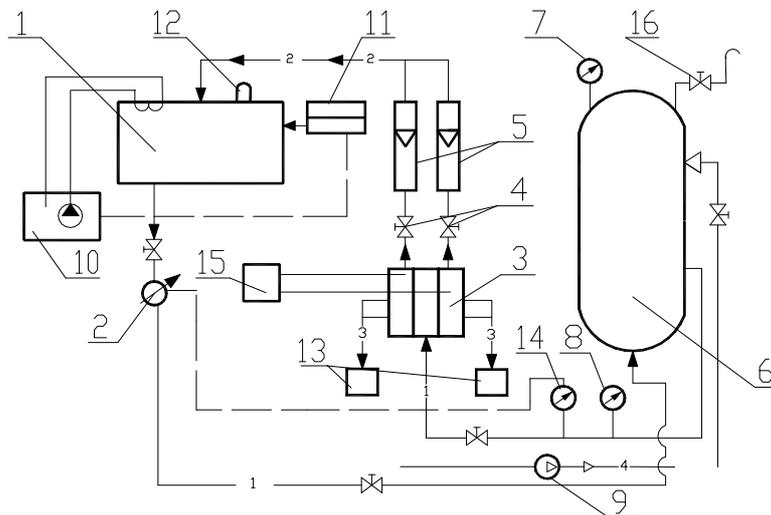


РИС. 1. СХЕМА ЭЛЕКТРОБАРОМЕМБРАННОЙ УСТАНОВКИ ПЛОСКОКАМЕРНОГО ТИПА

Установка работает следующим образом. Из расходной емкости 1, через систему вентилях высокого давления рабочий раствор нагнетается в камеру разделения плунжерным насосом НД100/63 2. Пройдя рабочую ячейку 3, дроссели 4 и поплавковые ротаметры 5, разделяемый раствор по шлангу возвращается в расходную емкость 1. Для сглаживания пульсаций давления и расхода в системе установлен ресивер 6, который представляет собой цилиндрический сварной сосуд ($V = 3,5$ л), предварительно заполняемый сжатым воздухом до давления, составляющего 30...40 % от рабочего, компрессором высокого давления 9. Давление в установке контролируется образцовым манометром 8, установленным до ячейки 3. Кроме измерительного манометра, в установке используется электроконтактный манометр 14, который при превышении давления в системе выше установленного значения отключает плунжерный насос 2 с помощью электроконтактного реле. Расход раствора задается регулированием рабочего хода плунжерного насоса 2. Температура раствора в системе определялась температурой воды в термостате 10 и регулировалась потенциометром 11 автоматически. Регулирование напряжения и, как следствие, плотности тока в процессе электроосмофилтрации производились блоком питания 15.

Раствор, прошедший в результате разделения через мембраны, собирается в стеклянные емкости 13. Сброс давления в системе осуществляется игольчатым вентилем 16. Колебания давления и расхода на описанной установке не превышали 5 % от установленного значения.

Основным элементом установки является разделительная ячейка 3. Конструкция ячейки, предназначенная для проведения процесса электроосмофилтрации, подробно описана в работе [1].

По экспериментальным данным рабочего опыта рассчитывали коэффициент выделения

$$k = 1 - \varphi, \quad (1)$$

где φ – коэффициент задерживания мембран.

Коэффициент задерживания мембран можно определить по формуле

$$K = 1 - 1 + \frac{C_{\text{пер}}}{C_{\text{исх}}} = \frac{C_{\text{пер}}}{C_{\text{исх}}}, \quad (2)$$

где $C_{\text{исх}}$, $C_{\text{пер}}$ – концентрации растворенных веществ в исходном растворе и пермеате, кг/м³.

В наших исследованиях было установлено, что на коэффициент выделения в электроосмофилтрационном процессе значительно влияют не только факторы, присущие обратнoсмотическому разделению, но и дополнительные, такие как плотность тока i . На рис. 2. представлены зависимости коэффициента выделения от плотности тока для исследуемого водного раствора анилина на мембранах МГА-100 и ОПМ-К.

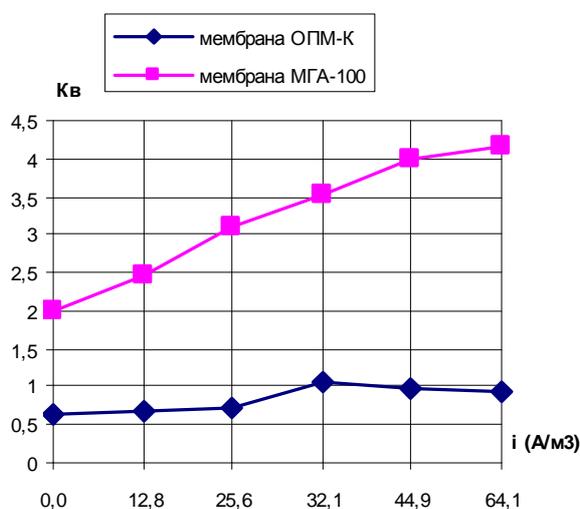


Рис. 2. Зависимость коэффициента выделения от плотности тока для водного раствора анилина

При экспериментальном исследовании на мембране МГА-100 с увеличением плотности тока наблюдается увеличение коэффициента выделения, что вполне объясняется, исходя из общей схемы массопереноса при электроосмофилтрации. С увеличением плотности тока увеличивается количество катионов анилина, протекающих через прикатодную мембрану, следовательно, уменьшается коэффициент задерживания и увеличивается коэффициент выделения.

Зависимости аналогичного характера наблюдались при разделении водного раствора анилина на мембране ОПМ-К, т.е. на основании проведенных исследований и сделанного анализа экспериментальных данных установлено, что для исследованного водного раствора анилина при помощи электрического поля можно эффективно управлять процессом разделения в электробаромембранных методах.

Для теоретического расчета коэффициента выделения было получено уравнение следующего вида:

$$k = 1 - \varphi = \frac{1}{1 + \left(\frac{1}{kk_1} - 1 \right) \left[1 - \exp \left(- \frac{Ghkk_2}{P_d} \right) \right] \exp \left(- \frac{G0,00021k_3}{P\sqrt{w}} \right)}, \quad (3)$$

где k_1, k_2, k_3 – эмпирические коэффициенты, характеризующие систему мембрана раствор определены при изучении коэффициента задерживания; D_0, D_m – коэффициенты диффузии в свободном объеме и в мембране, соответственно; коэффициент диффузии в мембране

$$D_m = \kappa D_0, \quad (4)$$

где $\kappa = 1/\gamma$ – коэффициент распределения, определяется при исследовании сорбции мембран; w – среднее значение скорости раствора над мембраной; G – удельную производительность, $\text{м}^3/\text{м}^2 \cdot \text{с}$; P_d – коэффициент диффузионной проницаемости, $\text{м}^2/\text{с}$; h – толщина мембраны, м.

Работа поддержана грантом (код ГРНТИ 61.13.19) "Теоретические и практические аспекты электробаромембранного выделения и целевого получения веществ из промышленных стоков".

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Лазарев, С.И. Очистка технической воды на обратноосмотической установке плоскокамерного типа / С.И. Лазарев, В.В. Мамонтов, С.В. Ковалев // Известия вузов. Химия и химическая технология. – Иваново : – 2006. – Т. 49. – Вып. 9. – С. 52 – 54.

Кафедра "Прикладная геометрия и компьютерная графика"

УДК 539.219.3

А.М. Климов

ОБЗОР НЕКОТОРЫХ МОДЕЛЕЙ АНОМАЛЬНОЙ ДИФФУЗИИ В ПОЛИМЕРАХ

Массоперенос в системах полимер–растворитель часто сопровождается аномалиями, характеризующимися тем, что кинетика процессов переноса не может быть описана уравнением Фика.

Без изучения причин, обуславливающих аномальные отклонения, невозможно рассчитать кинетику процесса переноса (сушку, сорбцию или десорбцию).

Опыт исследований по аномальным диффузионным процессам позволяет выделить некоторые из известных математических моделей, описывающих миграцию растворителя в полимере. В каждой из них учитываются превалирующие физико-механические причины.

Например, модель по предыстории образца предполагает, что величина коэффициента диффузии в любом элементе системы зависит от предыстории распределения концентрации смачивающего вещества в нем.

На основании допущений, что поверхностная концентрация остается постоянной, а быстрые или медленные изменения коэффициента диффузии идут независимо друг от друга, Крэнк [1] получил для суммарного изменения коэффициента диффузии следующее уравнение:

$$\left(\frac{\partial D}{\partial \tau}\right)_x = \left[\frac{\partial D_i(c)}{\partial c}\right] \left(\frac{\partial c}{\partial \tau}\right) + \alpha(c)[D_0(c) - D], \quad (1)$$

где D – наблюдаемый коэффициент диффузии; $D_i(c)$ – коэффициент диффузии, связанный с непрерывными изменениями полимерной структуры под действием сорбата с концентрацией c ; $\alpha(c)$ – множитель, характеризующий сегментальную подвижность структурной матрицы и скорость приближения D к $D_0(c)$; $D_0(c)$ – коэффициент диффузии в равновесном состоянии.

Расчеты по уравнению (1) дали S-образные и псевдонормальные кинетические кривые.

Фришем и др. [1] предложена математическая модель массопереноса, учитывающая влияние внутренних напряжений. В основное уравнение массопереноса они включили, помимо градиента химического потенциала, второй член, учитывающий парциальное изменение напряжений в зависимости от парциального давления смачивающего вещества:

$$\frac{\partial c}{\partial \tau} = \frac{\partial}{\partial x} \left[D(c, x, \tau) \frac{\partial c}{\partial x} - B(c, x, \tau)_S c \right], \quad (2)$$

где B – коэффициент подвижности структуры; μ – химический потенциал; S – парциальный тензор напряжения в одном направлении.

Эта модель при определенных аппроксимирующих подходах может описывать диффузию по Фику, S-образный тип сорбции, а также двухступенчатую диффузию в некоторых стеклообразных полимерах.

Модель микрогетерогенной системы [2] предполагает, что полимер гетерогенен и состоит из двух фаз, составляющих скелет (матрицу), в котором происходит миграция переносимого вещества, а уравнение диффузии записывается в виде

$$\frac{\partial c(I)}{\partial \tau} + \frac{\partial c(II)}{\partial \tau} = D(I) \frac{\partial^2 c(I)}{\partial x^2} + D(II) \frac{\partial^2 c(II)}{\partial x^2}, \quad (3)$$

где $D(I)$ и $D(II)$ – локальные коэффициенты диффузии в фазах.

Чалых А.Е. [3] решил уравнение (3) численными методами при условии осуществления диффузии в гетерогенной полимерной системе в две стадии с существенно различными скоростями и получил окончательное выражение, описывающее кинетику массопереноса в виде

$$\frac{M_\tau}{M_\infty} = f(F_{0m,1}, F_{0m,2}, \alpha, \beta), \quad (4)$$

$$\text{где } F_{0m,1} = \frac{D(I)\tau}{R^2(I)}; F_{0m,2} = \frac{D(II)\tau}{R^2(II)}; \alpha = \frac{D(I)R^2(II)}{D(II)R^2(I)}; \beta = \frac{\delta D(I)R^2(II)}{D(II)R^2(I)}.$$

Однако, модель имеет тот недостаток, что не позволяет воспроизвести закономерности сорбционных и десорбционных процессов без данных о форме и размерах элементов фаз, составляющих полимерную гетерогенную систему, что требует специальных исследований.

Наилучшее описание аномального массопереноса получается при рассмотрении изменения поверхностной концентрации во времени [5]. Считают, что главным критерием массопереноса подчиняющегося закону Фика, служит быстрое достижение равновесного значения поверхностной концентрации при скачкообразном изменении парциального давления в среде и ее постоянство в процессе последующей диффузии. В эластомерах при температурах выше температуры стеклования поверхностная концентрация диффузанта достигает равновесного значения практически мгновенно.

Фуджитой [4] предложена наиболее универсальная форма уравнения изменения поверхностной концентрации

$$c_s = c_0 + (c_i - c_0)(1 - e^{-\gamma t}) + (c_e - c_i)(1 - e^{-\beta t}), \quad (5)$$

где c_0 – начальная поверхностная концентрация; γ – параметр, характеризующий скорость роста c_s до c_i для стеклообразных полимеров с очень малым содержанием сорбата.

Применение этого уравнения в качестве граничного условия для уравнения Фика с различными параметрами D , c_i , β и γ дает семейство кривых, хорошо согласующихся с экспериментальными кривыми, полученными для ряда аномальных систем застеклованный полимер-сорбат.

Авторами [5] разработана математическая модель массопереноса в бесконечной пластине, основанная на двух предпосылках, учитывающих аномалии в процессе массопереноса в полимере с изменяемой структурой: 1) изменение D по координате; 2) медленное установление диффузионного равновесия на поверхности материала. Значения $D = f(c)_T$ характеризуют массопроводные свойства некоторой сердцевинной структуры полимера. В поверхностном слое толщиной δ со структурой переменной твердости (следовательно, изменяющейся структуры) диффузионный коэффициент есть функция не только концентрации c , температуры T , но и координаты x и представляется в виде $D = \alpha(x) D(c, T)$, где $\alpha(x)$ – постоянна в некотором интервале $0 \leq x \leq (R - \delta)$ и линейно изменяется в интервале $(R - \delta) \leq x \leq e$.

В соответствии с допущениями

$$\alpha(x) = \begin{cases} 1; \\ \left(\frac{\beta-1}{\delta}\right)(x-e) + \beta; \end{cases} \quad 0 \leq x \leq R; \quad \alpha(x) = \begin{cases} 1; \\ \left(\frac{\beta-1}{\delta}\right)(x-R) + \beta; \end{cases};$$

$$D = \begin{cases} D(c, T), & 0 \leq x \leq (R - \delta); \\ \left(\frac{\beta-1}{\delta}\right)(x-R) + \beta \Big) D(c, T), & (R - \delta) \leq x \leq R, \end{cases} \quad (6)$$

где $D(c, T)$ – коэффициент диффузии в ядре листа по данным экспериментальных измерений.

При фиксированных положениях координаты $x = R - \delta$ и $x = R$ коэффициент диффузии принимает соответствующие значения $D = f(c, T)$ и $D = \beta f(c, T)$.

Как показано выше, вторым проявлением аномальности в процессе массопереноса является медленное установление диффузионного равновесия на поверхности материала. Это явление объясняется набуханием.

Принимая, что влагосодержание на поверхности листа при массопереносе описывается функцией $c_n(x = \pm R, \tau = c_0 \exp(-\gamma\tau) + cp)$, а уравнение массопроводности с учетом изложенного имеет вид

$$\frac{\partial c}{\partial \tau} = \frac{\partial}{\partial x} \left[\alpha(x) D(c, T) \frac{\partial c}{\partial x} \right]. \quad (7)$$

Путем серии расчетов, предварительно подобрав множитель β , определяющий структурную функцию, находили зависимость (6) и осуществляли расчет кинетики процесса по уравнению (7), принимающей вид для T_{const}

$$\frac{\partial c}{\partial \tau} = \frac{\partial}{\partial x} \left[\alpha(x) D(c) \frac{\partial c}{\partial x} \right]. \quad (8)$$

Сопоставление результатов расчета по приведенной модели в виде $c = f(\tau)$ и полей концентраций с экспериментальными данными обнаруживает хорошее совпадение их и подтверждает адекватность разработанной модели.

Таким образом, можно сделать вывод о том, что в зависимости от температур и концентрации растворителя полимер может пребывать в трех основных макросостояниях: застеклованном, промежуточном и эластичном (подвижном). Состояние полимера можно легко оценить с помощью термомеханических кривых и выделить область состояния полимера или найти такие параметры процесса, когда отклонение от закона Фика минимально.

1. Frish, H.L. Modified Free-volume Theory of Penetrant Diffusion in Polymers / H.L. Frish, D. Klemperer // Macromolecules. – Washington. – 1971. – Vol. 4, N 1. – P. 237.
2. Рейтлингер, С.А. Проницаемость полимерных материалов / С.А. Рейтлингер. – М.: Химия, 1974. – 272 с.
3. Чалых, А.Е. Диффузия в полимерных системах: автореф. дис. ... д-ра хим. наук / А.Е. Чалых. – М., 1974. – 68 с.
4. Fujita, H. Diffusion in Polymer – Diluent Systems / H. Fujita // Fortschritte der Hochpolymeren-Forschung. – Berlin. – 1961. – Bd. 3. – H. 1. – P. 1 – 47.
5. Климов, А.М. Исследование кинетических закономерностей в процессе сушки полимера от органического растворителя: дис. ... канд. техн. наук / А.М. Климов. – М., 1980. – 215 с.

Кафедра "Технологическое оборудование и пищевые технологии"

УДК 678.023

Д.Л. Полушкин, А.С. Климов, М.В. Соколов

АНАЛИЗ ИНТЕГРАЛЬНОГО КРИТЕРИЯ КАЧЕСТВА ПРИ ПЕРЕРАБОТКЕ ПОЛИМЕРОВ НА ВАЛКОВЫХ МАШИНАХ

В течение всего цикла переработки полимеров на материал со стороны технологического оборудования оказывает влияние сдвиговая деформация. Ее величина зависит от технологических характеристик процесса и конструктивных параметров технологического оборудования.

Таким образом, при переработке полимерных материалов на валковых машинах определяющее значение, оказывающее влияние на величину сдвиговой деформации, имеют величина зазора между валками h_0 , трение f и объем материала на валках, характеризующийся координатами входа X_H и выхода X_K .

В соответствии с основными положениями теории ламинарного смешения смесительное воздействие при однократном прохождении вальцуемого материала через зазор можно оценить по величине средней деформации сдвига, которая при этом реализуется в элементарном объеме вальцуемой массы.

В зоне поступательного течения линии тока располагаются примерно параллельно поверхности валков. Поэтому величина деформации сдвига в пределах этой зоны определится выражением [1]:

$$\begin{aligned} \gamma &= \left(\frac{R}{h_0}\right)^{1/2} \frac{U_0}{v_x} \int_{X_H}^{X_K} \frac{3\eta(X^2 - X_H^2) + \lambda(1 + X^2)}{(1 + \lambda^2)^2} dX = \\ &= \left(\frac{R}{h_0}\right)^{1/2} \frac{U_0}{v_x} \left\{ \frac{3\eta}{4} \left[(1 - X_K^2)(\arctg X_K - \arctg X_H) + \frac{(1 + X_K^2)X_H - X_K}{1 + X_H^2} \right] + \right. \\ &\quad \left. + \frac{\lambda}{2} \left(\frac{X_K}{1 + X_K^2} - \frac{X_H}{1 + X_H^2} + \arctg X_K - \arctg X_H \right) \right\}, \end{aligned} \quad (1)$$

где v_x – скоростной поток в направлении оси X ; $U_0 = (U_1 + U_2)/2$ – средняя величина окружной скорости валков см/с; U_1 , U_2 – величины окружных скоростей соответственно заднего и переднего валков, см/с; $\lambda = \frac{U_1 - U_2}{2U_0}$; $\eta = y/h$; R – радиус валков, см; h_0 – половина межвалкового зазора, см.

Величина средней деформации сдвига, которой подвергается удельный объем материала при однократном проходе через зазор:

$$\bar{\gamma} = \frac{\int_{-1}^{+1} \gamma d\eta}{Q \frac{X_K X_H}{U_0}}, \quad (2)$$

при этом

$$X_K^2 = \frac{Q}{2U_0 h_0} - 1. \quad (3)$$

Тогда, учитывая выражение (3), получим

$$\bar{\gamma} = \frac{\int_{-1}^{+1} \gamma d\eta}{2h_0(2h_0 R)^{1/2} (1 + X_K^2)(X_K - X_H)}. \quad (4)$$

Вычислим определенный интеграл, входящий в уравнение (2):

$$\int_{-1}^{+1} \eta d\eta \approx \frac{1}{U_0} \frac{1 - \lambda}{[1 - \lambda^2(1 + X_K^2)]}; \quad (5)$$

$$\int_{-1}^{+1} d\eta = \frac{1}{2U_0(1 + X_K^2)}. \quad (6)$$

Тогда, величина средней удельной деформации сдвига, реализуемой за один проход при вальцевании с фрикцией, будет определяться выражением

$$\bar{\gamma} = \left\{ \frac{3}{4} \left[(1 - X_k^2)(\arctg X_k - \arctg X_H) + \frac{(1 + X_k^2)X_H - X_k^2}{1 + X_H^2} \right] \times \right. \\ \left. \times \frac{1 - \lambda}{1 - \lambda^2(1 + X_k^2)} + \frac{\lambda}{4(1 + X_k^2)} \left(\frac{X_k}{1 + X_k^2} - \frac{X_H}{1 + X_H^2} + \arctg X_k - \arctg X_H \right) \right\} \times \\ \times \frac{1}{\left[2\sqrt{2}h_0^2 L_v (1 + X_k^2)(X_k - X_H) \right]}, \quad (7)$$

где L_v – длина валка, см.

Суммарная величина смесительного воздействия, которому подвергается материал за все время вальцевания, равна произведению однократного воздействия на число проходов:

$$\gamma_{\Sigma} = \bar{\gamma} i(t), \quad (8)$$

где $i(t) = \frac{U_0 t (1 + X_k^2)}{(X_k - X_H) \sqrt{2Rh_0}}$ – число проходов; t – время вальцевания, с.

Были проведены исследования по оценке влияния величины зазора между валками $2h_0$, фрикции $f = U1 / U2$ на значение суммарной величины сдвига т.е. расчетного интегрального критерия качества при заданной величине производительности (табл. 1), максимальной интенсификации процесса и времени пребывания t (табл. 2).

Анализ полученных значений показывает однозначную зависимость расчетного интегрального критерия качества γ_{Σ} от величины зазора между валками $2h_0$, фрикции f и времени вальцевания t . Причем, уменьшение зазора между валками приводит более резкому увеличению γ_{Σ} по сравнению с увеличением фрикции f , что вызвано увеличением сдвиговой деформации.

1. Расчетные значения интегрального критерия качества при заданной производительности

Режим: $Q = 0,3$ кг/ч; $X_H = 3,47$; $n = 5$ об/мин			
при $f = 1$	$h_0 = 0,05$ см	$t = 912,22$ с	$\gamma_{\Sigma} = 918,876$
	$h_0 = 0,075$ см	$t = 1333,72$ с	$\gamma_{\Sigma} = 487,52$
	$h_0 = 0,1$ см	$t = 1770,78$ с	$\gamma_{\Sigma} = 315,32$
	$h_0 = 0,125$ см	$t = 2182,28$ с	$\gamma_{\Sigma} = 222,44$
при $f = 1,36$	$h_0 = 0,05$ см	$t = 912,22$ с	$\gamma_{\Sigma} = 1049$
	$h_0 = 0,075$ см	$t = 1333,72$ с	$\gamma_{\Sigma} = 557$
	$h_0 = 0,1$ см	$t = 1770,78$ с	$\gamma_{\Sigma} = 360,263$
	$h_0 = 0,125$ см	$t = 2182,28$ с	$\gamma_{\Sigma} = 254,15$
при $f = 2$	$h_0 = 0,05$ см	$t = 912,22$ с	$\gamma_{\Sigma} = 1352,283$
	$h_0 = 0,075$ см	$t = 1333,72$ с	$\gamma_{\Sigma} = 717,47$
	$h_0 = 0,1$ см	$t = 1770,78$ с	$\gamma_{\Sigma} = 464$
	$h_0 = 0,125$ см	$t = 2182,28$ с	$\gamma_{\Sigma} = 327,36$

2. Расчетные значения интегрального критерия качества при заданном времени вальцевания

Режим: $t \approx 912$ с; $X_H = 3,47$; $n = 5$ об/мин			
при $f = 1$	$h_0 = 0,05$ см	$Q = 0,3$ кг/ч	$\gamma_{\Sigma} = 918,876$
	$h_0 = 0,075$ см	$Q = 0,442$ кг/ч	$\gamma_{\Sigma} = 333,1$
	$h_0 = 0,1$ см	$Q = 0,58$ кг/ч	$\gamma_{\Sigma} = 162,27$
	$h_0 = 0,125$ см	$Q = 0,717$ кг/ч	$\gamma_{\Sigma} = 92,98$
при $f = 1,36$	$h_0 = 0,05$ см	$Q = 0,3$ кг/ч	$\gamma_{\Sigma} = 1079$
	$h_0 = 0,075$ см	$Q = 0,442$ кг/ч	$\gamma_{\Sigma} = 380,58$
	$h_0 = 0,1$ см	$Q = 0,58$ кг/ч	$\gamma_{\Sigma} = 185,4$

	$h_0 = 0,125$ см	$Q = 0,717$ кг/ч	$\gamma_{\Sigma} = 106,23$
при $f = 2$	$h_0 = 0,05$ см	$Q = 0,3$ кг/ч	$\gamma_{\Sigma} = 1435,6$
	$h_0 = 0,075$ см	$Q = 0,442$ кг/ч	$\gamma_{\Sigma} = 490,22$
	$h_0 = 0,1$ см	$Q = 0,58$ кг/ч	$\gamma_{\Sigma} = 238,8$
	$h_0 = 0,125$ см	$Q = 0,717$ кг/ч	$\gamma_{\Sigma} = 136,83$

Таким образом, зная режимные переменные и конструктивные параметры валкового оборудования можно оценить реализуемую в процессе вальцевания степень гомогенезации, обеспечивающую заданные показатели качества пластика полимерных материалов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Торнер, Р.В. Теоретические основы переработки полимеров (механика процессов) / Р.В. Торнер. – М. : Химия, 1977.

Кафедра "Переработка полимеров и упаковочное производство"

УДК 5401

А.И. Леонтьева, Н.П. Утробин

НАНОСТРУКТУРИРОВАННЫЕ МАТЕРИАЛЫ, КАТАЛИЗАТОРЫ И ИНИЦИАТОРЫ ОРГАНИЧЕСКОГО И НЕФТЕ-ХИМИЧЕСКОГО СИНТЕЗА

Выполнены научные исследования, направленные на разработку новых процессов диазотирования, азосочетания, ацилирования и алкилирования с применением наноструктурированных материалов, играющих роль катализаторов и инициаторов. Разработаны новые технологии производства азокрасителей, азокрасителей, оптических отбеливающих веществ, присадок в моторные топлива и масла с применением наноструктурированных материалов как на стадиях синтеза, так и на заключительных стадиях, формирующих выпускные формы продуктов.

Производство азокрасителей и азокрасителей. Применение на стадиях синтеза наноструктурированных материалов обеспечило получение красителя прямого черного С с высокими колористическими свойствами, превышающими имеющиеся аналоги в 1,3 раза.

Новая технология производства азокрасителя прямого черного С отличается введением на стадии диазотирования композиции наноматериалов металлов и оксидов элементов II – VI групп, использование которых обеспечило повышение селективности выхода по диазосоединению, устойчивость азотистой кислоты при повышенных температурах и увеличение скорости процесса диазотирования в 2,5 раза.

На стадии азосочетания присутствие композиции наноматериалов (металлов переменной валентности, оксидов элементов II – VII групп), позволило проводить процесс при повышенной температуре, при увеличенной селективности выхода по азосоединению и увеличении скорости процесса азосочетания от 1,7 до 12 раз.

По новой технологии производства азокрасителей при введении на стадиях синтеза наноструктурированных катализаторов (металлы и оксиды металлов I, VI и VIII групп периодической системы), получено улучшение качественных показателей (колористическая концентрация, чистота тона, насыщенность цвета) пигмента, на стадии подготовки сырья, кроме катализаторов использовалась смесь вод, кластеры которой состоят из 1, 43, 55 молекул, обработанная частотно-резонансным генератором формы.

При проведении процессов диазотирования и азосочетания оценивалось изменение концентрации диазосоединения во времени. Установлено, что наноструктурированные катализаторы инициируют увеличение скорости процесса диазотирования, повышение концентрации диазосоединения в реакционной массе, которое к тому же становится более устойчиво к разложению.

Наноструктурированные катализаторы значительно ускоряют процесс азосочетания, что приводит к уменьшению его длительности на 40 %. Высокие качественные показатели (колористическая концентрация – 160 %, чистота ΔC – 4 и насыщенность цвета ΔH – 3 полученного продукта подтверждают высокую селективность процессов производства азокрасителей на нанокатализаторах.

Производство белого КД-2. Применение традиционных способов (гранулирование, сушка) получения продукта в гранулированной выпускной форме не удовлетворяет потребителей.

Кроме того, традиционные способы гранулирования технологически сложны и энергоемки.

Нами была поставлена задача получения гранулированного продукта на стадии синтеза.

Получение белого КД-2 в гранулированном виде на стадии синтеза возможно при использовании в роли катализаторов наноструктурированных материалов и основано на совмещении процесса ацилирования динатриевой соли 4,4'бис (2-анилино-4-хлор-1,3,5-триазин-6-иламино)-стильбен-2,2-дисульфокислоты (ДХЗ) морфолином с процессом гранулообразования полученного продукта.

Выход по целевому продукту составляет 98,7 %. Применение наноструктурированных материалов и структурированной воды на стадиях производства белого КД-2 позволяет: сократить суммарное время синтеза на стадии ацилирования с 9 до 3 часов; провести процессы первого и второго ацилирования при температурах 18...22 °С (вместо 0...15 °С по существующей технологии), третье ацилирование при температуре 40...70 °С (вместо 60...95°С); получить готовый продукт с высокими качественными показателями в гранулированном виде.

Производство комплексной присадки к моторным маслам. Для получения минерального масла, не уступающего по своим эксплуатационным характеристикам базовым синтетическим маслам, разработана многофункциональная присадка на

основе наночастиц углерода "Таунит", наноструктурированных металлов переменной валентности, оксидов элементов IV – VIII групп, позволяющая заменить ряд присадок, каждая из которых выполняет лишь одну из защитных функций.

Присадка на основе наноструктурированных материалов обладает ярко выраженными ремонтно-восстановительными свойствами, повышает моюще-диспергирующие и антифрикционные свойства масла, снижает токсичность отработавших газов двигателя.

При введении в минеральное индустриальное масло 0,5 % многофункциональной присадки на основе наноструктурированных материалов коэффициент трения снизился в 1,4–1,8 раза, компрессионные свойства двигателя увеличились на 28...30 %. Использование минерального масла с этой присадкой полностью устраняет следы смолоотложения с элементов системы газораспределения.

Производство присадок к моторным топливам. В связи с введением новых технических условий ТУ 38.401-58-350–2005 использование подавляющего большинства присадок и катализаторов горения нецелесообразно в связи с ограничениями на их ввод и ужесточением требований по экологическим показателям.

Нами созданы комплексные присадки в бензины и дизельные топлива на основе ароматических углеводородов, кислородсодержащих соединений и наноматериалов (металлы I, VI, VIII групп, оксиды элементов VII группы и элементы IV группы).

Использование комплексной присадки позволило повысить октановое число модельной смеси с 70 до 83 единиц, что соответствует бензину марки Регуляр-92, снизить содержание вредных веществ в выхлопных газах по СО с 0,65 до 0,027 об. %; по СН с 650 до 20 млн⁻¹ и расход бензина в 1,15–1,3 раза.

Введение 1 мас. % комплексной присадки в летнее дизельное топливо обеспечивает снижение предельной температуры фильтруемости на 11,5 °С; снижение температуры помутнения на 11 °С; повышение цитанового числа дизельного топлива на 10; снижение содержания СО – в 1,7 раз; снижение содержания СН – в 1,35 раз; снижение содержания NO_x – в 1,15 раз; повышение удельной теплоты сгорания дизельного топлива в 1,3 раза.

Повышение полноты сгорания моторных топлив предположительно можно объяснить каталитическим воздействием наноструктурированных материалов на процесс горения "тяжелых" фракций углеводородного сырья.

Утилизация жидких и твердых отходов в прудах отстойниках органических производств. Несовершенство технологий производства органических продуктов ведет к наработке больших объемов жидких отходов, содержащих ПАВ, фенолы, ацетон, формальдегид, неорганические кислоты, нефтепродукты, соли, нетоксичные органические примеси и т.д. Неблагоприятная экологическая ситуация вызвана, в частности, возрастающими масштабами накопления промышленных стоков в прудах-отстойниках, в которых в течение десятков лет формируется многометровый слой ила, требующий утилизации с минимальным ущербом для окружающей среды.

Для решения данной проблемы предлагается использование композиций наноструктурированных материалов (металлы и оксиды металлов I, VI и VIII групп периодической системы), выступающих в качестве катализаторов фотоокислительного синтеза органических веществ до СО₂ и Н₂О.

Последовательный ввод композиций наноматериалов осуществляется в донный слой модели пруда-отстойника. Через семь суток после обработки анализировались поверхностные воды и ил на содержание сухого и прокаленного остатков, фенола, органических веществ в целом и ХПК (химическое потребление кислорода).

В результате обработки содержание органических веществ в поверхностных сточных водах снижается более чем на 60 %, в иле – на 50 %, ХПК воды – на 15 %, ила – на 30 %, содержание сухого остатка в воде и иле – на 32 %.

Применение наноструктурированных материалов в органическом синтезе обеспечивает увеличение скорости процессов и получение продуктов совершенно новой структуры, что подтверждено производством азопигментов, азокрасителей, продуктов бистриазиниламинотильбенового ряда, аминокислот, основными стадиями которых являются: ацилирование, алкилирование, диазотирование и азосочетание.

Азопигменты, красители, оптические отбеливатели, синтезированные с использованием наноструктурированных материалов, имеют более высокую колористическую концентрацию, чистоту и прозрачность.

Использование наноматериалов на заключительных стадиях производства продуктов органического синтеза позволяет регулировать качественные характеристики их выпускных форм.

Кафедра "Химические технологии органических веществ и топлив"

УДК 678.058:539.4

А.А. Букин, С.Н. Хабаров, А.Ю. Юркин

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ДЛЯ ВЫСОКОКОЛЕБЯЩИХ ПОЛИМЕРНЫХ МАТЕРИАЛОВ ВАЛКОВОГО ПЛАСТИКАТОРА-ГРАНУЛЯТОРА НЕПРЕРЫВНОГО ДЕЙСТВИЯ

При производстве резиновых клеев, паст, мастик и строительных материалов часто требуется получение гранулированных композиционных материалов на основе каучуков с заданными степенью пластичности и размером гранул. Существующее промышленное оборудование далеко не всегда позволяет получать материалы высокого качества с заданными свойствами. Поэтому в разное время предлагались различные конструкции формующих валцов для получения мерных гранул. Например, в [1] предложена конструкция формующих валцов, состоящих из двух перфорированных по всей поверхности валков, синхронно вращающихся от индивидуального привода. Недостатком данной конструкции является невозможность проведения процессов пластикации полимерных композиций из-за перфорации всей рабочей поверхности валков. В конструкции, описанной в [2] предлагаются валцы для переработки высоковязких полимерных материалов, содержащие два валька, укрепленных на станине и имеющих привод, перфорированный диск с отверстиями, закрепленный на торце рабочего валька со стороны выхода отвальцованной массы и фрезы, жестко закрепленной на торце холостого валька. Недостатком данной конструкции является низкая производительность, так как процесс гранулирования на них осуществляется под действием усилий направленных вдоль оси валька, которые намного меньше распорных усилий, создаваемых за счет давления обрабатываемого материала в межвальковом зазоре в направлении, перпендикулярном оси валька.

Авторами на основе проведенных исследований, опубликованных ранее, предлагается конструкция, позволяющая интенсифицировать процесс получения гранул высоковязких полимерных композиций с заданными степенью пластичности и размером. Решение указанной технической задачи достигается тем, что рабочий валок валцов имеет перфорированный элемент на части рабочей поверхности со стороны выхода отвальцованной массы и установленный во внутренней его полости срезающий элемент в виде вала с выступающими гребнями винтовой нарезки, которые соприкасаются с внутренней поверхностью валка и обеспечивают срезание продавленного через перфорацию материала и транспортировку гранул. Поскольку перфорация выполняется в радиальном направлении перпендикулярно оси валка, то продавливание материала происходит под действием радиальных усилий, которые значительно больше осевых, что приводит к интенсификации процесса гранулирования. При этом заданная степень пластичности гранулированного материала обеспечивается определенной величиной "запаса" вальцуемого материала на валках, зазора между валками, скоростью вращения и фрикцией валков, а размер гранул изменением диаметра отверстий в сменных фильерах, установленных в валке, и скорости вращения срезающего элемента от индивидуального привода. Схема конструкции валкового пластикатора-гранулятора представлена на рис. 1. Он содержит рабочий гранулирующий валок 1, на части рабочей поверхности которого со стороны выхода отвальцованной массы имеется перфорированный элемент, выполненный в виде сменных радиальных фильер 2, и холостой валок 3, укрепленные на общей станине. Диаметр и форма отверстий в фильерах 2 могут быть различны в зависимости от требуемого размера гранул. Внутри рабочего валка 1 установлен срезающий элемент 4 в виде вала с выступающими гребнями

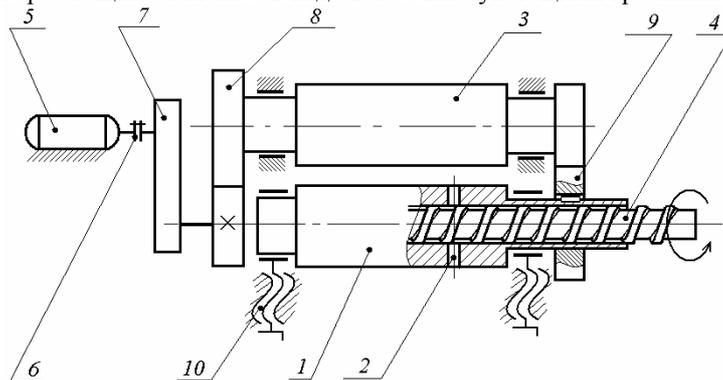


Рис. 1. Схема валкового пластикатора-гранулятора

винтовой нарезки от зоны перфорированного элемента до выхода из валка. Гребни нарезки соприкасаются с внутренней поверхностью валка 1 и обеспечивают срезание продавленного через перфорацию материала и транспортировку гранул. Срезающий элемент имеет индивидуальный привод вращения, который на рисунке не показан. Привод вращения валков осуществляется от электродвигателя 5 через муфту 6, редуктор 7 и передаточных шестерен 8. Фрикция валков изменяется с помощью сменных фрикционных шестерен 9, а величина рабочего зазора между валками – с помощью механизма регулировки зазора 10.

Валковый пластикатор-гранулятор работает следующим образом. Полимерная композиция в виде ленты непрерывно подается в межвалковый зазор у левого края (по чертежу) валка, захватывается валками 1 и 3 и постепенно за счет продольного течения заполняет всю рабочую поверхность валка 1. Продольное течение вальцуемого материала происходит за счет перепада давления между зоной загрузки материала и зоной гранулирования. После образования необходимого вращающегося запаса в межвалковом зазоре, перерабатываемый материал, пластицированный на участке от зоны загрузки до зоны гранулирования, продавливается через фильеры 2 рабочего валка 1 под действием давления, возникающего в межвалковом зазоре. Заданная степень пластичности материала достигается за время его движения по валку 1 от зоны загрузки до зоны гранулирования за счет изменения скорости вращения валков, фрикции, величины рабочего зазора и величины "запаса" материала на валках. Продавленный через фильеры 2 материал срезается с внутренней поверхности валка 1 гребнями нарезки срезающего элемента 4 и транспортируется по винтовому каналу к выгрузному отверстию. Изменение диаметра и формы отверстий в фильерах 2 и скорости вращения срезающего элемента с помощью индивидуального привода позволяет получать гранулы заданных размеров.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. А. с. 844340 СССР, МКл В 29В 1/02 В 01J 2/00. Способ изготовления мерных гранул / А.О. Вятсон, В.Я. Корненко, А.Я. Корненко. – № 2811498/29-33; заявл. 24.08.79; опубл. 07.07.81; Бюл. № 25.
2. А. с. 381548 СССР, МКл В 29b 1/08 В 29b 1/02. Валцы для переработки высоковязких полимерных материалов / М.М. Коротин, И.И. Панин, Г.Н. Стальмаков, В.Д. Доронин. – № 1638609/23-5; заявл. 31.03.71; опубл. 22.05.73; Бюл. № 22.
3. Букин, А.А. Разработка новой технологии приготовления резиновых клеев / А.А. Букин, В.Г. Однолько, С.Н. Хабаров // Вопросы современной науки и практики / Университет им. В.И. Вернадского. – Тамбов: Изд-во Тамб. гос. техн. ун-та, 2006. – Вып. № 3 (5). – С. 99 – 109.

Кафедра "Переработка полимеров и упаковочное производство"

УДК 661.66

С.В. Блинов, Н.А. Колесникова

ИССЛЕДОВАНИЕ КИНЕТИКИ ПРОЦЕССА ПОЛУЧЕНИЯ УГЛЕРОДНЫХ НАНОТРУБОК

Применение углеродных нанотрубок (УНТ) знаменует новый этап в развитии многих отраслей науки. УНТ обладают рядом уникальных свойств: большая прочность в сочетании с высокими значениями упругой деформации, хорошие электропроводность и адсорбционные свойства, способность к аккумулярованию газов и др.

При проведении экспериментальных исследований процесса синтеза углеродных нанотрубок в качестве углеродсодержащего соединения использовался пропан-бутан и инертный газ – аргон.

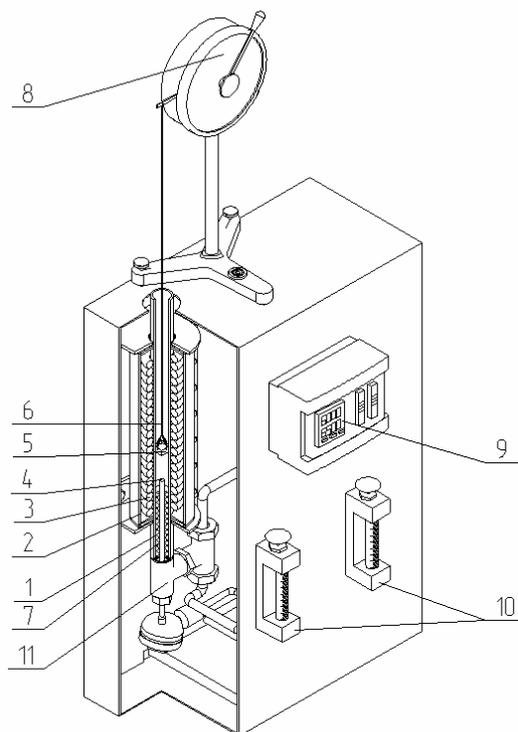


Рис. 1. Установка для изучения кинетики процесса образования УНТ:

1 – реактор; 2 – нагревательный элемент; 3 – теплоизоляция; 4 – термопара;

5 – лодочка с катализатором; 6 – нить подвеса; 7 – насадка; 8 – торсионные весы; 9 – измеритель-регулятор; 10 – ротаметры; 11 – штуцер для подачи газов

Для изучения кинетики образования УНТ применялась установка, изображенная на рис. 1, позволяющая реализовать широко используемый гравиметрический метод оценки скорости процесса синтеза. Экспериментальные исследования по выявлению зависимости удельного выхода УНТ K_y от времени процесса проводили при температуре 620 ± 15 °С и расходе углеводорода 9 ± 1 л/ч (рис. 2).

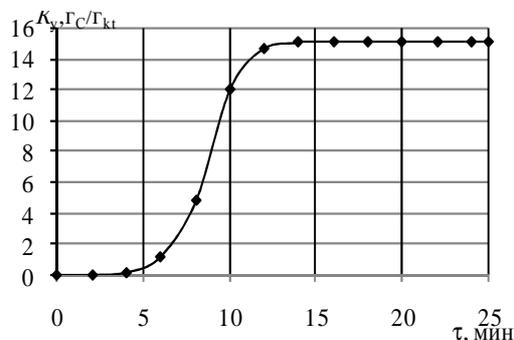


Рис. 2. График зависимости удельного выхода УНТ K_y от времени пиролиза τ

Начальный период времени (≈ 4 мин) характеризует стадию восстановления до металла оксидов Ni, накопления свободного углерода и образования зародышей УНТ. Активная фаза синтеза длится 8...10 мин и обеспечивает K_y в пределах 15 г_C/г_{kt}. В дальнейшем рост наноструктур прекращается.

Для определения влияния толщины слоя катализатора h_k на удельный выход продукта в "лодочку" помещались различные навески катализатора. Толщина слоя катализатора варьировалась в пределах $h_k = 0,05 \dots 2$ мм.

Было установлено, что для обеспечения максимальной производительности реактора в сочетании с рациональным использованием катализатора следует использовать $h_k \approx 0,2 \dots 0,3$ мм (рис. 3).

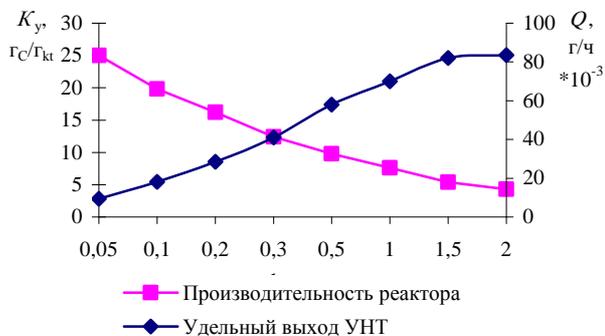
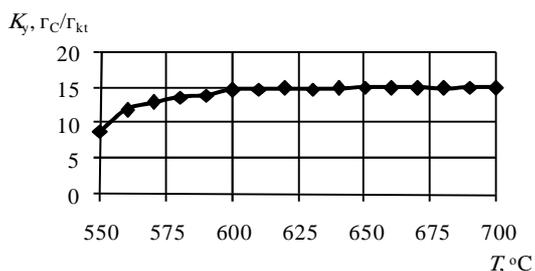


Рис. 3. Зависимость удельного выхода УНТ K_y и производительности реактора Q от толщины слоя катализатора h_k

Влияние температуры на K_y исследовалось в диапазоне температур 550...700 °С с шагом 10 °С. Результаты экспериментальных исследований (рис. 4) показали, что, начиная с 600 °С, температура процесса практически не влияет на удельный выход УНТ, который составлял ≈ 15 г_С/г_{к_т.}



4. График зависимости удельного выхода УНТ K_y от температуры T

На рис. 5 показана конструкция лабораторного реактора для изучения кинетики электрографическим методом.

В основу работы датчиков, установленных в реакторе, положено свойство материалов изменять свои электрические характеристики в процессе синтеза.

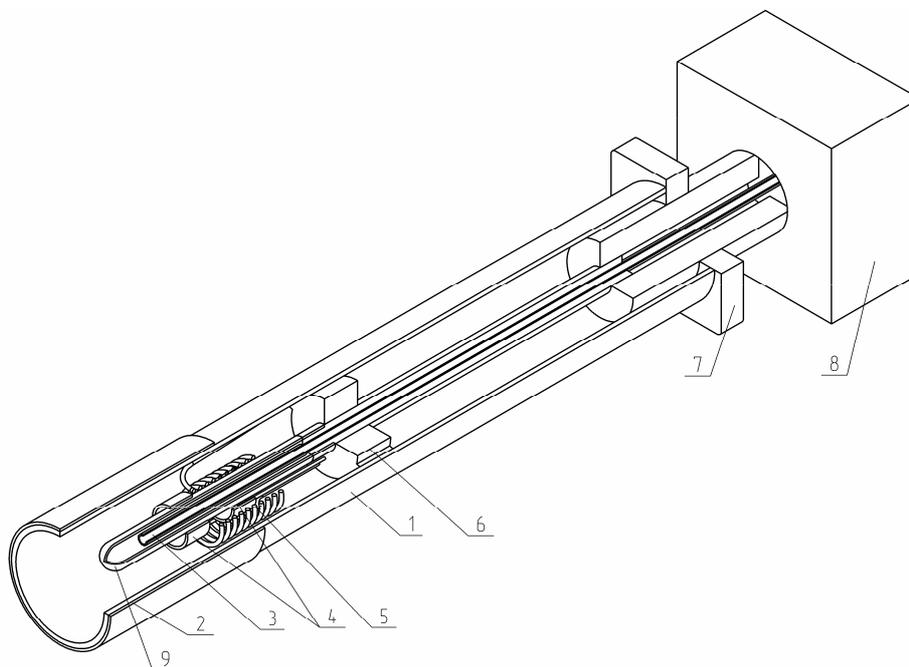


Рис. 5. Лабораторный реактор:

- 1 – корпус; 2 – отражатель; 3 – трубка подачи углеводорода в зону реакции;
- 4 – датчик; 5 – нагревательный элемент; 6 – керамический фланец;
- 7 – узел уплотнения; 8 – блок управления; 9 – кювета с катализатором

Фиксируемый детектором параметр Z – комплексная проводимость, включающая в себя, преимущественно, диэлектрическую проницаемость.

Представленная на рис. 6 зависимость иллюстрирует изменение регистрируемого параметра Z с момента достижения рабочей температуры в зоне пиролиза (I) и подачи углеродсодержащей смеси газов (II – IV).

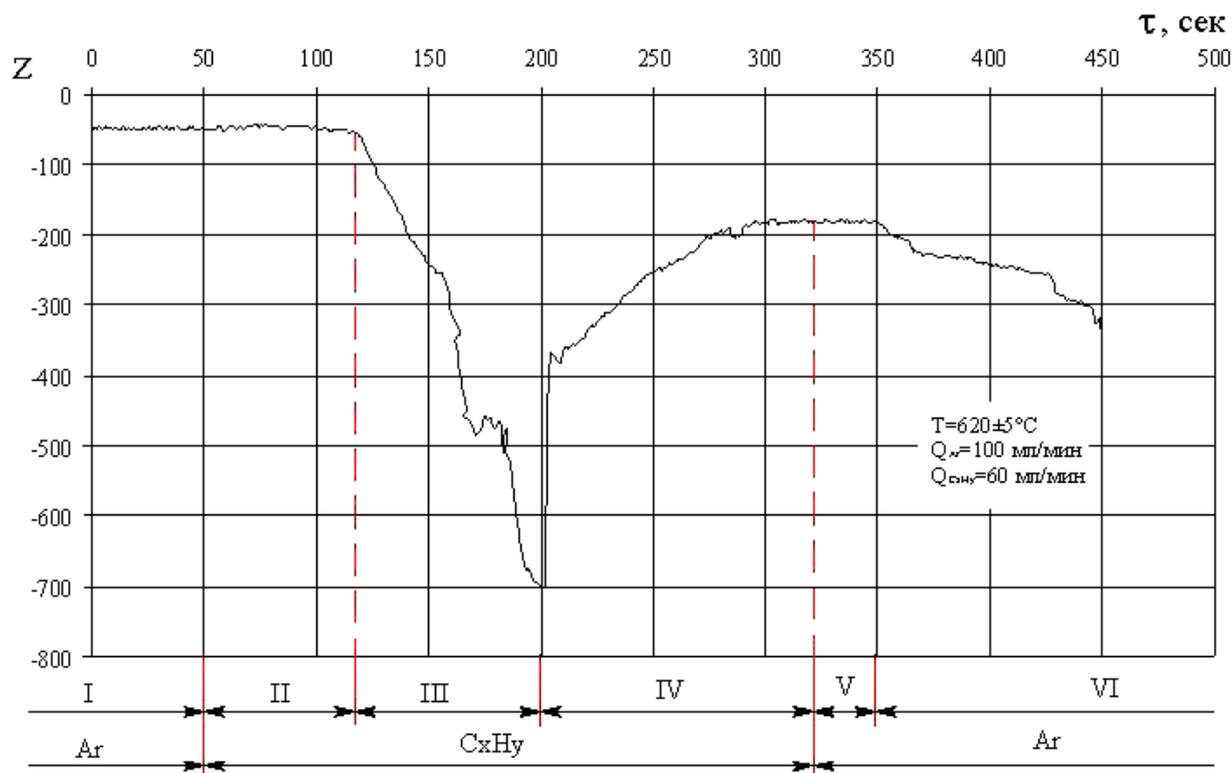


Рис. 6. График изменения комплексной проводимости Z в процессе синтеза УНТ

Участок кривой II ($\approx 65 \dots 70$ с) соответствует стадии вытеснения инертного газа, далее (III) следует резкое падение значений Z , объясняемое изменением свойств катализаторной массы из-за восстановления оксидов Ni до металла (≈ 80 с). Участок IV объясняется нами как период зарождения и активного роста УНТ. Короткий период (V) вытеснения C_xH_y (≈ 30 с), характеризуется постоянством параметра Z , что, по-видимому, связано с температурными деформациями в процессе охлаждения элементов реактора.

Своевременное прекращение синтеза в момент завершения роста наноструктур, реализованное в рамках данного эксперимента, позволило не только существенно оптимизировать время процесса, но и получить УНТ с высокими качественными характеристиками.

Полученные результаты положены в основу рекомендаций для дальнейшего совершенствования организации процесса синтеза УНТ и создания реакторов с принципиально новым конструктивным оформлением реакционной зоны.

Кафедра "Техника и технологии машиностроительных производств"
 Секция 5

ЖИВЫЕ СИСТЕМЫ

УДК 663.15

А.А. Ермаков*

КОНЦЕПЦИЯ БИОКАТАЛИТИЧЕСКИХ МИКРОРЕАКТОРНЫХ УСТРОЙСТВ НА ОСНОВЕ ЦЕОЛИТОВЫХ МЕМБРАН

Данная статья посвящена новой концепции в сфере применения иммобилизованных ферментных препаратов и устройств на их основе – реакторам субмиллиметровых размеров с разделительными элементами в виде цеолитовых мембран, получивших название "биокаталитические цеолитовые мембранные микрореакторы". Особенности конструктивной реализации этих микрореакторов (рис. 1) обеспечивают экстремально большое соотношение поверхность/объем и исключительно высокие скорости массо- и теплопереноса в ходе биокаталитических процессов.

* Работа выполнена под руководством д-ра техн. наук, проф. С.И. Дворецкого.

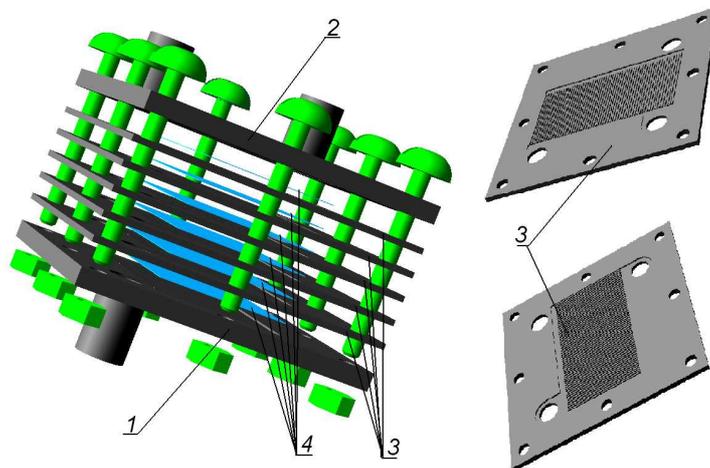


Рис. 1. Конструктивная реализация биокаталитического микрореактора на основе цеолитовых мембран:

1, 2 – концевые пластины микрореактора; 3 – индивидуальные реакторные пластины; 4 – цеолитовые мембраны

Конструктивно такие микрореакторы представляют собой набор индивидуальных реакторных пластин (3), на поверхности которых имеется система каналов субмикронных размеров полученных средствами ЛИГА (LIGA – от немецкого Lithographic, Galvanoformung und Abformung) технологии [1, 2]. Данные пластины собираются, вместе образуя микрореактор. При этом отличительной особенностью предлагаемой концепции микрореакторных устройств является то, что между индивидуальными реакторными пластинами располагается тонкослойная (толщиной не более 200 мкм) цеолитовая мембрана (4). Технология получения таких мембран состоит из стадий нанесения затравочных кристаллов на поверхность реакторных пластин и дальнейшего гидротермального синтеза высококачественной цеолитовой мембраны [3]. В зависимости от конфигураций получаемых мембран можно выделить четыре основных типа (рис. 2): А – однослойная плоская цеолитовая мембрана; Б – комбинированная плоская цеолитовая мембрана; В – цеолитовая мембрана сложной конфигурации с нанесением на поверхность микроканала; Г – комбинированная цеолитовая мембрана сложной конфигурации с нанесением на поверхность микроканала.

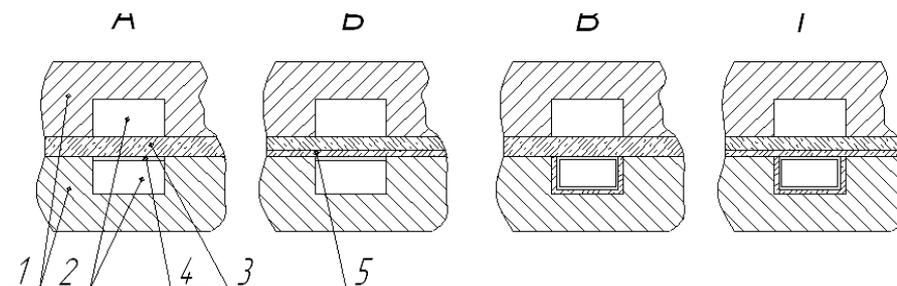


Рис. 2. Возможные конфигурации цеолитовых мембран в микрореакторном устройстве:

1 – индивидуальная реакторная пластина; 2 – микроканал; 3, 5 – цеолитовая мембрана; 4 – слой иммобилизованного биокатализатора

Конкретная конфигурация цеолитовой мембраны выбирается из технологических соображений и в первую очередь определяется совместимостью выбранного цеолита с иммобилизуемым биокатализатором, а также необходимыми условиями обеспечения разделения и транспорта реагирующих компонентов и продуктов реакции.

В качестве возможных способов фиксации биокатализатора в микроканалах микрореактора следует указать два метода: метод физической иммобилизации (физической адсорбции) на цеолитовой мембране [4]; метод стерического (топологического) закрепления на цеолитах [5]. Первый из указанных методов прост в осуществлении, характеризуется мягкими условиями иммобилизации и, как следствие, сохранением высокой активности биокатализатора. Однако ему присущи и недостатки, связанные с низкой специфичностью такой иммобилизации, более слабой по сравнению с химическими методами иммобилизации связью биокатализатора с носителем и, как следствие, сравнительно быстрой его инактивацией в ходе технологического процесса.

Второй метод обеспечивает более высокую специфичность иммобилизации и прочность связи биокатализатора с цеолитовым носителем. Вместе с тем метод топологического закрепления на цеолитах подразумевает реализацию многостадийного и трудоемкого процесса иммобилизации, поэтому применимость данного метода экономически целесообразна разве что в тонком органическом синтезе.

Что же касается реализуемости предлагаемых биокаталитических микрореакторов в технологических схемах, то она может быть осуществлена в виде различных устройств (рис. 3).

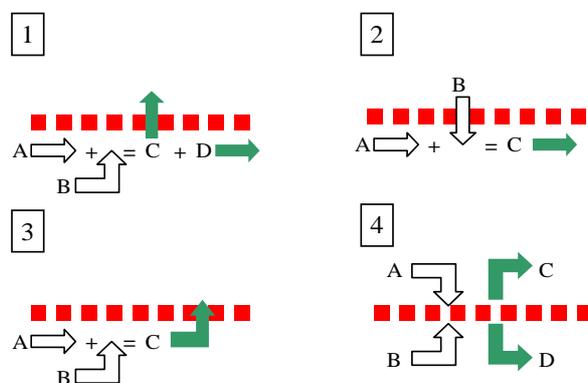


Рис. 3. Возможные варианты технологической реализации микрореакторных устройств на основе цеолитовых мембран:
A, B – исходные компоненты; *C, D* – продукты реакции

Так предлагаемые устройства могут быть реализованы в виде микрореакторного нанофильтрационного экстрактора, осуществляющего помимо биокаталитического процесса и молекулярно-ситовое разделение продуктов реакции (1). Другой вариант реализации – микрореакторный мембранный контактор, в котором процесс биокатализа сопряжен с транспортом одного из исходных компонентов в зону реакции через цеолитовую мембрану (2). Возможна реализация предлагаемых биокаталитических микрореакторных устройств и в виде экстрактора (3) или интерфазного контактора (4).

В заключение следует отметить, что предлагаемая концепция биокаталитических микрореакторных устройств позволит создать новые технологические схемы протекания биокаталитических процессов в таких областях, как тонкий органический синтез, пищевая и сельскохозяйственная биотехнология, инженерная энзимология, а также осуществлять реальный контроль и оптимизацию этих процессов. Кроме того, такие микрореакторы позволят существенно расширить возможности инженерной энзимологии и биокатализа в целом.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Dietrich, T. Principles and Applications of Chemical Microreactors / T. Dietrich. – Blackwell Publishing. 2006. – 460 p.
2. Design and fabrication of zeolite-based microreactors and membrane microseparators / Y. Shan, S. Wan, J. Lik, H. Chau, A. Gavriilidis, K.L. Yeung // Microporous and Mesoporous Materials. – Elsevier. – 2001. – Vol. 42. – P. 157 – 175.
3. Leung, A. Microfabricated ZSM-5 zeolite micromembranes / A. Leung, K.L. Yeung // Chemical Engineering Science. – Elsevier. – 2004. – Vol. 59. – P. 4809 – 4817.
4. Варфоломеев, С.Д. Химическая энзимология : учебник / С.Д. Варфоломеев. – М. : Издательский центр "Академия", 2005. – 480 с.
5. Химия привитых поверхностных соединений / Г.В. Лисичкин [и др.] ; под ред. Г.В. Лисичкина. – М. : Физматлит, 2003. – 592 с.

Кафедра "Технологическое оборудование и пищевые технологии"

УДК 612.392.7

О.В. Зюзина, Д.Ю. Сучков, И.И. Голикова, Н.М. Страшнов

ОСОБЕННОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ВТОРИЧНОГО СЫРЬЯ В УСЛОВИЯХ ПРЕДПРИЯТИЯ СРЕДНЕЙ МОЩНОСТИ

В современных экономических условиях растущая конкуренция среди производителей молочных продуктов является стимулом для изменения ассортимента и освоения новых технологий, а также пристального внимания к вопросам комплексной переработки молока. Так, Тамбовский завод плавленых сыров после реконструкции с 1980-х гг. специализируется на выработке всех видов плавленых сыров, постоянно наращивая объемы и расширяя ассортимент. В 2002 г. на нем была запущена линия по переработке молока в сырную массу для плавления с целью обеспечения нужд основного производства, что было обусловлено нехваткой сырья. Затем на базе этой линии были освоены технологии получения брынзы, сыра "Адыгейский".

Образующаяся при производстве сырной массы сыворотка может быть использована в основном производстве как рецептурный компонент вместо питьевой воды согласно разработок [1]. В летнее время при увеличении объемов перерабатываемого молока образуется избыток сыворотки и возникает проблема ее утилизации (рис.1).

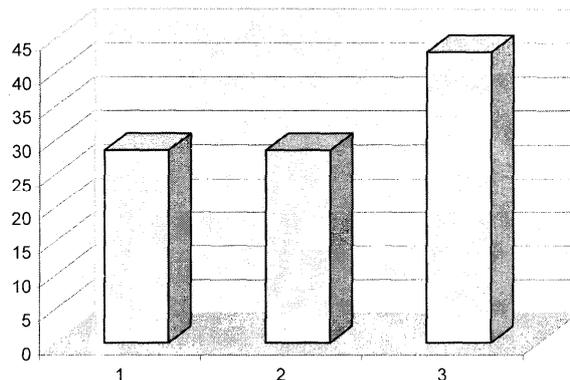


Рис. 1. Объем образующейся от производимых продуктов сыворотки:
1 – адыгейский; *2* – брынза; *3* – сырная масса

Известны несколько направлений переработки сыворотки как вторичного молочного сырья – изготовление на ее основе напитков, получение ЗЦМ, выделение из нее ценных пищевых веществ [2]. Выбор способа переработки зависит от ряда факторов, наиболее значимыми из которых можно считать объемы сыворотки, технологию первичного продукта и, как следствие, – состав и свойства образующейся сыворотки.

В связи с тем, что технология сыра адыгейского использует термокислотный способ образования сгустка при совместном участии казеина и β -лактоглобулина, в сыворотку переходят только α -лактоальбумины и незначительное количество других азотсодержащих соединений [3]. Они имеют биологическую ценность, но, учитывая их способность к денатурации, извлечение их представляет технологическую сложность. При стабильном спросе и успешной реализации сыра адыгейского воду в рецептурах сыров можно полностью заменить сывороткой.

При производстве брынзы после формирования сырного зерна в сыворотку переходит около 0,6 % белков, которые можно извлечь, используя различные технологические приемы. Для условий конкретного предприятия, а именно производственных площадей, эксплуатируемого оборудования, как наименее затратный с точки зрения капитальных вложений может быть рекомендован термокоагуляционный способ извлечения белков. Наиболее подходящей, на наш взгляд, является схема для реализации этого способа, разработанная академиком А.Г. Храмовым и его научной школой, которая предусматривает введение в сыворотку реагентов-коагулянтов с последующим нагреванием и выдержкой для хлопьеобразования, а также отделение белкового осадка [2].

С целью адаптации этой технологии к специфическому составу сыворотки, характерному для данного производства, была проведена серия испытательных экспериментов. Свежеотобранная жидкость из сыродельных ванн подвергалась обработке. На начальном этапе проводили операции, направленные на изменение ее кислотности путем введения химических реагентов, самосквашиванием или прямым введением заквасок, стремясь достичь рекомендуемой величины рН 4,5 [2]. При достижении активной кислотности в области значений близких к изоэлектрическим точкам белков нарушается устойчивость их молекул, а последующая тепловая обработка приводит к денатурации и агрегации.

Установлено, что наибольший выход белка наблюдался при значениях активной кислотности 5,1–5,2, так как изоэлектрическая точка около 90 % сывороточных белков равна рН 5,13 (табл.1). Сыворотка с первоначальными значениями активной кислотности выше 5,1 подлежит подкислению и раскислению и ниже 5,1 – только раскислению.

Сравнивая результаты проведенных экспериментов, пришли к выводу, что для получения альбуминовой массы, предназначенной для переработки, приемлемым способом достижения необходимых значений кислотности являются самосквашивание и сквашивание внесением молочнокислых бактерий различных штаммов. Тогда как использование для подкисления рекомендуемых неорганических кислот – соляной, уксусной – сообщает вкусу и запаху полученной белковой массы резкий кислый оттенок.

Несмотря на то, что длительность реагентного способа в несколько раз короче двух других рассматриваемых способов, предпочтение было отдано именно им. Так как в условиях данного предприятия одновременно получить большой объем сыворотки на переработку не представляется возможным. Кроме того, было установлено, что белковый осадок, получаемый из сквашенной молочнокислыми бактериями сыворотки, имеет большую влаго-удерживающую способность и меньшие адгезионные свойства в сравнении с осадком из самосквашенной сыворотки.

Получаемая белковая масса обладает приятным кисломолочным вкусом и запахом, влажностью 85...88 %. На ее основе разработана рецептура и предложен способ получения нового молочного продукта.

Для дальнейшего совершенствования структуры предложенного способа и рационализации подбора оборудования для отдельных операций была принята методология системного подхода теории технологического потока. Технологию получения продукта представили в виде операторной модели (рис. 2), используя условные обозначения элементов, отражающих сущность физических, химических, биохимических процессов производства [4]. Предполагается, что данная технологическая цепочка будет функционировать как целостная система путем взаимосвязанных между собой блоков трех подсистем: *A* – дестабилизация сыворотки; *B* – выделение белковой фракции; *C* – получение продукта.

Анализируя эту систему с точки зрения надежности функционирования, можно назвать самым нестабильным звеном блок *A*, вызывающий наиболее частые отклонения в качестве и количестве конечного продукта. Главными причинами колебаний будут являться объективные факторы, связанные как с составом молока, идущим на переработку, так и изменения технологических параметров изготовления брынзы. Для исключения их влияния представляется возможной замена устаревшего оборудования на этапе сыроделия, подработка молока известными приемами. Это позволит добиться максимальной отдачи и ожидаемых технико-экономических показателей.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Храмов, А.Г. Переработка молока на сыр на принципах безотходной технологии / А.Г. Храмов, А.Ф. Лафишев, О.А. Суюнчев // Безотходная технология использования сырья при выработке сыра, масла и цельномолочных продуктов : материалы Всерос. науч.-практ. конф. – Адлер, 2002.
2. Храмов, А.Г. Технология продуктов из молочной сыворотки / А.Г. Храмов, П.Г. Нестеренко. – М. : ДеЛи принт, 2004. – 587 с.
3. Храмов, А.Г. Промышленная переработка вторичного молочного сырья // А.Г. Храмов, С.В. Василисин. – М. : ДеЛи принт, 2003. – 100 с.
4. Панфилов, В.А. Технологические линии пищевых производств (теория технологического потока) / В.А. Панфилов. – М. : Колос, 1993. – 288 с.

Кафедра "Технологическое оборудование и пищевые технологии"

РАЗРАБОТКА РЕЦЕПТУР КРЕМОВО-СБИВНЫХ КОНФЕТ
ФУНКЦИОНАЛЬНОГО НАЗНАЧЕНИЯ

Сахарные кондитерские изделия пользуются повышенным потребительским спросом у всех групп населения, однако существенным недостатком конфет является практически полное отсутствие в них таких важных биологически активных веществ, как витамины, макро- и микроэлементы, пищевые волокна, высокая энергетическая ценность и нестабильность качественных характеристик в процессе хранения.

Для устранения указанных недостатков на основе принципов пищевой комбинаторики предложены приемы конструирования новых видов конфет, заключающиеся в замене некоторых компонентов традиционных рецептур их аналогами и дополнительном обогащении конфетных масс функциональными ингредиентами. В частности, для кремovo-сбивных конфет типа "Птичье молоко" предлагается использование вместо низкосахаренной патоки высокосахаренной, частичная или полная замена сахарозы фруктозой и добавление пищевых волокон "Витацель" (ПВ).

Для определения оптимальных количеств перечисленных ингредиентов и способов их внесения в рецептурную смесь на базе лаборатории ОАО "Кондитерская фирма ТАКФ" была проведена серия экспериментов по изготовлению опытных образцов конфет и определению динамики изменения физико-химических, органолептических и микробиологических показателей.

Таблица 1

Последовательность ввода ПВ	Количество, % к корпусу	Органолептическая оценка корпусов конфет
Сухие ПВ в конце сбивания вместе со вкусовыми добавками	0,5	Выделение сиропной фазы на поверхности корпусов
	1	
	1,5	Выделение сиропной фазы на поверхности глазури в процессе хранения
	2	Легкий привкус волокон в кремovo-сбивной массе
Сухие ПВ на стадии приготовления сиропа	0,5	Выделение сиропной фазы на поверхности корпусов
	1	Выделение сиропной фазы на поверхности глазури
	1,5	Выделение сиропной фазы на поверхности глазури в процессе хранения
	2	Легкий привкус волокон в кремovo-сбивной массе
ПВ, разбавленные водой (1 : 4) на стадии приготовления сиропа	0,5	Выделение сиропной фазы на поверхности корпусов
	1	Выделение сиропной фазы на поверхности глазури в процессе хранения
	1,5	Соответствуют данному наименованию
	2	Специфический привкус волокон в массе

Введение высокосахаренной патоки вместо низкосахаренной приводит к увеличению содержания редуцирующих веществ в рецептурной смеси. Положительным эффектом этого технологического приема является снижение скорости кристаллизации сахарозы и засахаривания конфет при хранении, отрицательным – процесс синерезиса, заключающийся в частичной потере коагуляционной структурой дисперсионной среды (выделение из конфетной массы сиропной фазы).

Одним из возможных путей устранения синерезиса в сбивных массах с высоким содержанием редуцирующих веществ может быть применение ПВ, обладающих влагоудерживающей способностью. При этом добавление ПВ позволяет не только стабилизировать структурно-механические свойства сбивных масс и увеличить сроки хранения конфет, но и повысить их биологическую ценность, поскольку ПВ улучшают перистальтику кишечника и способствуют очищению организма.

Для определения оптимальной дозировки ПВ и способов внесения в рецептурную смесь их добавляли в количестве от 0,5 до 2,0 % к массе корпуса конфет с шагом 0,5 %. Результаты органолептической оценки образцов представлены в табл. 1.

Количество ПВ влияет на начальную влажность корпуса конфет и интенсивность ее изменения в процессе хранения. При добавлении ПВ потеря массовой доли влаги корпусом проходит менее интенсивно по сравнению с классической рецептурой (рис. 1).

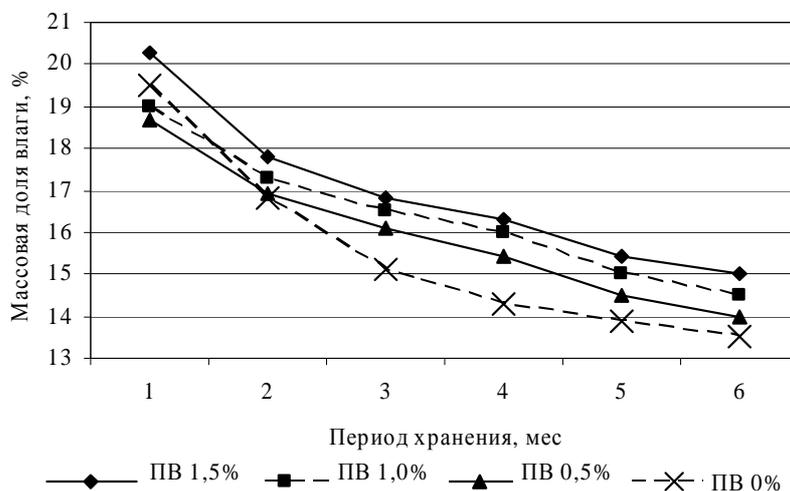


Рис. 1. Изменение массовой доли влаги корпуса в зависимости от рецептуры

Частичная или полная замена сахарозы на фруктозу, выступающую в качестве дополнительного антикристаллизатора, позволяет улучшить качественные характеристики конфет и обеспечить их стабильность в процессе хранения. Фруктоза, являясь природным сахаром, обладает рядом положительных свойств. В частности, в отличие сахарозы ее метаболизм не регулируется инсулином, и фруктоза может быть пригодна в качестве подсластителя для больных сахарным диабетом.

Для прогнозирования динамики изменения влажности конфет в течение срока хранения в зависимости от соотношения рецептурных ингредиентов и редуцирующих веществ построено полиномиальное уравнение третьей степени с величиной достоверности аппроксимации 0,99:

$$Y = -0,0241X^3 + 0,1151X^2 - 0,3964X + 19,481.$$

Расчет модели произведен с помощью программы Turbo Pascal Version 7.0.

Органолептическая оценка проводилась по показателям качества, установленными ГОСТ 4570–93 "Конфеты. Общие технические условия". Кроме того, учитывались такие показатели как "структура", "консистенция", "вкус и запах глазури" и "вкус и запах корпуса" в отдельности, так как они оказывают существенное влияние на сенсорные характеристики конфет. Оценка образцов производилась путем дегустации по разработанной пятибалльной шкале с использованием коэффициентов

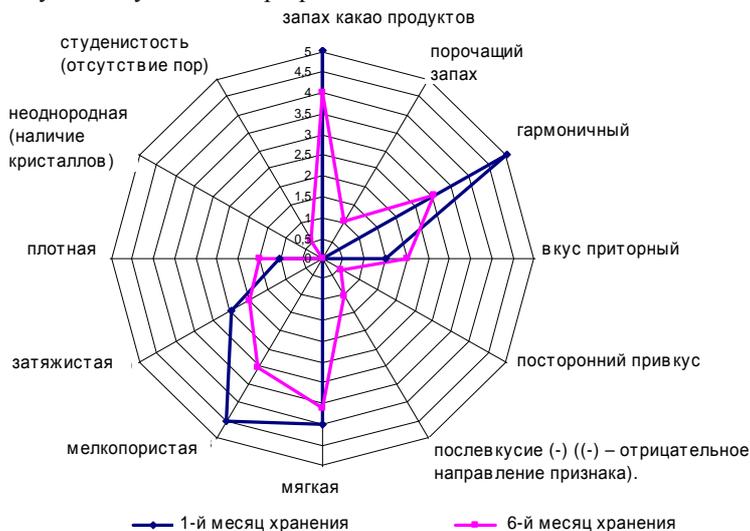


Рис. 2. Изменение органолептических показателей образцов конфет в течение срока хранения

весомости, учитывающих значимость каждого показателя. Проверяемые качественные показатели исследуемых образцов соответствовали требованиям нормативной документации в течение 3,5 – 5 месяцев (в зависимости от рецептуры), после чего было отмечено ослабление вкуса и аромата, появление постороннего привкуса, изменение структуры и ухудшение внешнего вида (рис. 2).

По микробиологическим показателям все образцы конфет соответствовали требованиям СанПиН 2.3.2.1078–01.

Изменение рецептур конфетных масс повлекло за собой необходимость изменения температурных и временных режимов отдельных технологических стадий. В результате проведенных исследований предложена усовершенствованная технология получения нового вида сбивных конфет типа "Птичье молоко" функционального назначения с улучшенными качественными характеристиками и увеличенным сроком годности. Это позволяет увеличить объем выпускаемой продукции, а также позиционировать ее как диабетическую. Экономическое обоснование предложенных технологических инноваций подтвердило целесообразность их инвестирования.

Кафедра "Технологическое оборудование и пищевые технологии"

ИНТЕНСИФИКАЦИЯ ПРОЦЕССА СУШКИ ХЕМОСОРБЕНТА НА ЭЛАСТИЧНОЙ ПОДЛОЖКЕ

В технологии получения химических веществ лимитирующей стадией процесса в большинстве случаев является сушка.

Одним из важнейших факторов снижения энергозатрат на сушку является интенсификация этой стадии технологического процесса, основой которого являются закономерности внутреннего и внешнего тепло- и влагообмена.

Настоящая работа посвящена поиску путей создания экологически безопасной безотходной энергосберегающей технологии получения хемосорбента кислых газов, в частности, диоксида углерода, на основе гидроксида кальция на эластичной подложке.

Поглотители диоксида углерода (хемосорбенты) широко используются в системах очистки от кислых газов в респираторах горноспасателей и пожарных отрядов, в водолазной технике, анестезиологии замкнутого цикла и др.

В основном химические поглотители диоксида углерода производятся на основе оксидов и гидроксидов щелочных и щелочноземельных металлов. На сегодняшний день промышленностью России выпускается химический поглотитель известковый (ХП-И) из гидроксида кальция и гидроксида натрия и содержат не менее 96 % гидроксида кальция $\text{Ca}(\text{OH})_2$ и 4 % гидроксида натрия NaOH . Химический поглотитель имеет влажность 13...19 %, представляет собой гранулы белого или светло-серого цвета. За рубежом аналогом ХП-И является поглотитель на основе гидроксида кальция – Sodalime, Baralyme, Carbolime, Sodasorb, Spherasorb, Sofnolime, Draegersorb, Intersorb и другие, также в виде гранул или таблеток.

Производимые промышленностью известные хемосорбенты на основе гидроксида кальция в гранулированной форме обладают существенными недостатками: низкая прочность и, как следствие, пыление и разрушение поглотителя в процессе эксплуатации, сорбционная емкость по диоксиду углерода ниже теоретически возможной величины, высокая трудоемкость технологического процесса, большое количество отходов, требующих дополнительных технологических операций по утилизации.

В 1987 г. фирмой Sabre Safety Ltd. (Великобритания) был запатентован способ получения адсорбента CO_2 в форме листа с применением полимерного связующего [1], позже – в Японии и США [2 – 7].

Наличие полимерного связующего в составе хемосорбента исключает его пыление, но ограничивает доступ диоксида углерода к активному компоненту. Применение в технологическом процессе органических компонентов и летучих растворителей не исключает возможности присутствия примесей вредных для человека веществ в дыхательных газах в процессе использования химического поглотителя в аппаратах.

В работах [8, 9] была предпринята попытка получения известкового поглотителя в виде гибкого материала и не содержащего органических компонентов.

В качестве эластичной подложки использовали: иглопробивную ткань, стекломаты и стеклобумагу, материал прессованный на основе базальтового супертонкого волокна со связующим, изделия прошивные из базальтового штапельного волокна, лавсан.

По результатам исследований для разработки промышленной технологии получения хемосорбента на эластичной подложке рекомендовано использование стеклобумаги, как химически устойчивого материала к композиции хемосорбента. Применение двух-трех слоев стеклобумаги для подложки дает возможность разработки технологии получения хемосорбента на эластичной подложке с непрерывной подачей материала.

Способ получения известкового поглотителя включает несколько стадий: приготовление трехкомпонентной смеси $\text{Ca}(\text{OH})_2 - \text{KOH} - \text{H}_2\text{O}$ в виде пасты или суспензии, нанесение на подложку и сушка. Самой энергоемкой операцией в технологическом процессе является сушка материала.

Подвод тепла и удаление влаги может осуществляться различными способами, например: ультрафиолетовым источником излучения, контактный нагрев от горячей поверхности соприкасающейся с материалом, инфракрасным (ИК) излучением, излучением СВЧ-поля и многими другими.

Но не все эти способы можно отнести к энергосберегающим и производительным в силу их физической природы и природы получаемого вещества. Правильный выбор процесса сушки и сушильного оборудования обеспечивает высокое качество целевого продукта.

В силу своих физико-химических свойств разрабатываемый хемосорбент легко отдает воду при термообработке, но способен вступать в реакцию с диоксидом углерода воздуха, что снижает его потребительские показатели качества. Следовательно, для разработки промышленной технологии должно применяться высокопроизводительное сушильное оборудование.

В данной работе проведены сравнительные опыты двух видов сушки в промышленной электропечи СНО-8.8.12/6-И1, номинальной мощностью 38,6 кВт и в СВЧ-поле с выходной мощностью 1000 Вт.

Опытные образцы химического поглотителя размером 170 × 1000 мм перед сушкой имели приблизительно одинаковые количественные и качественные характеристики. Сушка в электропечи и СВЧ-поле проводилась до постоянной массы образцов.

Экспериментально установлено, что процесс сушки идет быстрее в СВЧ-поле, чем в сушильном шкафу, примерно в 3 – 5 раз, в зависимости от количества воды в исходном образце.

На основании экспериментальных данных провели сравнительные расчеты энергозатрат, полезной мощности (работа) и коэффициента полезного действия (КПД) для двух типов сушильного оборудования.

При сушке образца химического поглотителя ток, потребляемый СВЧ-печью, измеряли при помощи двух амперметров Э 8021 и Ц 90 № 300. Напряжение сети – 220 В.

По полученным данным вычислялось среднее значение тока в сети и путем перемножения на время опыта и напряжение в сети рассчитывали энергозатраты СВЧ-печи на сушку химического поглотителя. Это значение составило 6361,74 кДж.

Так же была рассчитана полезная мощность, т.е. та часть энергии, которая была затрачена на испарение воды. Для этого вычисляли количество воды, удаленной во время сушки и перемножали на скрытую теплоту парообразования воды – 2256 кДж/кг [10], что составило 1910,16 кДж. Отношение полезной работы к энергозатратам есть коэффициент полезного действия сушки в СВЧ-поле 1 кг химического поглотителя на эластичной подложке, равный 30,03 %.

Электропечь СНО-8.8.12/6-И1 имеет 3-фазный тип сети и отбор мощности происходил периодическим импульсным способом, линейное напряжение в сети составляло 380 В. По показаниям амперметров, расположенных на электропечи, бы-

ло определено среднее значение тока, равное 55 А, время длительности импульса – 2...2,3 с и время длительности паузы – 8...9 с. Затем вычисляли импульсную мощность, потребляемую от сети в течение длительности импульса по формуле

$$P_{\text{имп}} = 3 U_{\text{л}} I_{\text{л}} / \sqrt{3}, \quad (1)$$

где $U_{\text{л}}$ – линейное напряжение, В; $I_{\text{л}}$ – токи в линии, А.

Импульсная мощность равна 36,24 кВт. Среднее значение импульсной мощности за время длительности паузы рассчитывали по формуле

$$P_{\text{имп. ср}} = P_{\text{имп}} T_1 / T_2, \quad (2)$$

где T_1 – время длительности импульсов, с; T_2 – время длительности паузы, с.

Энергозатраты электропечи, пошедшие на 1 кг химического поглотителя, были вычислены путем перемножения средней импульсной мощности на время опыта и составило 146 130,87 кДж. Полезная работа, затраченная на сушку 1 кг химического поглотителя, вычислялась из количества воды, испарившейся во время сушки. Это значение перемножалось на скрытую теплоту парообразования воды – 2256 кДж/кг. Рассчитанная полезная работа равна 2456,06 кДж. Отношение полезной работы к энергозатратам есть коэффициент полезного действия сушки в СВЧ-печи 1 кг химического поглотителя, который равен 1,68 %.

На рисунках 1 и 2 приведены сравнительные графики по энергозатратам и КПД двух видов сушки.

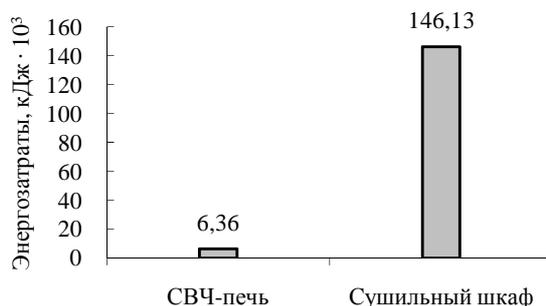


Рис. 1. Сравнительный график по энергозатратам в пересчете на 1 кг сухого химического поглотителя для двух видов сушки

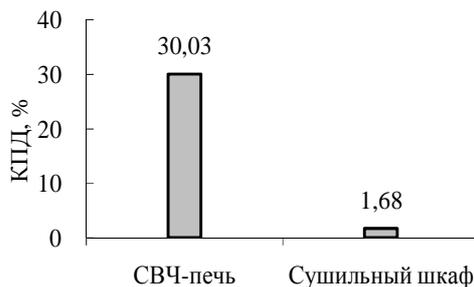


Рис. 2. Сравнительный график КПД в пересчете на 1 кг сухого химического поглотителя для двух видов сушки

На рисунках 1 и 2 видно, что наименьшим энергозатратам и наибольшему КПД соответствует сушка химического поглотителя в СВЧ-поле.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Пат. 2191958 Великобритания, МПК В01L53/04. Breathing system / Sabre Safety Ltd. – 1987. – www.fips.ru.
2. Пат. 4/32699 Япония, МПК В 01 J 20/26. Способ получения листового абсорбента углекислого газа / Сумитомо бэкурайто К.К. – 1992. –www.fips.ru.
3. Пат. 06/171590 Япония, МПК В 63 С 11/22. Carbon Dioxide Absorbing device of respiring devise for diving / Kobayashi Karunori; Guran bull К.К. – 1994. – www.fips.ru.
4. Пат. 5165399 США, НКИ 128/205,12. CO₂ absorbtion means / Jerome Hochberg, E.I. du Pont de Nemours and Co. – 1992. – www.fips.ru.
5. Пат. 5165394 США, НКИ 128/201.25. Emergency life support unit / Jerome Hochberg, E.I. du Pont de Nemours and Company. – 1992. – www.fips.ru.
6. Пат. 2006/025853 PCT, МПК В 01 J 20/04. Enhanced carbon dioxide absorbent / Hrycak Michael B., McKenna Douglas B.; Micropore, Inc. – 2006. – www.fips.ru.
7. Пат. 5964221 США, НКИ 128/205. Rebreather absorbent system / McKenna Douglas B., Gore Enterprise Holdings, Inc. – 1999. – www.fips.ru.
8. Исследование возможности нанесения гидроксида кальция на пористые материалы / Н.Ф. Гладышев, Т.В. Гладышева, С.И. Дворецкий, М.П. Архипова // Вестник ТГТУ. – 2007. – Т. 12, № 4А. – С. 1065 – 1069.
9. Архипова, М.П. Обоснование выбора материала пористой волокнистой матрицы и способа нанесения на нее гидроксида кальция / М.П. Архипова, Т.В. Гладышева // Труды ТГТУ. – Тамбов, 2007. – Вып. 20. – С. 7 – 10.
10. Краткий справочник химика / под ред. О.Д. Куриленко. – Киев : Наукова Думка, 1974. – 991 с.

ОАО «Корпорация "Росхимзащита"»

Кафедра "Технологическое оборудование и пищевые технологии"

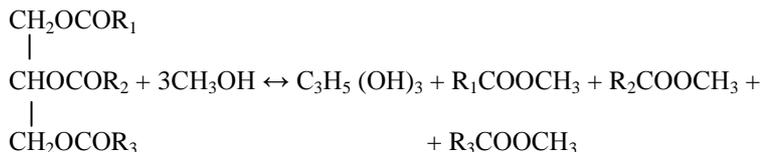
КВАНТОВО-ХИМИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ ТРИГЛИЦЕРИДОВ
 ВЫСШИХ АЛИФАТИЧЕСКИХ КИСЛОТ

В последнее время очень перспективным альтернативным топливом признано биотопливо, получаемое переработкой растительного сырья, в том числе растительных масел. Применение таких топлив приводит к экономии нефтепродуктов и улучшению экологической ситуации за счет снижения количества вредных выбросов.

Кроме того, использование биотоплива позволяет сохранить природный энергетический баланс. Растительное сырье в естественных условиях усваивается аэробными организмами – при этом биогенном процессе выделяется определенное количество энергии, так же как в процессе техногенного окисления, в том числе сжигания топлива в двигателе.

Одним из распространенных методов получения биотоплива из возобновляемых источников является процесс алкоголиза растительных масел. Наиболее изученным в настоящее время является рапсовое масло, наиболее распространенным спиртом является метанол. Растительное масло представляет собой смесь сложных эфиров глицерина и высших непредельных алифатических кислот (триглицеридов кислот).

Результаты реакции триглицеридов растительных масел с метанолом можно представить суммарным уравнением:



Как видно, при этой реакции из глицеридов жирных кислот образуются метиловые эфиры этих кислот. В общем, алкоголиз аналогичен гидролизу жиров. Различие заключается в том, что вместо воды действующим агентом является спирт. Алкоголиз осуществляется при наличии катализатора. Без катализатора он протекает крайне медленно даже при температуре 250 °С.

Чаще всего для ускорения реакции применяют анион RO^- , образующийся при диссоциации алкоголятов:

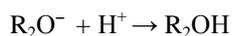
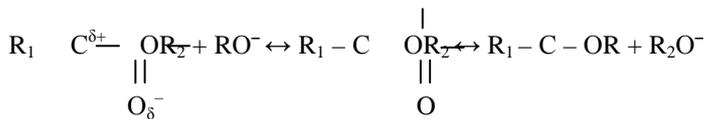


Алкоголяты щелочных металлов образуются в спиртовом растворе по равновесной реакции:



Поэтому для алкоголиза масел метиловым спиртом можно пользоваться спиртовым раствором алкоголята калия или натрия. Механизм алкоголиза можно объяснить, приняв во внимание, что спирты имеют слабокислотные свойства, а сложные эфиры – слабоосновный характер.

Алкоголиз в присутствии алкоголятов протекает по следующему механизму:



Для объяснения особенностей протекания реакции алкоголиза нами был проведен квантово-химический расчет молекулы триглицерида, в состав которого входят радикалы самых распространенных в структуре растительных масел высших алифатических кислот – олеиновой, линолевой и линоленовой; а также метилового спирта, метилатов калия и натрия и этилата калия.

Электронную структуру исследуемых молекул рассчитывали в программе HyperChem (версия 7), используя полуэмпирические методы расчета. Полуэмпирические методы решают уравнение Шредингера для молекул с использованием определенных приближений и упрощений.

Все методы этой группы характеризуются тем, что расчет ведется только для валентных электронов, пренебрегая интегралами определенных взаимодействий; используются стандартные не оптимизированные базисные функции электронных орбиталей и используются некоторые параметры, полученные экспериментально. Экспериментальные параметры устраняют необходимость расчетов ряда величин и корректируют ошибочные результаты приближений.

Практически все полуэмпирические методы в своем алгоритме опираются на метод Хартри-Фока, или метод самосопряженного поля (ССП). В этом методе полагается, что каждый электрон движется в поле атомных ядер, положение которых фиксировано в пространстве, и в эффективном (усредненном) поле других электронов.

Поскольку в исследуемых молекулах отсутствуют атомы переходных элементов, расчеты проводили методом AM 1, дающим лучшие результаты для органических молекул, содержащих атомы кислорода.

Проведенный нами квантово-химический расчет этих соединений показал, что в молекуле метилата калия (по литературным данным это самая реакционноспособная атакующая частица) на атоме кислорода действительно сосредоточен несколько больший отрицательный заряд, чем в молекуле метилата натрия (– 0,746 и – 0,716, соответственно).

Вероятно, это связано с большей электроотрицательностью атома калия по сравнению с атомом натрия (рис. 1).

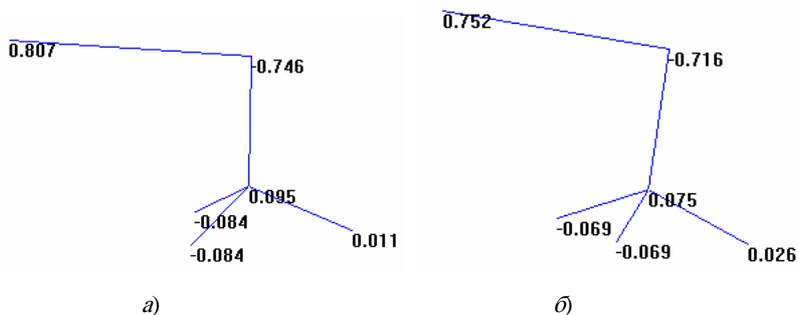


Рис. 1. Распределение электронной плотности в молекулах метилата калия (а) и метилата натрия (б)

Проведен расчет молекулы триглицерида, включающего остатки олеиновой, линолевой и линоленовой кислот (рис. 2).

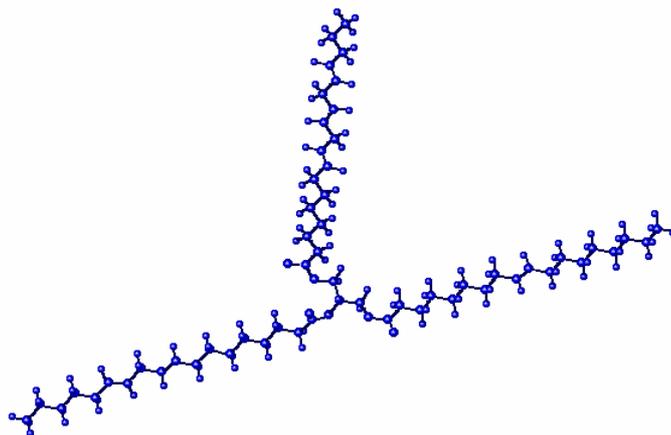


Рис. 2. Структура молекулы триглицерида

По данным расчета молекула триглицерида не симметрична. Как видно из рисунка, по стерическим соображениям более доступны для атаки нуклеофила атомы, связанные с α -атомом углерода глициринового фрагмента (слева), что не соответствует некоторым теоретическим предположениям, высказанным ранее. Распределение зарядов в центральной части молекулы приведено на рис. 3. В триглицеридном фрагменте наблюдается довольно заметная поляризация связей С – О. Так, заряд на карбонильном атоме углерода колеблется от +0,296 до +0,321, на карбонильном атоме кислорода от -0,285 до -0,329; заряд на эфирном атоме кислорода несколько ниже: от -0,247 до -0,278.

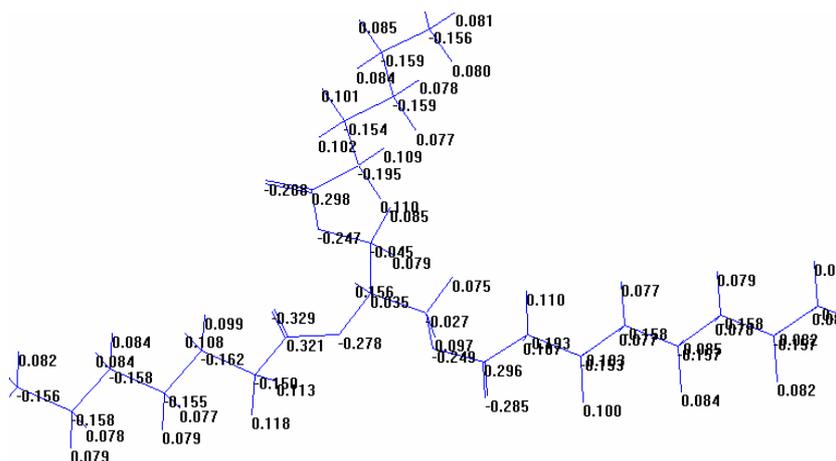


Рис. 3. Распределение электронной плотности в молекуле триглицерида

При этом самые высокие заряды приходятся на α -положение молекулы триглицерида (слева). Самое заметное различие в распределении электронной плотности приходится на глицириновые атомы углерода. Если в положениях α и α' на них сосредоточен небольшой отрицательный заряд (-0,028), то в положении β на атоме углерода недостаток электронной плотности (заряд +0,036).

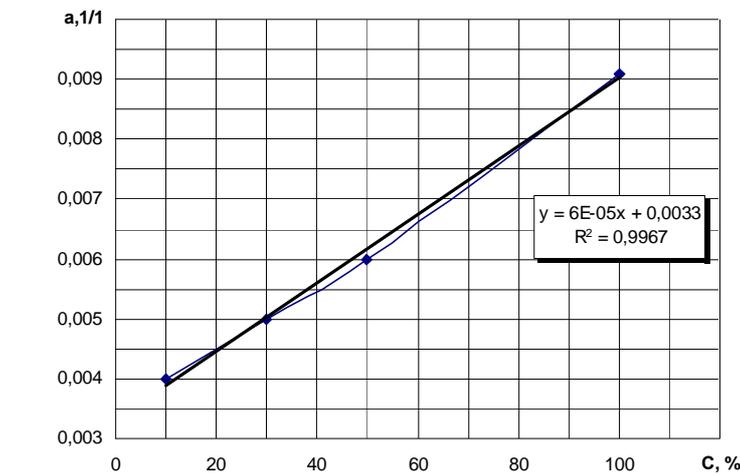
Нуклеофильная частица в реакции алкоголиза атакует карбонильные атомы углерода, на которых сосредоточен наибольший положительный заряд. По расчету это β -положение как по величине заряда, так и в соответствии со стерическими факторами.

Таким образом, метилат калия будет являться более активным нуклеофильным реагентом.

Д.О. Мохов*

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЯЗКОСТИ ТОПЛИВНОЙ СМЕСИ
 ДИЗТОПЛИВА И БИОДИЗЕЛЯ

В настоящее время все более актуальным становится поиск альтернативных источников топлива, одним из которых является биодизель (метиловый эфир рапсового масла). Но использование чистого биодизеля затруднено тем, что он, имея большую вязкость (по сравнению с обычным дизтопливом), требует определенной реконструкции двигателя. Поэтому в настоящее время его используют как добавку к обычному дизтопливу, причем процентное содержание биодизеля в смеси, зависит от типа двигателя. Целью данной работы является получение универсальной зависимости, которая необходима для определения вязкости смеси дизеля и биодизеля при любом значении процентного содержания биодизеля в смеси.



Для этого были проведены отдельные серии опытов, в результате которых были получены зависимости вязкости дизтоплива, биодизеля, десятипроцентной смеси (90 % – дизтопливо, 10 % – биодизель), 30 %-ти и 50 %-ти процентные смеси.

Экспериментальные данные были аппроксимированы экспоненциальной зависимостью с высокой степенью точности. Результаты исследований и зависимости представлены на рис 1. Экспоненциальные зависимости показаны по "лестнице" сверху вниз, начиная от биодизеля и заканчивая дизтопливом, что показано на легенде диаграммы. Все они имеют вид

Экспоненциальные зависимости показаны по "лестнице" сверху вниз, начиная от биодизеля и заканчивая дизтопливом, что показано на легенде диаграммы. Все они имеют вид

$$\mu = a \exp^{bt},$$

где μ – вязкость, Па·с; a, b – коэффициенты; t – температура смеси, °С.

Мы видим известную аппроксимацию Андраде, искомая зависимость будет иметь тот же вид, только коэффициенты a и b будут являться функциями от концентрации $C, \%$:

$$a = f(C), \quad b = \varphi(C).$$

Коэффициенты a и b легко рассчитать, используя метод наименьших квадратов. Значения a и b были рассчитаны для всех серий опытов.

Из рис. 2 видно, что зависимость $a = f(C)$ с приемлемой точностью может быть представлена линейной формулой

$$a = a_1 + a_2 C,$$

где константы $a_1 = 0,00006$ и $a_2 = 0,0033$ также определяются методом наименьших квадратов (усредняющая линия проведена после такого определения).

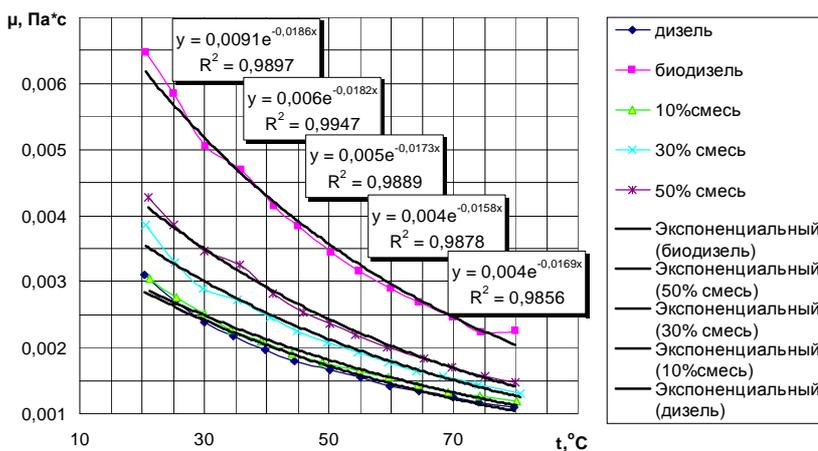


Рис. 1. Зависимость вязкостей дизеля, биодизеля и смесей от температуры

Рис. 2. Зависимость $a = f(C)$

* Работа выполнена под руководством проф. В.И. Ляшкова.

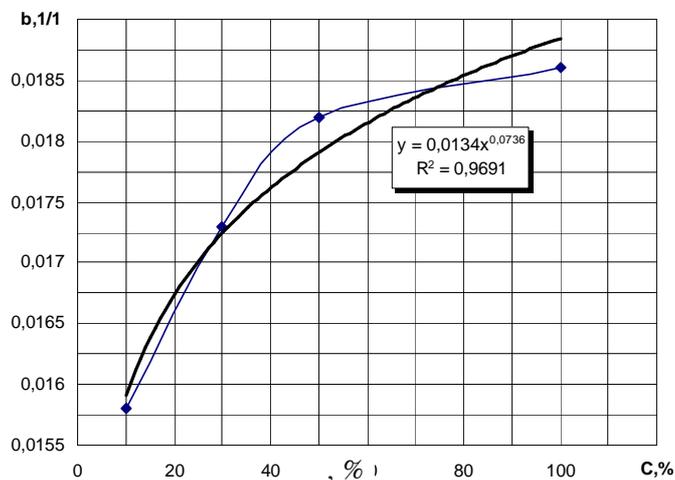


Рис. 3. Зависимость $b = \varphi(C)$

Абсолютно аналогично была получена зависимость

$$b = b_1 C^{b_2},$$

где $b_1 = 0,0134$, $b_2 = 0,0736$ (см. рис. 3).

В результате нами была получена достаточно простая обобщенная зависимость (1), которая с приемлемой точностью описывает все экспериментальные данные:

$$\mu = (0,00006C + 0,0033) \exp^{-(0,0134 C^{0,0736})t}. \quad (1)$$

Интересны интегральные оценки полученной аппроксимации. Средняя погрешность аппроксимации составила 1,7 %.

Таким образом нами была получена приемлемая для практики зависимость, позволяющая с удовлетворительной точностью рассчитывать динамическую вязкость смеси дизтоплива и биодизеля в зависимости от температуры (температурный диапазон 20...80 °С) и процентного содержания C , %.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Жидкое биотопливо. The Bioenergy international // www.bioenergyin-ternational.ru.
2. Рео-Вискометр по Хепплеру. Способ употребления. VEB MLW Prufge-rate-Werk Medingen, Sitz Freital, 1987. – 18 с.

Кафедра "Гидравлика и теплотехника"

Секция 6

ЭНЕРГЕТИКА И ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ

УДК 681.5.001.26

Н.Г. Чернышов

ВЛИЯНИЕ ТЕХНИЧЕСКО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ КРИТЕРИЕВ НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ СИСТЕМЫ ОПТИМАЛЬНОГО ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩЕГО УПРАВЛЕНИЯ

Опыт проведения работ по созданию систем энергосберегающего управления для различных объектов показывает, что в ряде случаев не удается получить ожидаемого эффекта от внедрения систем управления. Причинами этого в основном являются неполное проведение исследований при формализации задачи оптимального управления, низкая точность моделей динамики, недостаточное использование возможностей математического аппарата анализа и синтеза оптимального управления и в том числе недостаточный учет технико-экономических критериев при выборе аппаратных средств [1]. Остановимся подробнее на последнем аспекте.

Выделим ряд наиболее важных факторов, влияние которых может понизить ожидаемый экономический эффект от внедрения системы оптимального энергосберегающего управления. Во-первых, это внешние воздействия (колебания напряжения, помехи, изменение условий эксплуатации и т.д.). Во-вторых, потери на регулирующем элементе, которые могут привести к искажению результата управления. В-третьих, учет мощности, потребляемой собственно микропроцессорным контроллером и устройством согласования с объектом управления (для стационарных устройств с малым энергопотреблением и для мобильных устройств с автономным питанием). В-четвертых, стоимость системы оптимального управления, которая включает в себя как стоимость технических и программных средств, так и стоимость собственно разработки математической модели и алгоритма управления.

Из этого следует, что конечной задачей является как решение задачи оптимального управления на множестве состояний функционирования, так и необходимость учета приведенных выше факторов. И лишь после этого можно сделать однозначный вывод о реальном экономическом эффекте разрабатываемой системы управления.

Рассмотрим обобщенный подход к решению данной задачи. Дополнительно к обычной задаче оптимального управления рассматривается оценка дополнительных затрат энергии на реализацию оптимального управления, рассчитанного микропроцессорным контроллером, выбор стратегии реализации расчетного оптимального управления, т.е. преобразование

$u^*(t)$ в управляющее воздействие на объект $\bar{u}^*(t)$, выбор наиболее экономичного варианта решения системы оптимального управления.

Затраты энергии, связанные с преобразованием оптимального управления $u^*(t)$, получающегося решением задачи оптимального управления, в реальное управляющее воздействие $\bar{u}^*(t)$, которое непосредственно управляет объектом, назовем дополнительными и обозначим $\Delta \bar{I}$.

Стратегия реализации SR оптимального управления $u^*(t)$ в управляющее воздействие $\bar{u}^*(t)$ представляет собой некоторое отображение множества расчетных оптимальных управлений $\{u^*(t)\}$ в множество реализуемых управляющих воздействий $\{\bar{u}^*(t)\}$, т.е.

$$SR: \{u^*(t)\} \rightarrow \{\bar{u}^*(t)\}, \quad (1)$$

с допустимой погрешностью $\Delta U_{\text{доп}}$ в виде максимальной абсолютной погрешности, т.е.

$$\max \left\{ \left| u^*(t_i) - \bar{u}^*(t_i) \right|, i = 0, 1, 2, 3, \dots, k \right\} = \Delta U, \quad \Delta U \leq \Delta U_{\text{доп}}, \quad (2)$$

которое должно быть технически осуществимым. Затраты энергии при использовании $\bar{u}^*(t)$ должны быть ниже затрат при традиционном управлении $u(t)$.

В данной задаче дополнительно задано множество возможных стратегий оптимального управления

$$S = \{S_{\text{пр}}, S_{\text{пз}}, S_{\text{к}}\}, \quad (3)$$

где $\{S_{\text{пр}}, S_{\text{пз}}, S_{\text{к}}\}$ – программная, позиционная и комбинированная стратегии, соответственно;

– множество стратегий реализации оптимальных управляющих воздействий

$$SR = \{SR1, SR2, SR3, SRn\}, \quad (4)$$

– множество технических средств реализации системы оптимального управления

$$TS = \{TS1, TS2, TS3, \dots, TSm\}, \quad (5)$$

– множество видов функций управляющих воздействий

$$\bar{u}(t) = \{\bar{u}_1(t), \bar{u}_2(t), \bar{u}_3(t)\}, \quad (6)$$

– традиционное управление объектом

$$u(\cdot) = (u(t), t \in [t_0, t_k]), \quad (7)$$

– затраты энергии при традиционном управлении

$$I_{\text{доп}} = \int_{t_0}^{t_k} u^2(t) dt, \quad (8)$$

– потери энергии на технических узлах

$$\{\Delta I(TS1), \Delta I(TS2), \dots, \Delta I(TSm)\}. \quad (9)$$

Под множеством стратегий реализации SR подразумеваются возможные способы управления нагрузкой (например, для нагрузки, питающейся от электросети, это – амплитудный, широтно-импульсный и фазовый способы управления).

Требуется найти:

– стратегию оптимального управления

$$S_j^* \in S, \quad (10)$$

– стратегию реализации оптимальных управляющих воздействий

$$SR_i^* \in SR, \quad (11)$$

– набор технических средств, для реализации системы оптимального управления

$$\{TS1, TS2, \dots, TSv\}^* \subset TS, \quad (12)$$

– вид и параметры функции реальных управляющих воздействий $\bar{u}^*(t)$, значение минимизируемого функционала для $\bar{u}^*(t)$

$$\bar{I}^* = \int_{t_0}^{t_k} u^*(t) dt, \quad (13)$$

– дополнительные потери на технических узлах системы оптимального управления

$$\Delta \bar{I} = \sum_{n=1}^y \Delta I(TSn). \quad (14)$$

Найденные S_j^* , SR_i^* , $\{TS1, TS2, \dots, TSV\}^*$, $u^*(t)$ должны обеспечить минимум расширенного функционала

$$I_p = \bar{I}^* + \Delta \bar{I} \rightarrow \min. \quad (15)$$

Решение задачи существует, если выполняются следующие условия: существует оптимальное управление $u^*(t)$, т.е. имеет решение задача оптимального управления [2], имеются стратегия реализации SR_i^* и технические средства $\{TS1, TS2, \dots, TSV\}^*$, для которых справедливо

$$\bar{I}^* + \Delta \bar{I} < I_{\text{доп}}. \quad (16)$$

Из этого можно сделать вывод, что перед разработчиком системы оптимального энергосберегающего управления стоит сложная задача математического программирования. Часть переменных задачи изменяются непрерывно, точнее могут принимать любые значения в задаваемом интервале, другая часть – дискретно. Таким образом, она относится к классу нелинейных задач и представляет собой комплекс задач оптимального управления и проектирования систем оптимального управления. Общего (единого) метода решения таких задач нет. Решение может быть произведено лишь с использованием методов, основными из которых являются: метод декомпозиции, метод синтезирующих переменных, методы анализа и синтеза систем на множестве состояний функционирования, метод имитационного моделирования.

В качестве подзадач можно рассматривать обычную (классическую) задачу оптимального управления, выбор стратегии оптимального управления на множестве состояний функционирования, выбор стратегии реализации оптимальных управляющих воздействий и технических средств, оценку общих затрат (значения функционала) и принятия решения.

Рассмотренная задача и метод ее решения универсальны и могут быть применены при разработке систем оптимального управления обширным классом объектов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Чернышов, Н.Г. Система энергосберегающего управления процессами нагрева энергоемких объектов / Н.Г. Чернышов, С.В. Артемова // Автоматика и вычислительная техника. – 2001. – № 3. – С. 25 – 33.
2. Муромцев, Ю.Л. Математическое и программное обеспечение микропроцессорных систем энергосберегающего управления / Ю.Л. Муромцев, Н.Г. Чернышов, Л.П. Орлова // Автоматика и вычислительная техника. – 1996. – № 6. – С. 26 – 34.

Кафедра "Конструирование радиоэлектронных и микропроцессорных систем"

УДК 537(07)

А.В. Мищенко, В.Ф. Калинин

ЧАСТОТНО-РЕГУЛИРУЕМЫЙ ЭЛЕКТРОПРИВОД С ВЕКТОРНЫМ УПРАВЛЕНИЕМ

Современные частотные преобразователи, как составная часть привода, появились в результате многолетнего поиска решения задачи по созданию асинхронного электропривода, который исключал бы недостатки асинхронного двигателя (АД) (большие пусковые токи, малый диапазон регулирования, низкий cosφ), при сохранении своих преимуществ (простота конструкции, искробезопасность, высокая надежность). Кроме этого создаваемый электропривод обладал бы преимуществами двигателей постоянного тока (большой диапазон плавного регулирования, высокая перегрузочная способность), исключая их недостатки (сложность конструкции, наличие коллектора с токосъемным узлом).

Первым этапом решения этой задачи стало изобретение Ф. Блашке (1971) принципа построения системы управления АД, в которой использовалась его векторная модель с ориентацией системы координат по потоку сцепления ротора.

Мгновенное значение электромагнитного момента любого электродвигателя определяется величинами тока и магнитного потока. Для управления моментом двигателей постоянного тока достаточно измерять одну независимую переменную – величину тока якоря.

Токи и потоки сцепления статора и ротора АД вращаются с разными угловыми скоростями, имеют разные изменяющиеся во времени фазовые параметры и не подлежат непосредственному измерению и управлению. Следовательно, в АД необходимо обеспечить управление как амплитудой, так и фазой тока статора.

Уравнение электромагнитного момента получено из условия равенства электрических и механических потерь в АД [1]:

$$M = \frac{m_1 I_2'^2 r_2'}{\omega_1 - \omega_2},$$

где m_1 – число фаз; I_2' – приведенный ток ротора; r_2' – приведенное активное сопротивление ротора; ω_1 – частота вращения магнитного поля статора; ω_2 – частота вращения ротора.

Уравнение электромагнитного момента АД через векторные величины токов статора \vec{i}_1 и сопряженный вектор тока ротора \vec{i}_2^* [3]:

$$M = pM_{12}I_m(\vec{i}_1 \vec{i}_2^*), \quad (2)$$

где p – число пар полюсов статора; M_{12} – взаимная индуктивность статора и ротора; I_m – мнимая часть комплексного числа; Мгновенные значения токов статора и ротора в показательной форме:

$$\vec{i}_1 = I_1 e^{j\theta_1};$$

$$\vec{i}_2^* = I_2 e^{j\theta_2}, \quad (4)$$

где I_1 и I_2 – амплитудные значения токов статора и ротора соответственно; θ_1 и θ_2 – углы поворота векторов тока I_1 и I_2 , соответственно;

Подставляя значения токов из (3) и (4) в уравнение (2), получаем

$$M = pM_{12}I_1I_2 \sin(\theta_1 - \theta_2) = pM_{12}I_1I_2 \sin(\Delta\theta_{12}),$$

где $\Delta\theta_{12}$ – угол между векторами токов ротора и статора.

Из уравнения (5) следует, что максимальный момент АД соответствует $\Delta\theta_{12} = \pi/2$, т.е. когда векторы токов статора и ротора перпендикулярны.

При построении систем управления электроприводом на основе векторного управления используют модели АД во вращающихся координатах, которые жестко связаны с векторами магнитных потоков ротора и статора.

Физические процессы в АД описываются системой дифференциальных уравнений электрического равновесия статора и ротора по осям d и q [4].

$$\begin{aligned} U_{1d} &= i_{1d}R_1 + (L_1 + M_{12})\frac{di_{1d}}{dt} + E_{21d}; \\ U_{1q} &= i_{1q}R_1 + (L_1 + M_{12})\frac{di_{1q}}{dt} + E_{21q}; \\ 0 &= i_{2d}R_2 + (L_2 + M_{21})\frac{di_{2d}}{dt} + E_{12d}, \end{aligned} \quad (6)$$

где U_{1d} , U_{1q} , i_{1d} , i_{1q} – проекции векторов напряжений и токов статора в координатной системе $d - q$; i_{2d} – продольная составляющая вектора тока ротора (численно равна амплитуде тока ротора); E_{21d} , E_{21q} – проекции векторов ЭДС, наводимых в статоре током ротора; E_{12d} – продольная составляющая вектора ЭДС ротора, наводимая током статора; L_1 , L_2 – индуктивность обмоток статора и ротора, соответственно.

Из уравнений (6) следует, что проекции на ось d формируют магнитные потоки статора и ротора, а проекции на ось q создают электромагнитный момент АД.

Система векторного уравнения обеспечивает двойное преобразование координат мгновенных значений переменных. На основе измеренных токов и напряжений с помощью преобразования Парка определяются их значения в координатах α , β (неподвижная система координат, ориентированная по оси фазы обмотки статора). Затем, с учетом угла поворота поля ротора, получают токи и напряжения в координатах d , q (система координат, вращающаяся синхронно с потокосцеплением ротора и ориентированная по его направлению). Эти сигналы и являются обратными связями системы управления.

С помощью преобразования Кларка происходит формирование напряжения в реальных трехфазных осях a , b , c .

Координатно-фазовые преобразования в системе векторного управления обеспечиваются тремя функциональными блоками:

- блок регуляторов переменных – БРП;
- блок вычисления переменных – БВП;
- блок задачи переменных – БЗП.

Большой объем и скорость вычислений обеспечивает микропроцессорный контроллер, разработка которого явилась вторым этапом создания векторной системы управления АД.

Третий этап создания современного частотно-регулируемого электропривода с векторным управлением – разработка мощных высоковольтных полевых транзисторов с изолированным затвором серии IGBT. На их базе построен высокочастотный широтно-импульсный модулятор (ШИМ) с автономным инвертором напряжения (АИН).

Высокая частота коммутации и ключевой режим работы транзисторов обеспечивают высокий КПД, большой диапазон регулирования и малые габариты преобразователей с минимальным влиянием на питающую сеть.

Точность поддержания заданной частоты вращения и диапазон регулирования определяются точностью измерения мгновенных значений скорости. Для большинства реальных технологических установок достаточен диапазон 1:100. В этих случаях сигнал обратной связи по скорости формируется с помощью "Наблюдателя" состояния АД, представляющего собой математическую модель, которая учитывает типовые или измеренные параметры АД.

Ощутимую экономию электрической энергии (50...70 %) можно получить при использовании частотно-регулируемого электропривода с векторным управлением в насосных установках горячей и холодной воды, в системах водо- и теплоснабжения вспомогательного оборудования котелен, ТЭЦ и котлоагрегатов.

Регулирование дросселированием связано с потерями энергии на сопротивлениях, создаваемых регулирующими устройствами. Эти потери отсутствуют при управлении производительностью насосного агрегата путем регулирования частоты вращения его приводного двигателя. Кроме этого, разгон и торможение по S-образному закону обеспечивают ограничение 1-й и 2-й производных по скорости, что исключает вредное воздействие переходных процессов (типа гидравлический удар) в напорных трубопроводах и технологическом оборудовании.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Копылов, И.П. Математическое моделирование электрических машин / И.П. Копылов. – М. : Высшая школа, 1994. – 318 с.
2. Рудаков, В.В. Асинхронные электроприводы с векторным управлением / В.В. Рудаков, И.М. Столяров, В.А. Дартау. – Л. : Энергоатомиздат, 1987. – 136 с.
3. Клименко, Ю.М. Техническая реализация транзисторных асинхронных электроприводов с векторным полеориентированным управлением / Ю.М. Клименко, А.В. Садовой. – Кременчуг, Автоматизированные электромеханические системы, 2000.
4. Усольцев, А.А. Векторное управление асинхронными двигателями / А.А. Усольцев. – СПб., 2002.
5. Казаченко, А.В. Перспективы развития автоматизированных электроприводов / А.В. Казаченко. – М. : Microchip, 1999.
6. Digital Signal Processing Solution for AC-Motor. – Application Note : BPRA043, Texas Instruments, 1996.
7. Field Oriented Control of 3-Phase AC-Motor. – LN : BPRA073, Texas Instruments, 1998.

Кафедра " Электрооборудование и автоматизация "

УДК 681.335(07)

М.Е. Глинкин, Е.И. Глинкин

ЗАЩИТА КОМПЬЮТЕРНОГО ЭЛЕКТРОПРИВОДА

Структурная схема компьютерного электропривода (КЭП) с интеллектуальной защитой синтезирована по принципу аналогии из обобщенной структуры информационного электромеханического преобразования энергии с интеграцией функций защиты по дифференцированным каналам управления. Структура КЭП дополнительно включает интерфейс диагностики (ИД) с параллельными каналами защиты, соответственно выпрямителя (КЗВ), инвертора (КЗИ) и двигателя (КЗД) (см. рис. 1). Каналы защиты реализуют управление преобразователями энергии по следящей обратной связи в узлах диагностики по правилам техники безопасности, систематизированным в банке данных ПК в виде пакета программ диагностики. Следовательно, архитектура интерфейса диагностики содержит схемы каналов защиты, формирующих универсальные АС и соответствующие программы их функционирования, систематизированные в гибкое ПО, которые в комплексе автоматизируют электробезопасность компьютерного привода [1].

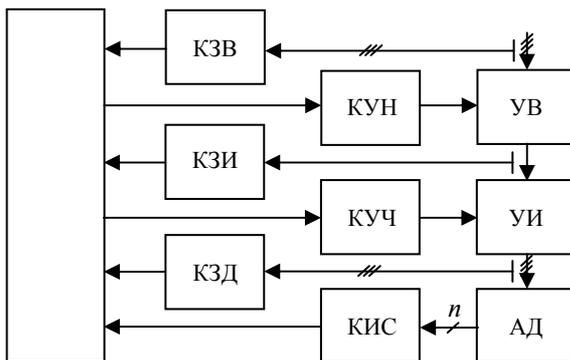


Рис. 1. Структурная схема КЭП с микропроцессорной защитой

Архитектуры каналов защиты ИД аналогичны, поэтому в обобщенной схеме достаточно проанализировать структуру одного из каналов, например, защиты выпрямителя. Структурная схема следящей обратной связи диагностики электробезопасности выпрямления содержит последовательное включение (рис. 1) КЗВ, ПК, КУН, УВ, коммутирующего посредством управляемой проводимости энергию трехфазной сети переменного тока в регулируемое напряжение постоянного тока. В отличие от неуправляемой комбинаторной структуры программируемая матрица БИС диагностирует узлы защиты по адресам с произвольной выборкой в координатах пространства и времени схемо- и мнемотехники. Это позволяет до минимума сократить в адресуемых узлах число датчиков контроля и исполнительных механизмов, преобразователей сигнала и энергии. Исходя из этого, достаточно проиллюстрировать защиту одного диагностируемого адреса (по входу или выходу преобразования энергии), например, на входе УВ в узле генератора сети переменного тока.

Датчиком контроля адресуемых узлов на выходах генератора и входах выпрямителя УВ служит КЗВ, коммутирующий ток между узлами по управляемым проводимостям полупроводникового преобразователя, подобного УВ, но на семисторах с двусторонним управлением. Подобие функций защиты на различных иерархических уровнях обуславливает эквивалентность их архитектур, поэтому периферийная схема КЗВ соответствует анализируемой структуре диагностики электробезопасности в узлах, с адресами топологических входов и выходов УВ. При этом схема замещения периферии КЗВ идентична типовой структуре следящей обратной связи интегральной функции, конструируемой из последовательного включения узла с входным адресом УВ-КЗВ-ПК-КУН-УВ, коммутирующего ток генератора в узел с выходным адресом УВ.

Как и эквивалентные на различных уровнях интеграции схемы АС, систематизированы вложением друг в друга адресные пространства таблиц, подпрограмм и программ ПО, что приводит к упорядоченности по информатизации интегральные АС и дифференциальное ПО в гибкую и многофункциональную, ассоциативную и универсальную архитектуру. Идентичность схемо- и мнемотехнических образов позволяет моделировать адаптивную архитектуру по методам эквивалентов с нормируемыми мерами, организующим целенаправленную последовательность простых эквивалентных операций, т.е. информационную технологию проектирования линейных решений в явном виде с адаптивными характеристиками и воспроизводимыми результатами, регламентируемыми априори точностью цифровых эквивалентов.

Сущность информационной технологии проектирования [1, 2] иллюстрирует синтез и анализ функциональной схемы КЭП с МЗ на примере микропроцессорного комплекта БИС К745.

Адресацию знакомест из системной магистрали Рг на выходную шину данных $\{Y\}_0^3$ организует шина адреса $\{X\}_0^7$ по последовательной выборке с линейным законом сканирования. На функциональной схеме шина данных $\{D\}_0^3$ служит для считывания динамических характеристик АД, формируемых измерительным каналом КИС на информационных выходах $\{\overline{1, 4}\}$. При организации прямого доступа к динамической памяти в этот разрыв последовательно подключают оперативные регистры конструируемых интерфейсов, например, системные входы 0 и выходы 4 магистрали Рг микроконтроллера, КУН, КУЧ и КИС (рис. 2), а при необходимости магистраль объединяют через оперативную память последовательность каналов защиты КЗВ, КЗИ, КЗД. При прямом доступе в кольцо динамической памяти ПК сокращается аппаратная избыточность АС за счет исключения параллельных соединений по шинам данных и адреса.

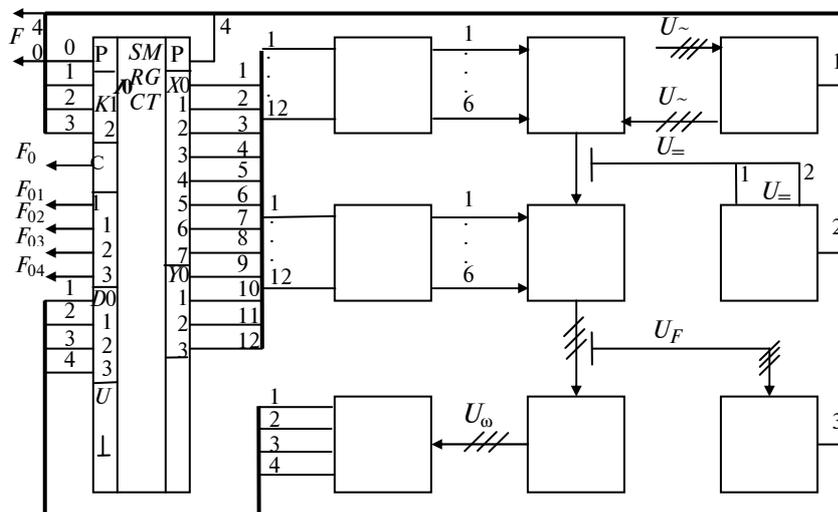


Рис. 2. Функциональная схема КЭП с защитой

Схемы (рис. 1 и 2) функционируют в диалоговом и автоматическом режимах. Оператор в диалоговом режиме загружает в ПК программы измерения и контроля, управления и защиты. В автоматическом режиме при нормальном функционировании КЭП регистрируются по шине данных $\{D\}_0^3$ динамические характеристики АД с выхода КИС, по которым в ПК рассчитываются режимные параметры управления и по шине данных $\{Y\}_0^3$ поступают в КУН и КУЧ в соответствии с адресной последовательностью знакомест по шине $\{X\}_0^7$. КУН и КУЧ по информационным шинам $\{\overline{1, 6}\}$ управляют соответственно амплитудой напряжения УВ и частотой трехфазной сети переменного тока УИ. При этом АД преобразует электрическую энергию в механическую по заданным оператором законам регулирования, а динамические характеристики контролирует через измерительный канал КИС и системную магистраль микроконтроллера К745 персональный компьютер. По следящей обратной связи управляются и контролируются электромеханические характеристики АД в каждом машинном цикле с частотой F_0 при адресации данных в системной магистрали ПК по знакоместам последовательностью тетрады фазовых импульсов $\{F_{0i}\}_4^1$.

Аварийные ситуации отслеживают каналы КЗВ и КЗИ, КЗД и КИС. На выходах $\{\overline{1, 3}\}$ каналов защиты формируются при этом последовательности импульсов, которые по директивным входам $\{K\}_0^2$ определяют адресное пространство (логическое, операционное или диалоговое), выбирают программы и регламентируют электробезопасность КЭП от перегрузки и перенапряжения, обрывов и короткого замыкания, перекоса и пропадания фаз.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Глинкин, Е.И. Схемотехника МИС: Компьютерный электропривод / Е.И. Глинкин, М.Е. Глинкин. – Тамбов : Изд-во Тамб. гос. техн. ун-та, 2002. – 76 с.
2. Глинкин, Е.И. Схемотехника БИС: Выпрямители и инверторы / Е.И. Глинкин, М.Е. Глинкин. – Тамбов : Изд-во Тамб. гос. техн. ун-та, 1999. – 72 с.

Кафедра "Биомедицинская техника"

УДК 004

Р.В. Гребенников, С.В. Данилкин, Ю.И. Коток

ОПТИМАЛЬНОЕ УПРАВЛЕНИЕ АВТОМАТИЗИРОВАННЫМИ МОДУЛЬНЫМИ КОТЕЛЬНЫМИ

Автоматизация котельных – одно из основных направлений повышения их коэффициента полезного действия, снижения удельного расхода топлива, обеспечения безаварийности работы. Она дает значительные преимущества: 1) обеспечивает уменьшение численности обслуживающего персонала, следовательно, повышает производительность его труда; 2) приводит

к изменению характера работы и облегчению труда персонала; 3) увеличивает точность поддержания рабочих режимов; 4) повышает безопасность труда и надежность работы оборудования.

Необходимость этих условий особенно важна для модульных котельных, которые работают в автоматическом режиме без участия оператора сутками.

Автоматизация котельной включает в себя автоматическое регулирование, дистанционное управление, технологическую защиту, теплотехнический контроль, технологические блокировку и сигнализацию. Автоматическое регулирование обеспечивает нормальный ход непрерывно протекающих процессов в котле и системе водоподготовки.

Анализ математического обеспечения показал, что до настоящего времени мало внимания уделялось задачам синтеза энергосберегающего управления в реальном времени, в основном исследовались задачи оптимального управления по быстродействию и квадратичному критерию. Оптимальное управление применительно к топливу гораздо сложнее по сравнению с задачами быстродействия, а также минимизации затрат электрической энергии, так как необходимо учитывать специфику процессов горения и теплообмена внутри теплового агрегата.

Основными этапами работ при создании систем управления, минимизирующих расход топлива, являются: 1) разработка математической модели работы печи в динамических режимах; 2) формализация задачи оптимального управления; 3) разработка алгоритмов синтеза оптимальных управляющих воздействий в различных состояниях функционирования [1].

В зависимости от состояния функционирования объекта возможны различные постановки задач оптимального управления. Для большинства котельных наиболее важными являются следующие три состояния: 1) режим пуска, т.е. начало функционирования котла и нагрев воды на его выходе до заданной конечной температуры; 2) переходный режим при изменении задания, т.е. перевод температуры с одного заданного значения на другое, это изменение задания может быть вызвано сменой внешних условий или технологических требований, обычно изменение задания не превышает десятков градусов; 3) режим отработки больших возмущающих воздействий при стабилизации температуры.

В настоящее время технологии управляемого нагрева, разгона и других процессов находятся на стадии развития. В то же время растущие возможности микропроцессорной техники и возрастающие энергетические потребности производства требуют перехода к системам с более качественным уровнем управления. Наиболее часто используются линейные виды моделей динамики для расчета управляющих воздействий. В основном это связано с тем, что большинство систем в пределах ограниченного рабочего диапазона обладают приблизительно линейными характеристиками. Применение линейных моделей обуславливает значительные погрешности, если реальные динамические характеристики объекта отличаются от линейных.

Для существенно нелинейных объектов, к которым относятся котельные, предлагается использовать, так называемые, переключаемые линейные регуляторы. Принцип работы таких регуляторов заключается в следующем. Все пространство состояний разбивается на маленькие области, внутри которых линейная модель дает разумное приближение. Проектируется ряд фиксированных линейных регуляторов, по одному на каждый линейный участок. При этом приходится решать две проблемы: определение области, в которой мы находимся в текущий момент времени, и управление переключениями регуляторов.

Первая проблема обычно решается на основе мониторинга ключевой измеряемой переменной, с помощью которой система управления определяет, на какой стадии она находится. В качестве такой переменной может использоваться температура или скорость ее изменения.

Вторая проблема требует, чтобы каждый регулятор был в устойчивом режиме независимо подключен ли он к объекту. Это может быть достигнуто с помощью стратегии противонакопления [2]. В качестве альтернативы предлагается для решения второй проблемы переключаемые регуляторы реализовать на микропроцессорной логике и создать, в свою очередь, на их базе интеллектуальную систему управления.

Один микроконтроллер с "заложеными" в него несколькими линейными регуляторами можно рассматривать как некоторый регулятор. В этом случае проблема переключения между линейными регуляторами будет решаться на программном уровне по следующему алгоритму: 1) на вход микроконтроллера поступает сигнал с управляемого устройства; 2) происходит обработка данных и принятие решения о функционировании в соответствующей области и применении того или иного регулятора; 3) выбранный регулятор переводится в начальное состояние или в устойчивый режим; 4) микроконтроллер применяет выбранный регулятор и вырабатывает соответствующую стратегию управления.

Такая система управления может быть подключена к персональному компьютеру с соответствующей базой знаний или экспертной системой, которые будут выполнять роль супервизора и принимать соответствующее решение об управляющих воздействиях, минимизирующих расход топлива.

Достоинством подобного рода систем является их универсальность. Информационно-управляющая система, построенная по принципу виртуального регулятора, позволяет вырабатывать оптимальное управление для всех режимов работы модульных котельных.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ляпин, Л.Н. Анализ и оперативный синтез оптимального управления в задачах двойного интегратора на множестве состояний функционирования / Л.Н. Ляпин, Ю.Л. Муромцев // Известия АН СССР. Техническая кибернетика. – 1990. – № 3. – С. 57 – 64.
2. Гудвин, Г.К. Проектирование систем управления / Г.К. Гудвин, С.Ф. Гребен, М.Э. Сальгадо. – М. : Бинном. Лаборатория знаний, 2004.

Кафедра "Конструирование радиоэлектронных и микропроцессорных систем"

Постановка задач стохастической оптимизации в условиях интервальной неопределенности при разработке энерго- и ресурсосберегающих процессов и аппаратов

При проектировании новых, реконструкции и перепрофилировании действующих биохимических, пищевых и перерабатывающих производств разработчики новых технологий и проектировщики практически всегда сталкиваются с необходимостью решения сложнейшей задачи аппаратурно-технологического оформления биохимических процессов, осуществляемых на различных стадиях производства. Сложность обусловливается неполнотой и неточностью исходной физико-химической, биотехнологической и экономической информации, а также необходимостью удовлетворения целого ряда требований технологического регламента производства, а именно: 1) производство должно работать без аварийных ситуаций и быть экологически безопасным, т.е. выбросы вредных веществ не должны превышать допустимых норм; 2) в ходе эксплуатации производства должны обеспечиваться заданные требования по качеству продукции и производительности; 3) биотехнологические процессы, осуществляемые на различных стадиях производства, должны быть экономически эффективными, т.е. некоторая мера, характеризующая их экономическую эффективность, должна принимать наибольшее или наименьшее значение (например, показатели энерго- и ресурсосбережения, прибыль, приведенные затраты и т.п.).

Аппаратурно-технологическое оформление биохимического или пищевого производства предусматривает выбор типа аппаратурного оформления $a \in A$, определение векторов конструктивных $d \in D$ и режимных переменных $z \in Z$ осуществления биохимического процесса, при которых целевая функция $C(a, d, z)$ (обычно приведенные затраты на производство единицы продукции) достигает минимального значения при выполнении условий работоспособности (гибкости) производства. Основными составляющими приведенных затрат являются стоимость изготовления или приобретения оборудования и средств автоматизации, затраты на сырье и материалы, затраты электро- и тепловой энергии на осуществление технологического процесса, затраты на содержание и эксплуатацию технологического оборудования и средств автоматизации.

Сформулируем задачу аппаратурно-технологического оформления химического производства математически. Запишем систему уравнений стационарных режимов ХТП в общем виде:

$$f_i(a, d, z, y) = 0, \quad i = 1, \dots, k, \quad (1)$$

где функции $f_i(a, d, z, y)$ получены из уравнений стационарных режимов ХТП, на различных стадиях производства и соотношений связи между технологическими аппаратами; y – вектор состояний (расход потока, концентрационный состав, энтальпия потока и т.п.). Обычно y определяется как однозначная функция $(a, d, z): y = y(a, d, z)$.

Далее при проектировании должен быть соблюден ряд требований-ограничений в форме равенств и/или неравенств:

$$g_j(a, d, z) \leq 0, \quad j = 1, \dots, m. \quad (2)$$

Ограничения могут быть технологическими, экологическими, экономическими и регламентными. Ограничением в форме равенства часто является производительность по основному продукту.

С учетом введенных выше обозначений задачу аппаратурно-технологического оформления химического процесса можно записать в виде

$$\min_{a \in A, d \in D, z \in Z} C(a, d, z) \quad (3)$$

при наличии ограничений (2).

В научной литературе задачу (3), (2) принято называть задачей нелинейного программирования (НЛП). Решив задачу НЛП, получим оптимальные значения a^*, d^*, z^* , обеспечивающие минимум критерия C при соблюдении ограничений (2).

Так, однако, обстоит дело в идеальном случае. В реальности на этапе проектирования в математическом описании ХТП всегда присутствуют неопределенности ξ -параметры сырья и температура окружающей среды, некоторые коэффициенты в кинетических уравнениях или уравнениях тепло- и массопереноса, технологические переменные (концентрации, расходы и т.п.). Чтобы их учесть в математическом описании ХТП, достаточно ввести в зависимости для C и g_j неопределенные параметры, считая, что $C = C(a, d, z, \xi)$, $g_j = g_j(a, d, z, \xi)$, $j = 1, \dots, m$, где ξ – вектор неопределенных параметров, принимающих любые значения из заданной области Ξ , которую обычно считают прямоугольной $\Xi = \{\xi: \xi^L \leq \xi \leq \xi^U\}$.

Таким образом, решение задачи (3), (2) на самом деле зависит от значения, которое принял вектор ξ , и само оказывается неопределенным. В наших работах предлагается подход, когда дополнительно к ограничениям (2) вводится требование работоспособности (гибкости) ХТП в жесткой форме

$$F(a, d) = \max_{\xi \in \Xi} \min_{z \in Z} \max_{j \in J} g_j(a, d, z, \xi) \leq 0, \quad (4)$$

где $J = \{1, \dots, m\}$ – множество индексов для функций ограничений; или в мягкой форме

$$\text{Вер}[\xi \in \Omega] \geq \rho_{\text{зад}},$$

где

$$\Omega = \Omega(a, d) = \left\{ \xi: \min_z \max_{j \in J} g_j(a, d, \xi) \leq 0, \xi \in \Xi \right\}. \quad (5)$$

Если производство с векторами a, d , получившими определенные значения, удовлетворяет ограничениям (4) или (5), то его называют работоспособным (гибким). Гибкое производство сохраняет работоспособность при любых значениях ξ из области неопределенности Ξ .

В качестве критерия оптимизации принимают некоторую усредняющую величину и предлагается дискретный аналог задачи с использованием аппроксимации многомерного интеграла взвешенной суммой с небольшим числом членов $\sum_{i=1}^s w_i C(a, d, z^i, \xi^i)$, где ξ^i – "аппроксимационные" точки (представительные точки области Ξ , участвующие в операции усреднения критерия); s – число аппроксимационных точек; w_i – весовые коэффициенты, значения которых определяют теоретически (если известны вероятностные распределения неопределенных параметров ξ^i), либо принимают субъективно с учетом знаний о процессе $w_i > 0, \sum_{i=1}^s w_i = 1$. В результате получают задачу стохастической оптимизации, в которой требуется определить векторы $a^* \in A, d^* \in D$ и $(z^*)^i \in Z$ такие, что

$$\min_{d \in D, z^i \in Z} \sum_{i=1}^s w_i C(a, d, z^i, \xi^i), \quad (6)$$

$$g_j(a, d, z^i, \xi^i) \leq 0, \quad i = 1, \dots, s, \quad j = 1, \dots, m, \quad (7)$$

при выполнении условия гибкости в жесткой форме (4) или в мягкой форме (5).

Сформулированная задача аппаратурно-технологического оформления биохимического или пищевого производства в условиях частичной неопределенности (6), (7), (4) или (5) существенно отличается от традиционной задачи НЛП. Во-первых, она позволяет научно обоснованно рассчитывать оптимальные (по критерию C) конструктивные и режимные (управляющие) переменные ХТП при наличии неопределенностей и коэффициенты запаса технического ресурса оборудования производства, гарантирующие сохранение его работоспособности при любых значениях ξ из области неопределенности Ξ . Во-вторых, задача аппаратурно-технологического оформления в постановке (4) – (7) дает возможность подстройки режимных (управляющих) переменных на этапе функционирования производства и тем самым обеспечивает более экономичное осуществление биохимических процессов на различных стадиях производства. Наконец в постановке задачи (4) – (7) заложены предпосылки эффективного управления и автоматизации, что позволяет разрабатывать новые энерго- и ресурсосберегающие процессы и аппараты, биореакторные установки и обеспечивать высокую конкурентоспособность проектируемого производства на мировом рынке.

В докладе обсуждаются перспективные методы и алгоритмы решения двухэтапных задач стохастической оптимизации с мягкими и со смешанными ограничениями и их применение для аппаратурно-технологического оформления энерго- и ресурсосберегающих процессов тонкого органического синтеза и регенерации воздуха в средствах изолирующей защиты органов дыхания людей. Разработанные нами алгоритмы решения двухэтапных задач стохастической оптимизации с мягкими и смешанными ограничениями позволяют за приемлемое время получать решение задач оптимизации при аппаратурно-технологическом оформлении промышленных процессов био- и химических технологий при наличии неопределенности исходных данных.

КАФЕДРА "ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ ОБОРУДОВАНИЕ И ПРОГРЕССИВНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ"
УДК 658.52.011.56.012.3

Д.С. ДВОРЕЦКИЙ

ДВУХЭТАПНЫЕ АЛГОРИТМЫ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ СТОХАСТИЧЕСКОЙ ОПТИМИЗАЦИИ В УСЛОВИЯХ ИНТЕРВАЛЬНОЙ НЕОПРЕДЕЛЕННОСТИ

Задача стохастической оптимизации:

$$\begin{aligned} \min_d F(d) &= \min_d (F_1(d) + F_2(d)), \\ F_1(d) &= \int_{\Omega} \left(\min_z C(d, z, \xi) \mid g_j(d, z, \xi) \leq 0, j \in J \right) P(\xi) d\xi, \\ F_2(d) &= \int_{\Xi \setminus \Omega} \left[\min_z \left(C(d, z, \xi) + K \max \left(\max_{j \in J} g_j(d, z, \xi), 0 \right)^2 \right) \right] P(\xi) d\xi, \end{aligned}$$

с мягкими ограничениями

$$\text{Вер}[\xi \in \Omega] \geq \rho_{\text{зад}}, \quad \Omega(d) = \left\{ \xi : \min_z \max_{j \in J} g_j(d, z, \xi) \leq 0, \quad \xi \in \Xi \right\}$$

может быть сведена к задаче дискретной оптимизации:

$$\min_{d, z^i, z^l, z^k, i \in I_1^{(v)}, l \in I_2^{(v)}, k \in I_3^{(v)}} \left\{ \sum_{i \in I_1^{(v)}} w_i C(d, z^i, \xi^i) + \sum_{l \in I_2^{(v)}} \left[w_l C(d, z^l, \xi^l) + \sum_{j \in J'} K \max \{g_j(d, z^l, \xi^l), 0\}^2 \right] \right\}, \quad (1)$$

с ограничениями вида $\text{Вер} \{g_j(d, \bar{z}, \xi) \leq 0\} \geq \rho_{\text{зад}}, j \in J$, где K – штрафной коэффициент; w_i, w_l – весовые коэффициенты; J' – множество номеров нарушенных ограничений.

А л г о р и т м 1.

Шаг 1. Принять номер итераций $v=0$. Выбрать начальные приближения векторов $\alpha^{(v)} = (\alpha_1^{(v)}, \alpha_2^{(v)}, \dots, \alpha_m^{(v)})$, $d^{(v)}, z^{i(v)}, z^{l(v)}, z^{k(v)}$, совокупности аппроксимационных точек $R_1^{(0)} = (\xi^i : i \in I_1^{(0)})$, $R_2^{(0)} = (\xi^l : l \in I_2^{(0)})$, где $I_1^{(0)}$ – совокупность номеров аппроксимационных точек для первого интеграла; $I_2^{(0)}$ – совокупность номеров аппроксимационных точек для второго интеграла и множество критических точек $S^{(0)} = (\xi^k : k \in I_3^{(0)})$; $I_3^{(0)}$ – совокупность номеров критических точек.

Шаг 2. Методом последовательного квадратичного программирования решить задачу нелинейного программирования (1) с ограничениями:

$$g_j(a, d, z^i, \xi^i) \leq \alpha_j^{(v)}, i \in I_1^{(v)} \cup I_2^{(v)} \cup I_3^{(v)}, j \in J.$$

Пусть $d_{\alpha^{(v)}}, z^{i(v)}, z^{l(v)}, z^{k(v)}, i \in I_1^{(v)}, l \in I_2^{(v)}, k \in I_3^{(v)}$ – решение этой задачи.

Шаг 3. В точке $d_{\alpha^{(v)}}$ с использованием имитационной модели вычисляются вероятности выполнения ограничений с заданной вероятностью $\rho_{\text{зад}}$:

$$\text{Вер} \{g_j(d_{\alpha^{(v)}}, \bar{z}^{(v)}, \xi) \leq 0\} \geq \rho_{\text{зад}}, j \in J. \quad (2)$$

При реализации имитационной модели для каждого полученного случайного значения ξ в качестве соответствующего $\bar{z}^{(v)}$ берем то значение $\hat{z}^{i(v)}, i \in I_1^{(v)}$ или $\hat{z}^{l(v)}, l \in I_2^{(v)}$, или $\hat{z}^{k(v)}, k \in I_3^{(v)}$, которое соответствует точке ξ^i , наиболее близкой к точке $\bar{\xi}$.

Если вероятностные ограничения не выполняются с заданной вероятностью для каких-либо номеров $j \in J$, то включается алгоритм входа в допустимую область $A = \{\alpha \mid \forall j \text{ Вер} [g_j(d_{\alpha}, \bar{z}_{\alpha}, \xi) \leq 0] \geq \rho_{\text{зад}}\}$, образуется новое множество критических точек $S^{(v+1)} = S^{(v)} \cup \{\hat{\xi}^{(v)}\}$, где $\hat{\xi}^{(v)}$ – точки, в которых вероятностные ограничения (2) не выполняются с заданной вероятностью $\rho_{\text{зад}}$. Далее принимается $v := v + 1$ и осуществляется переход к шагу 2, в противном случае – к следующему шагу.

Шаг 4. Если ограничения выполнены и получено решение внешней A -задачи оптимизации $\alpha^* = \arg \min_{\alpha \in A} F(d_{\alpha})$, то решение исходной задачи получено $d^* = d_{\alpha^*}$. В противном случае определяется новое значение вектора $\alpha^{(v+1)}$ в соответствии с алгоритмом решения A -задачи оптимизации и осуществляется переход к шагу 2.

Задача стохастической оптимизации со смешанными ограничениями

$$\text{Вер}[\xi \in \Omega] \geq \rho_{\text{зад}}, \chi(d) = \max_{\xi \in \Xi} \min_z \max_{j \in J_1} g_j(d, z, \xi) \leq 0,$$

$$\Omega(d) = \left\{ \xi : \min_z \max_{j \in J} g_j(d, z, \xi) \leq 0, \xi \in \Xi \right\}.$$

А л г о р и т м 2.

Шаг 1. Принять номер итераций $v=0$. Выбрать начальные совокупности аппроксимационных точек $R_1^{(0)} = (\xi^i : i \in I_1^{(0)})$, $R_2^{(0)} = (\xi^l : l \in I_2^{(0)})$ и множество критических точек $S^{(0)} = (\xi^k : k \in I_3^{(0)})$, где $I_1^{(0)}$ – совокупность номеров аппроксимационных точек для первого интеграла; $I_2^{(0)}$ – совокупность номеров аппроксимационных точек для второго интеграла; $I_3^{(0)}$ – совокупность номеров критических точек.

Заменить многомерный интеграл целевой функции $F(d)$ квадратурной формулой и сформулировать дискретную задачу оптимизации вида:

$$\min_{d, z^i, z^l, z^k, i \in I_1^{(v)}, l \in I_2^{(v)}, k \in I_3^{(v)}} \left\{ \sum_{i \in I_1^{(v)}} w_i C(d, z^i, \xi^i) + \sum_{l \in I_2^{(v)}} \left[w_l C(d, z^l, \xi^l) + \sum_{j \in J} K \max \{g_j(d, z^l, \xi^l), 0\}^2 \right] \right\},$$

где w_i, w_l – весовые коэффициенты. Задать начальные приближения $d^{(v)}, z^{i(v)}, z^{l(v)}, z^{k(v)}$.

Шаг 2. Решить задачу при значениях $d^{(v)}, z^{i(v)}, z^{l(v)}, z^{k(v)}$

$$\min_{d, z^i, z^l, z^k, i \in I_1^{(v)}, l \in I_2^{(v)}, k \in I_3^{(v)}} \left\{ \sum_{i \in I_1^{(v)}} w_i C(d, z^i, \xi^i) + \sum_{l \in I_2^{(v)}} \left[w_l C(d, z^l, \xi^l) + \sum_{j \in J} K \max(g_j(d, z^l, \xi^l), 0)^2 \right] \right\}$$

при ограничениях

$$\left. \begin{aligned} g_j(d, z^i, \xi^i) &\leq 0, \quad i \in I_1^{(v)}; \\ g_j(d, z^l, \xi^l) &\leq 0, \quad l \in I_2^{(v)}; \\ g_j(d, z^k, \xi^k) &\leq 0, \quad k \in I_3^{(v)}, \end{aligned} \right\} \quad j \in J_1.$$

Получить решение $\hat{d}^{(v)}, \hat{z}^{i(v)}, \hat{z}^{l(v)}, \hat{z}^{k(v)}, i \in I_1^{(v)}, l \in I_2^{(v)}, k \in I_3^{(v)}$.

Шаг 3. В точке $\hat{d}^{(v)}, \bar{z}^{(v)}$ вычислить вероятность выполнения мягких ограничений с использованием имитационной модели. При реализации имитационной модели для каждого полученного случайного значения ξ в качестве соответствующего $\bar{z}^{(v)}$ берем то значение $\hat{z}^{i(v)}, i \in I_1^{(v)}$ или $\hat{z}^{l(v)}, l \in I_2^{(v)}$, или $\hat{z}^{k(v)}, k \in I_3^{(v)}$, которое соответствует точке ξ_i , наиболее близкой к точке $\bar{\xi}$.

Проверить выполнение условия

$$\text{Вер} \{g_j(\hat{d}^{(v)}, \bar{z}^{(v)}, \xi) \leq 0\} \geq p_{\text{зад}}.$$

Если это условие не выполняется, то перейти к шагу 4, в противном случае перейти к шагу 5.

Шаг 4. Сформировать множество критических точек S_1 , в которых не выполняются мягкие ограничения, т.е.

$$\chi_2(d^{(v)}) = \max_{\xi \in \Xi} \min_z \max_{j \in J_2} g_j(d^{(v)}, z, \xi) \geq 0.$$

Шаг 5. Сформировать множество критических точек S_2 , в которых не выполняются жесткие ограничения, т.е.

$$\chi_1(d^{(v)}) = \max_{\xi \in \Xi} \min_z \max_{j \in J_1} g_j(d^{(v)}, z, \xi) \geq 0.$$

Если множества S_1 и S_2 критических точек пусты, то перейти к шагу 7, в противном случае – к шагу 6.

Шаг 6. Образовать новую совокупность критических точек

$$S^{(v+1)} = S^{(v)} \cup S_1 \cup S_2.$$

Принять $v := v + 1$ и перейти к шагу 2.

Шаг 7. Решение исходной задачи получено, определен вектор конструктивных параметров технологического объекта d^* и найдено оптимальное значение критерия оптимизации $F(d^*)$.

Что касается оптимального значения вектора режимных (управляющих) переменных z^* , то его значения определяются на этапе эксплуатации технологического объекта после уточнения вектора неопределенных параметров $\xi = \xi_T$ и решения традиционной задачи нелинейного программирования с целевой функцией $C(d^*, z, \xi_T)$ и ограничениями $g_j(d^*, z, \xi_T) \leq 0$.

Описанные выше алгоритмы решения двухэтапных задач стохастической оптимизации с мягкими и смешанными ограничениями позволяют за приемлемое время получать решение задач оптимизации при аппаратно-технологическом оформлении промышленных процессов био- и химических технологий при наличии неопределенности исходных данных. При этом научно обоснованно рассчитываются оптимальные (по критерию энерго- и ресурсосбережения) конструктивные и режимные (управляющие) переменные ХТС и коэффициенты запаса технического ресурса ХТС, гарантирующие нормальное и бесперебойное функционирование био- и химико-технологических систем на стадии эксплуатации производства независимо от изменения вектора неопределенных параметров в заданных интервалах.

Кафедра " Технологическое оборудование и прогрессивные технологии"

УДК 004.9

В.Г. Мокрозуб, В.Е. Красильников

ПРОЦЕДУРНАЯ МОДЕЛЬ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ГРУППЫ АППАРАТОВ

Современные предприятия химического машиностроения выпускают, как правило, определенный класс оборудования, состоящего из типовых элементов, и процесс разработки конструкторско-технологической документации достаточно сильно регламентирован нормативными документами. Эти два обстоятельства позволяют создавать системы автоматизированного проектирования типового оборудования, работающие с минимальным участием проектировщика. Ниже рассматривается процедурная модель проектирования группы аппаратов.

Ее отличительной чертой от систем, предназначенных для проектирования одного аппарата [1], [2], является возможность одновременного проектирования нескольких типоразмеров аппаратов с целью снижения суммарной себестоимости всех проектируемых аппаратов.

Пусть $J = \{j | j = 1..N\}$ множество проектируемых типоразмеров аппаратов, где N - число различных типоразмеров аппаратов. Каждый типоразмер имеет несколько вариантов конструкции, удовлетворяющих техническому заданию, т.е. $A_j = \{A_j^k\}$ - множество вариантов конструкции аппарата, где k - номер варианта конструкции аппарата. В свою очередь, $A_j^k = \{a_{j,i}^k\}$, где $a_{j,i}^k$ - i -й элемент конструкции, тогда $P = \langle J, C \rangle$ - портфель заказов, $C = \{C_j\}$, где C_j - количество одинаковых типоразмеров аппарата.

Необходимо найти такой вариант конструкции каждого аппарата $A_j^{k*} \in A_j$, при котором себестоимость изготовления всего портфеля заказов $E(P)$ будет минимальна:

$$E(P) = \sum_{j=1}^N E(A_j^{k*}, C_j) \rightarrow \min.$$

Исходными данными для проектирования является множество технических заданий $I = \{I_j | j = 1..N\}$. Результаты проектирования - множество проектов $O = \{O_j | j = 1..N\}$.

Процедурная модель $F^{1,2}$ проектирования j -го типоразмера аппарата A_j предназначена для преобразования входного информационного потока I_j и информационного потока изменений Iz_j в информационный поток O_j при помощи моделей ИЛМ1^{1,2}, М2^{1,2}, ИЛМ2^{1,2}, М5^{1,2}, где индекс 1 - относится к аппарату с перемешивающим устройством; 2 - к кожухотрубчатому теплообменнику.

$$F^{1,2} : I_j \cup Iz_j \xrightarrow{\text{ИЛМ1}^{1,2}, \text{М2}^{1,2}, \text{ИЛМ2}^{1,2}, \text{М5}^{1,2}} O_j.$$

В свою очередь, $F^{1,2}$ состоит из следующих процедурных моделей: $F1^{1,2}$ - определения предварительной структуры аппарата; $F2^{1,2}$ - технологических расчетов аппарата; $F3^{1,2}$ - разработки конструкции аппарата; $F4^{1,2}$ - разработки технологии изготовления аппарата; $F5^{1,2}$ - поиска предпочтительных вариантов конструкции.

Информационно-логические модели аппаратов $\text{ИЛМ1}^{1,2} = \langle R, \text{М1}^{1,2}, \text{М3}^{1,2}, \text{М4}^{1,2} \rangle$ состоят из множества элементов аппарата, множества связей элементов с внешней средой и множества связей элементов друг с другом.

Далее верхние индексы опущены.

$F1 : I1_j \cup Iz1_j \xrightarrow{M1} Id1_j$, где $I1_j$ - множество данных технического задания, используемых для предварительного определения структуры аппарата; $Iz1_j$ - множество изменений структуры аппарата (удаления, добавления, изменения типа или взаимного расположения функциональных элементов); $Id1_j$ - результаты предварительного определения структуры аппарата; $M1$ - модель структуры аппарата.

$F2 : I2_j \cup Id1_j \cup Iz2_j \xrightarrow{M2} Id2_j$, где $I2_j$ - множество данных технического задания, используемых для проведения технологического расчета аппарата; $Iz2_j$ - множество изменений технологических параметров; $Id2_j$ - результаты технологического расчета аппарата; $M2$ - модель технологии процесса протекающую в аппарате.

$F3 : I3_j \cup Id3_j \cup Id2_j \cup Iz3_j \xrightarrow{M3, M4} Id3_j$, где $I3_j$ - множество данных технического задания, используемых для разработки конструкции; $Iz3_j$ - множество изменений конструкции; $Id3_j$ - результаты разработки конструкции; $M3$ - модель определения параметров элементов технологического объекта; $M4$ - модель позиционирования.

$F4 : I4_j \cup Id3_j \cup Iz4_j \xrightarrow{\text{ИЛМ2}} Id4_j$, где $I4_j$ - множество данных технического задания, используемых для проектирования технологии изготовления; $Iz4_j$ - изменения технологии изготовления; $Id4_j$ - результаты проектирования технологии изготовления; ИЛМ2 - информационно-логическая модель завода.

$F5 : Id4_j \cup Id3_j \cup Iz_j \xrightarrow{M5} Iz1_j, Iz2_j, Iz3_j, Iz4_j$, где $M5$ - экономическая модель аппарата.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Кафаров, В.В. Математические основы автоматизированного проектирования химических производств / В.В. Кафаров, В.П. Мешалкин, В.Л. Перов // Химическая кибернетика. - М. : Химия, 1979. - 318 с.
2. Мокрозуб, В.Г. Методологические основы построения автоматизированной информационной системы проектирования технологического оборудования / В.Г. Мокрозуб, М.П. Мариковская, В.Е. Красильников // Системы управления и информационные технологии. - 2007. - № 1.2 (27). - С. 259 - 262.

Кафедра " Автоматизированное проектирование технологического оборудования"

ИМИТАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ТРАНСПОРТНЫХ СИСТЕМ

В настоящее время движение транспорта во многих городах РФ представляет собой сложную динамическую систему, характеризующуюся высоким уровнем неопределенности исходной информации и сложностью ее поведения. Для решения многих проблем, связанных с управлением таких систем, можно использовать компьютерное моделирование, использующее методологию системного анализа, центральной процедурой которого является построение обобщенной модели, отражающей все факторы реальной системы. При этом в качестве методологии исследования выступает вычислительный эксперимент.

Компьютерное моделирование значительно расширяет возможности и эффективность работы лиц, принимающих решения (ЛПР), предоставляя им удобный инструмент и средства для достижения поставленных целей. Оно реализует итерационный характер разработки модели системы, поэтапный характер детализации моделируемых подсистем, что позволяет постепенно увеличивать полноту оценки принимаемых решений по мере выявления новых проблем и получения новой информации. Компьютерная имитационная модель не дает оптимального решения подобно классическому решению задач оптимизации, но она является удобным для системного аналитика вспомогательным средством для поиска решения определенной проблемы. Область применения имитационных моделей практически не ограничена, это могут быть задачи: исследования структур сложных систем и их динамики, анализа узких мест, прогнозирования и планирования и т.д. Главным преимуществом имитационного моделирования является то, что эксперт может ответить на вопрос: "Что будет, если ...", т.е. с помощью эксперимента на модели выработать стратегию развития.

Универсальным средством имитации дискретных процессов является система SIMUL8 [1] корпорации Visual Thinking International (США).

В данной работе рассмотрены возможности применения этой системы для оперативного управления транспортными потоками в населенных пунктах на примере центральной части г. Тамбова. Основными данными для построения модели является статистическая информация о транспортных потоках на отдельных участках транспортных артерий города. Модель предназначена для улучшения эффективности работы светофоров при определенных условиях. Она позволяет при заданном движении транспортных потоков смоделировать работу светофоров и по результатам проведенных испытаний определить наилучшее сочетание их параметров.

Наряду с системой SIMUL8 дополнительной средой создания модели служит Microsoft EXCEL для хранения некоторых основных ее настроек. Графический интерфейс модели в среде SIMUL8 представляет собой карту-схему центральной части города Тамбова, с расположенными на ней объектами моделирования, фрагмент которой представлен на рис. 1.

Светофоры представляют собой объекты моделирования – "рабочие центры" (work center), функционирование которых осуществляется в соответствии с известными правилами. Для управления временем работы каждого светофора служит стандартное меню свойств "рабочего центра". В нем можно задать время работы каждого светофора. Временные интервалы работы светофоров на перекрестке связаны между собой логической схемой (Visual logic), встроенным языком програм-

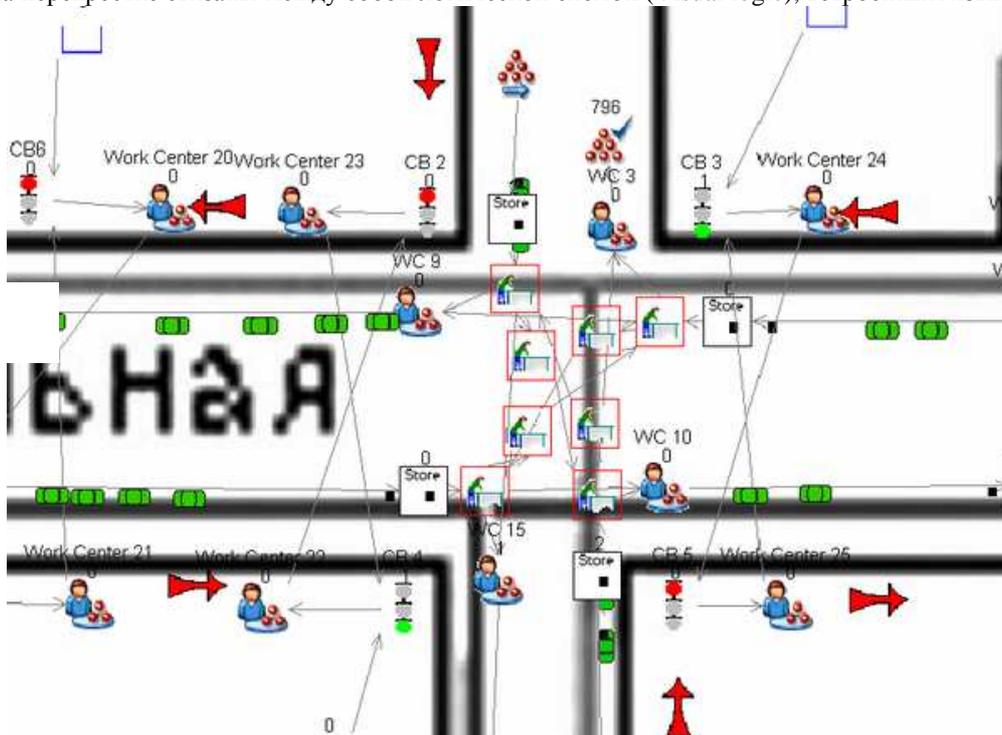


Рис. 1. Вид фрагмента модели (перекрестка) с внутренней структурой

мирования, таким образом, чтобы не возникало "конфликтов" транспортных потоков. Параметры самого транспортного потока можно регулировать в подменю компонентов, которые отображаются в модели "стрелками". Для каждого интервала времени необходимо указать среднее время появления автомобиля.

Сами автомобили представлены "рабочими элементами" (Work Items), которые перемещаются между перекрестками. При установке параметров потока вводится процент автомобилей, которые движутся в определенном направлении.

Для хранения данных о заданном времени движения транспортных средств в потоке и плотности входных потоков, используется электронная таблица Microsoft EXCEL. Это дает возможность сохранять настройки модели в отдельном файле и

при необходимости использовать уже готовые параметры, не тратя время на их повторное определение. Такая система управления транспортными потоками позволяет легко моделировать ситуации, близкие к реальным, и по результатам эксперимента определять необходимые изменения параметров светофора, чтобы избежать "пробок".

После окончания моделирования либо в процессе его выполнения можно получить статистические данные о состоянии транспортного потока, на основании которых и делаются выводы об эффективности работы светофоров: текущее число транспортных средств (ТС) в очереди; максимальное число автомобилей в очереди за время выполнения модели; общее число ТС, проехавших в данном потоке; среднее время, проводимое ТС в этой очереди, для всех автомобилей и для автомобилей, попадающих только под красный сигнал светофора; максимальное время ожидания в очереди; число ТС, попавших под красный сигнал светофора. Также в этом окне можно посмотреть график зависимости числа ТС в очереди от времени.

На примере центральной части г. Тамбова с помощью системы SIMUL8 была создана модель движения транспортных потоков дорожной сети. С помощью разработанной модели ЛППР может прогнозировать различные ситуации и своевременно принимать меры с целью эффективного оперативного управления движением.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. SIMUL8. Animate Your Business. Simulation Software. – SIMUL8 Corporation. – 2002. – 362 p.

Кафедра "Автоматизированное проектирование
технологического оборудования"

Секция 8

ИССЛЕДОВАНИЯ В ОБЛАСТИ АРХИТЕКТУРЫ, СТРОИТЕЛЬСТВА, РЕСТАВРАЦИИ, РЕКОНСТРУКЦИИ И ЭКСПЛУАТАЦИИ ЗДАНИЙ, СООРУЖЕНИЙ И КОНСТРУКЦИЙ

УДК 624.131

В.М. Антонов, В.В. Леденев, Д.А. Прокин, А.В. Старков

ВЛИЯНИЕ АРМИРОВАНИЯ НА МОДУЛЬ ОБЩИХ ДЕФОРМАЦИЙ ПЕСЧАНОГО ОСНОВАНИЯ

Армированный грунт представляет собой композитный материал, состоящий из матрицы – грунта и скелета – арматуры. Арматура перераспределяет напряжения по основанию, выравнивает деформации, повышает жесткость. Армирование проводится различными материалами: геотекстилем, геоячейками, пластиками, армированными стекловолокном, металлическими сетками с антикоррозийным покрытием и применяется в сложных грунтовых условиях, в основном в дорожном строительстве, при устройстве подпорных стен и т.п.

Важнейшей характеристикой основания при расчете осадок является модуль общей деформации, поэтому целью экспериментов, проводимых в лаборатории механики грунтов ТГТУ, являлось изучение влияния различных видов армирования на деформационные характеристики несвязного грунта.

В задачи исследований входило определение коэффициента пористости, модуля деформации по результатам компрессионных и лотковых испытаний для армированного и неармированного основания.

Варьируемыми параметрами были – вид арматуры (металлические сетки С-1,2,3 и стержни Ст-1-24 диаметром 1...3 мм, расположенные с различным шагом, пластик разной толщины П-1,2,3 и геотекстиль); плотность и влажность песчаного основания.

Первая серия экспериментов проводилась на приборах одноосного сжатия по ГОСТ 12248–96 при постоянной плотности $1,6 \text{ г/см}^3$ и влажности 11 %. Эффективность армирования оценивалась коэффициентом превышения модуля деформации $K_E = E_s / E$, где E_s – значение модуля деформации армированного основания; E – то же, неармированного. Значения коэффициентов превышения при $P = 250 \text{ кПа}$ по аппроксимированным данным приведены на рис. 1.

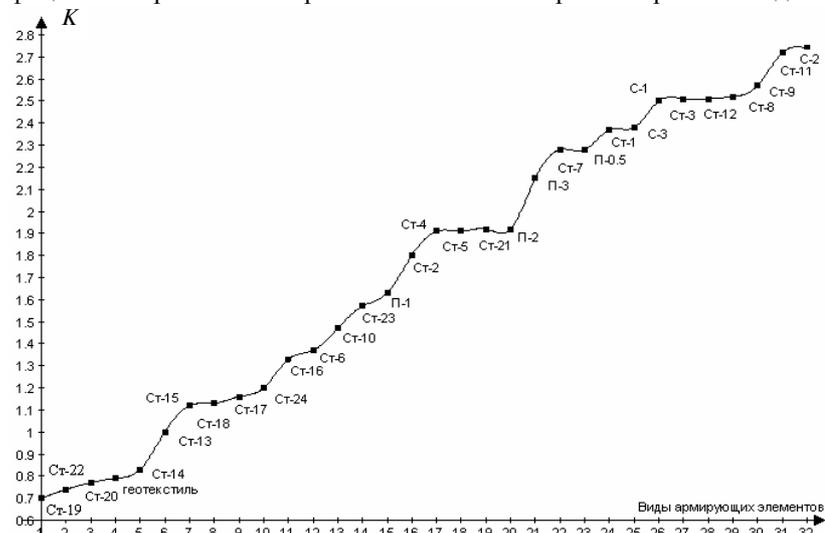


Рис. 1. Зависимость K_E от вида армирующего элемента

Максимальные значения K_E для сеток составили 2,8; для геотекстиля не наблюдалось увеличение модуля общих деформаций.

Во второй серии компрессионных испытаний оценивали влияние плотности и влажности на деформационные характеристики песчаного основания.

Влажность песчаного основания изменялась от 8 до 14 %, плотность от 1,6 до 1,9 г/см³. В качестве армирующего элемента использовали сетку с диаметром стержней 2 мм. Результаты экспериментов представлены в табл. 1.

Таблица 1

$P, \text{кПа}$	ρ/ω	$\rho = 1,7 \text{ г/см}^3$			$\rho = 1,8 \text{ г/см}^3$		
		10	12	14	10	12	14
25		2,000	1,857	4,800	1,750	1,583	3,400
50		2,900	1,231	3,222	2,167	0,750	2,714
100		2,692	1,238	1,750	2,125	1,706	1,727
200		1,667	1,125	1,630	1,357	1,286	1,667
300		2,583	0,923	1,238	1,200	1,267	1,700
400		1,688	0,826	0,947	1,125	1,071	1,200
500		1,643	0,895	1,171	1,000	1,091	1,375

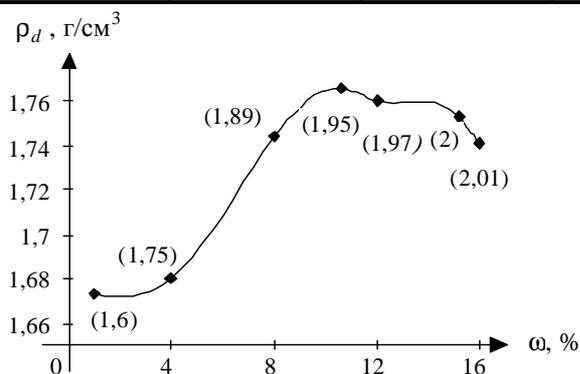


Рис. 2. Зависимость плотности скелета грунта от влажности по испытаниям на приборе "Союздорнии" (в скобках указана плотность грунта)

Ранее на приборе стандартного уплотнения СПГ-1М устанавливалась зависимость плотности скелета грунта от его влажности. По этой зависимости определялась максимальная величина плотности скелета грунта и оптимальная влажность (рис. 2).

Лотковые испытания со штампом диаметром 100 мм проводили в металлическом лотке размерами $1 \times 0,85 \times 0,5$ (h) м, заполненном песком и оснащенный рычажной системой.

Нагрузку создавали с помощью грузов, укладываемых на подвеску рычага с передаточным числом 1 : 10.

В качестве армирующих элементов использовали: арматурные сетки размером 200×200 мм с ячейкой 20×20 мм диаметром 1, 2, 3 мм, пластик размером 200×200 мм толщиной 1; 2; 3 мм, стержни длиной 200 мм, диаметром 1; 2; 3 мм и геотекстиль "дорнит". Грунтовым основанием служил тот же мелкий однородный песок из Красненского карьера, использованный для компрессионных испытаний. Плотность и влажность основания поддерживалась постоянной ($\rho = 1,6 \text{ г/см}^3$, $\omega = 0,1$). Результаты экспериментов представлены в табл. 2.

Таблица 2

K_E при $P, \text{кПа}$	Вид армирующего элемента					
	С-1	С-2	С-3	П-1	П-2	П-3
150	2,952	3,268	8,512	4,464	3,660	3,453
200	5,920	6,843	11,475	6,114	3,552	4,054
250	6,665	6,314	10,103	4,999	2,002	3,933

Продолжение табл. 2

K_E при $P, \text{кПа}$	Вид армирующего элемента								
	$\emptyset 1 \text{ мм}$ $s = 1 \text{ см}$	$\emptyset 1 \text{ мм}$ $s = 2 \text{ см}$	$\emptyset 1 \text{ мм}$ $s = 5 \text{ см}$	$\emptyset 2 \text{ мм}$ $s = 1 \text{ см}$	$\emptyset 2 \text{ мм}$ $s = 2 \text{ см}$	$\emptyset 2 \text{ мм}$ $s = 5 \text{ см}$	$\emptyset 3 \text{ мм}$ $s = 1 \text{ см}$	$\emptyset 3 \text{ мм}$ $s = 2 \text{ см}$	$\emptyset 3 \text{ мм}$ $s = 5 \text{ см}$
150	1,48	2,58	1,21	1,59	2,32	2,41	2,35	3,81	5,23
200	2,16	7,31	1,55	1,86	3,93	2,49	3,24	5,18	3,24
250	1,65	4,10	0,99	1,21	3,20	1,85	2,31	5,16	2,38

По результатам испытаний видно, что введение арматуры в основание значительно повышает его деформационные характеристики, особенно для армирования сетками (по компрессионным испытаниям $K_E = 2,8$ при влажности 11 % и плотности 1,6 г/см³, $K_E = 3,4 \dots 4,8$ при влажности 14 % и плотности $\rho = 1,7 \dots 1,8$ г/см³; по результатам лотковых испытаний значения коэффициента превышения модуля деформаций достигали 10,1).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. ГОСТ 5180–84. Грунты. Методы лабораторных определений физических характеристик.
2. ГОСТ 12248–96. Грунты. Методы лабораторного определения характеристик прочности и деформируемости.
3. Антонов, В.М. Влияние армирования на несущую способность и деформативность песчаного основания : автореф. дис. ... канд. техн. наук / В.М. Антонов. – Волгоград : ВГАСА, 1999.
4. Тимофеева, Л.М. Армирование грунтов : автореф. дис. ... д-ра техн. наук / Л.М. Тимофеева. – М. : МИСИ, 1992. – 30 с.

Кафедра "Конструкции зданий и сооружений"

УДК 528.486

Н.М. Снятков, А.Ю. Хабаров

КЛОТОИДНАЯ ТРАССА АВТОМОБИЛЬНОЙ ДОРОГИ

На современном этапе к трассе автомобильных дорог предъявляется ряд обязательных требований (обеспечение зрительной плавности и ясности, гармоничное вписывание полотна дороги в окружающий ландшафт, обеспечение наилучших уровней удобства и безопасности движения), реализация которых во многом зависит от видов кривых, вписанных в углы поворота трассы. Простые закругления в виде круговых кривых допускается применять при сравнительно больших радиусах: при $R > 3000$ м – на дорогах I категории; при $R > 2000$ м – на дорогах II – V категорий. При меньших радиусах начинает проявляться несоответствие фактической траектории движения автомобиля и плана трассы, так как в точке начала кривой происходит резкое изменение радиуса от $R = \infty$ (прямая) до заданного радиуса R_k .

Возникает необходимость сопрягать прямолинейные участки с круговыми кривыми переходными участками, удовлетворяющими принципу постепенного уменьшения радиуса от $R = \infty$ в начале до $R = R_k$ в точке сопряжения с круговой кривой.

На современном этапе при проектировании автомобильных дорог стали широко применять как самостоятельные элементы трассы переходные кривые типа клотоиды. В параметрическом виде уравнение клотоиды имеет вид

$$A^2 = RL,$$

где A – параметр клотоиды; R – радиус клотоиды в точке на расстоянии L от ее начала.

Радиус кривизны клотоиды меняется по линейному закону от $R = \infty$ при $L = 0$ до $R = 0$ при $L = \infty$. Для использования клотоиды как элемента трассы автомобильной дороги ее можно оборвать в любой точке.

Клотоидная трасса автомобильной дороги может быть представлена сопряженными между собой в точках с одинаковой кривизной соизмеримыми по длине самостоятельными элементами: клотоидами, отрезками клотоид, круговыми кривыми и прямыми. Поэтому по сравнению с обычной трассой для клотоидной характерно наличие большего числа типов закруглений (рис. 1).

Биклотоида (рис. 1, а) может быть симметричной ($A_1 = A_2$) и не симметричной ($A_1 \neq A_2$), с круговой вставкой (рис. 1, б), составной из участков клотоидных кривых (рис. 1, в), комбинированной (рис. 1, г).

Меняя соотношения параметров A смежных клотоид, можно деформировать закругления в плане, приспособив его к особенностям ситуации местности. Причем, чем больше угол поворота трассы, тем больше диапазон варьирования положений закруглений.

При проектировании закругления трассы на участке местности со сложными условиями рельефа для сравнения воспользуемся двумя типами закруглений: круговой кривой и кривой типа клотоида.

Планы трасс по двум вариантам представлены на фрагменте топографического плана масштаба 1 : 10 000 (рис. 2), продольный профиль – на (рис. 3). Длина круговой кривой радиуса $R_k = 500$ м при повороте трассы на угол $Q = 125^\circ$ равна:

$$K = (\pi R / 180) Q = 1091 \text{ м.}$$

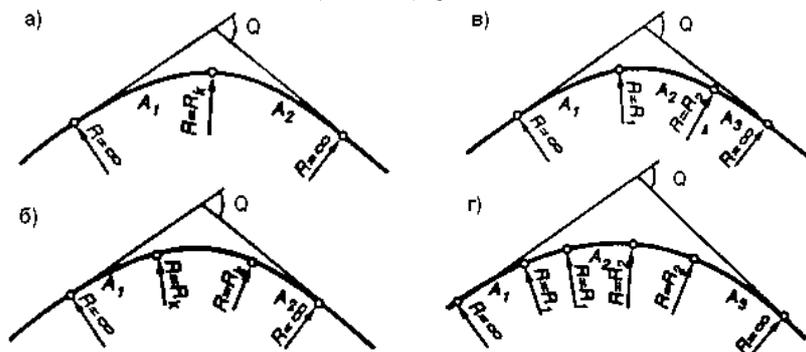


Рис. 1. Типы закруглений клотоидной трассы:
а – биклотоида; б – биклотоида с круговыми вставками;
в – коробовая (составная) клотоида; г – комбинированное закругление

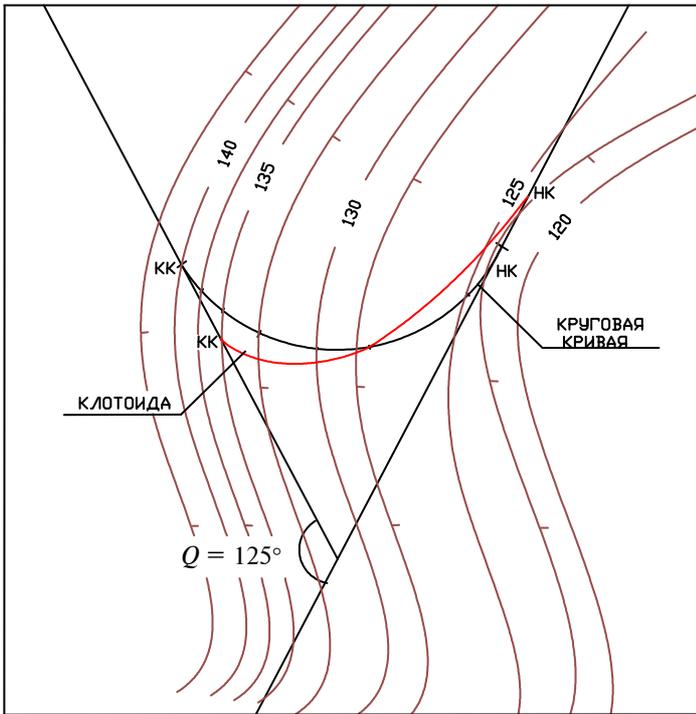


Рис. 2. План участка местности (М 1 : 10 000 с горизонталями через 2,5 м)

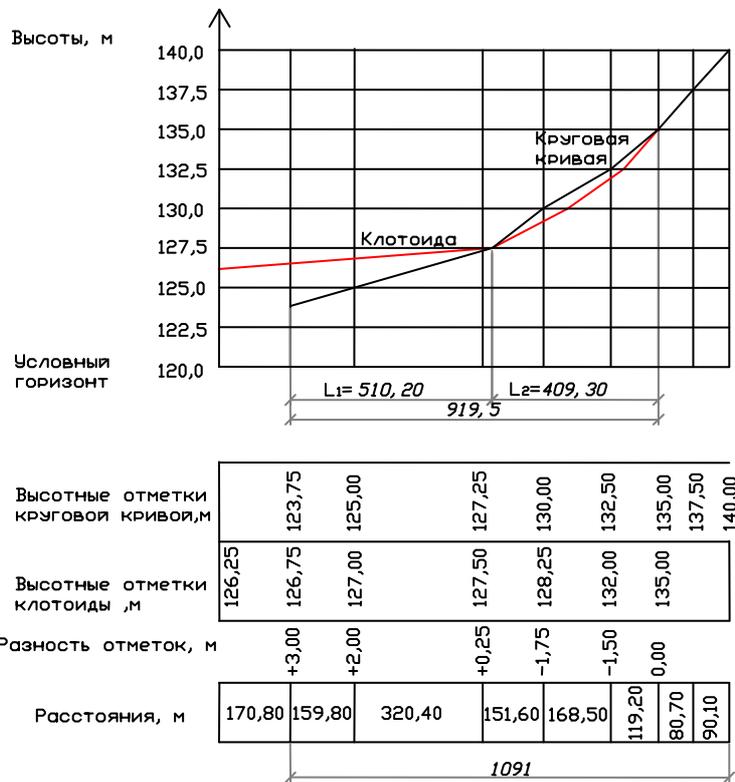


Рис. 3. Продольный профиль трассы

Параметр клотоиды принят с условием равенства длин кривых по обоим вариантам ($L = K$), а радиус в точке сопряжения конца клотоидной кривой с прямолинейным участком трассы

$$R = R_k = 500 \text{ м}; A^2 = RL = 500 \cdot 1091 = 545\,500 \text{ м}^2; A = 738,58 \text{ м}.$$

Анализируя продольные профили трасс на участках протяженностью $L = 919,50$ м в пределах совпадения пикетажа закруглений по обоим вариантам (начало – НК круговой кривой, конец – КК клотоиды), отметим, что превышение между начальной и конечной точками данного участка на круговой кривой составляет 11,25 м, на клотоиде – 8,25 м. На участке $L_1 = 510,20$ м (рис. 3) круговая кривая имеет уклон 0,74 %, а клотоида – 0,15 %. Если условно принять проектную линию с нулевым уклоном на отметке 127,50 м, объем насыпи по варианту круговой кривой составит 960 м^3 на 1 погонный метр ширины земляного полотна, а по варианту клотоиды – $190 \text{ м}^3/\text{п.м}$. На участке $L_2 = 409,30$ м (рис. 3), объемы выемок соответственно будут равны $1540 \text{ м}^3/\text{п.м}$ и $1080 \text{ м}^3/\text{п.м}$. При ширине земляного полотна 10 м экономия по объемам земляных работ составит: по насыпи – 7,7 тыс. м^3 , по выемке – 4,6 тыс. м^3 .

В заключение следует отметить, что закругления клотоидных трасс по сравнению с "жесткими" закруглениями являются исключительно "гибкими", поскольку при одних и тех же значениях угла поворота Q и радиуса R в точках сопряжения, меняя соотношения параметров A смежных клотоид, можно деформировать закругления в плане, наилучшим образом приспособив трассу к особенностям рельефа местности.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Федотов, Г.А. Инженерная геодезия : учебник / Г.А. Федотов. – 2-е изд., исправл. – М. : Высш. шк., 2004. – С. 340 – 342.

Кафедра "Городское строительство и автомобильные дороги"

УДК 624.159.14

И.А. Комаров

УЧЕТ ВЗАИМНОГО ВЛИЯНИЯ ПОДЗЕМНЫХ КОНСТРУКЦИЙ

В практике строительства встречаются случаи, когда требуется оценить воздействие одной нагруженной конструкции на другую. Например, в грунте изготовлены два рядом расположенных фундамента (рис. 1). На один из них действует в общем случае внецентренная наклонная сила. Другой фундамент не загружен. Угол наклона силы направлен либо в сторону влияющего фундамента, либо от него.

Перемещение нагруженного создает вокруг него силовые поля. При достижении определенных величин перемещений (u_i , s_i или i_i – горизонтальное перемещение центра фундамента в уровне поверхности, осадка центра или его крен) возникают поверхности скольжения $\Gamma_i(i = x, y, z)$, области уплотнения и разуплотнения, неоднородные поля напряжения $\sigma_i(i = x, y, z)$, перемещений $\Delta_j(j = x, y, z)$, деформаций $\varepsilon_i(i = x, y, z)$, $\gamma_i(i = x, y, z)$. По границам поверхности скольжения возникают разрывы скорости напряжений, перемещений и деформаций.

Фундамент, попадающий в зону влияния, испытывает дополнительные перемещения. Как правило, любые перемещения фундамента можно представить в виде вращения вокруг некоторых мгновенных центров $c(x, y, z, t, F, \delta, \dots)$. В зависимости от расположения и направления силы возможно их кручение с изменением параметров силового поля. Пространства поверхностей мгновенных центров вращения разных фундаментов могут пересекаться, искривляться.

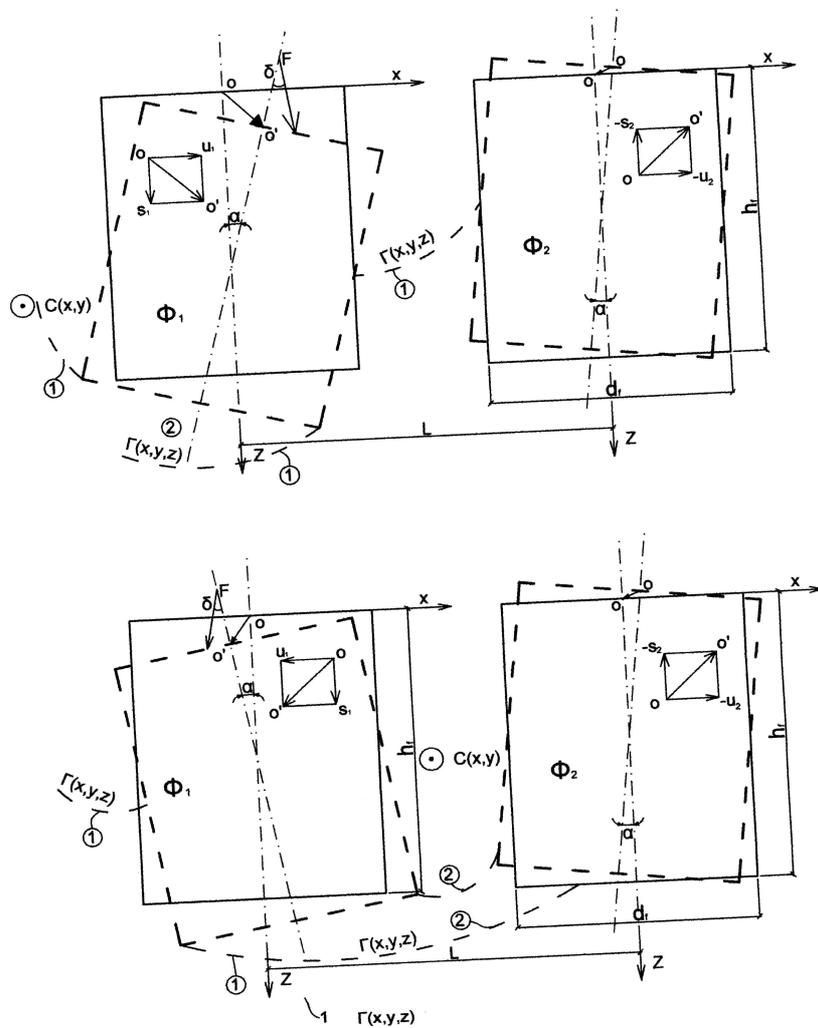
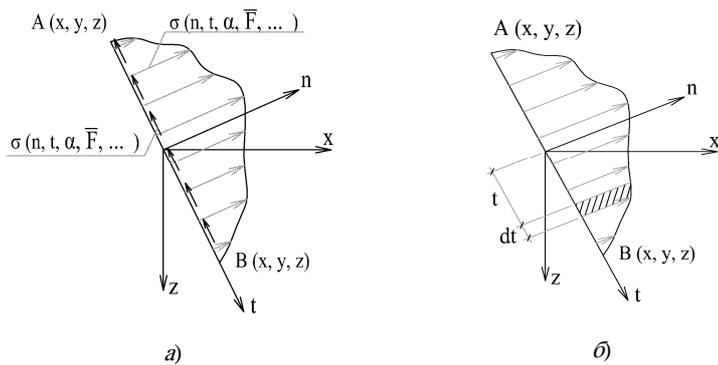


Рис. 1. Механизм взаимодействия фундаментов при разных схемах нагружения

При перемещении фундамента одни участки его поверхности вдавливаются в грунт, создавая импульсы напряжений и перемещений, а другие отходят от грунта с образованием зазоров. Области контакта и отрыва изменяются во времени и при нагружении. Трансформируются и их величины.

По результатам экспериментов можно рассмотреть следующие частные случаи, которые позволили бы определить дополнительные силовые и деформационные воздействия на подземные конструкции. (рис. 2).



а)

б)

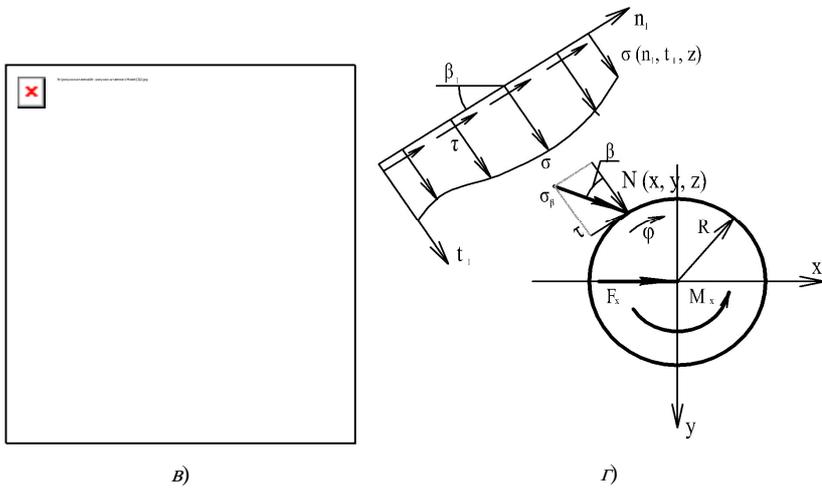


Рис. 2. Распределение нормальных и касательных напряжений на различных участках контактной поверхности:

a – общий случай; *б* – схема для составления уравнения равновесия сил (касательные напряжения не показаны); *в* – очертание нормальных и касательных напряжений в горизонтальной плоскости цилиндрического фундамента; *г* – наложение напряжений от внешнего силового поля и от нагрузки на рассматриваемый фундамент, приводящей к искажению силового поля и повороту конструкции на угол φ

Решение этих задач чрезвычайно сложно, практически нет экспериментальных данных. В проведенных нами многочисленных опытах получены дополнительные материалы о взаимном влиянии близко расположенных фундаментов. Отмечено значительное влияние расстояния до граничной плоскости. Вдоль линии скольжения или траекторий силовых полей происходит плавное уменьшение уровня напряжений и скорости ползучести.

Использование уравнений Р. Миндлина приводит к весьма громоздким решениям. Кроме того, по этим уравнениям сопротивление среды растяжению и сжатию одинаково. Фактически сопротивление грунта растяжению значительно меньше, чем сжатию. В связи с этим предлагается использовать какие-либо приемы, например, введение двойных сил [1].

Нами предлагается вводить в традиционные решения экспериментально полученные функции влияния различных параметров. Полное перемещение фундамента можно представить в виде суммы составляющих от действия на него системы сил Δ_{ij} и влияние соседних $\sum \Delta_{ij}$.

$$\Delta_{\text{tot}} = \Delta_{ij} + \sum \Delta_{ij}.$$

В эту сумму входят деформации ползучести грунта и материала фундамента. В случае, когда подземные конструкции обладают конечной жесткостью (изгибной, крутильной, сдвиговой) задача значительно усложняется, границы конструкций трансформируются и смещаются.



Рис. 3. Разрыв в скоростях напряжений (сдвиг вдоль поверхности Γ)

Если к фундаменту подходит линия скольжения (рис. 3), по обоим сторонам которой отличается разница в скоростях деформации (d_ϵ / d_t) перемещений (d_Δ / d_t) и напряжений (d_σ / d_t), то в качестве критериев надежности принимаются $a_{\text{кр}} \leq [a_{\text{кр}}]$:

а) деформативные

$$s \leq [s]; \Delta s \leq [\Delta s]; u \leq [u]; i \leq [i]; s' \leq [s']; \Delta s' \leq [\Delta s']; u' \leq [u']; i' \leq [i'];$$

б) прочностные

$$\sigma \leq [R]; F \leq \gamma F_u; M \leq M_u,$$

где s, u, i – перемещения и их скорости (s', u', i'); Δs – относительная разность осадок; $a_{\text{кр}}$ – ширина раскрытия трещин; γ – коэффициент условия работы.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Горбунов-Посадов, М.И. Расчет конструкций на упругом основании / М.И. Горбунов-Посадов, Т.А. Маликова, В.И. Соломин. – М.: Стройиздат, 1984. – 679 с.
2. Леденев, В.В. Прочность и деформативность оснований заглубленных фундаментов / В.В. Леденев. – Воронеж: ВГУ, 1990 – 224 с.

Кафедра "Конструкции зданий и сооружений"

УДК 64(470.326)

В.И. Леденев, П.В. Монастырев

О ПРОБЛЕМАХ ОРГАНИЗАЦИИ И ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ТОВАРИЩЕСТВ СОБСТВЕННИКОВ ЖИЛЬЯ В ТАМБОВСКОЙ ОБЛАСТИ

В наше время для организации взаимосвязи между компаниями, управляющими жилищным фондом (управляющие компании) и собственниками жилья на территории Тамбовской области формируются товарищества собственников жилья (ТСЖ). Необходимость и целесообразность создания ТСЖ очевидна и обоснована на данном этапе, когда государством выделяются значительные средства на капитальный ремонт приватизированного жилья.

Самой простейшей формой образования ТСЖ являются жилищно-строительный кооператив (ЖСК) или жилищно-эксплуатационный кооператив (ЖЭК), прошедшие перерегистрацию как ТСЖ. Такие товарищества собственников жилья имеют навыки коллективного управления жилым домом, опыт покупки различных услуг для своего дома в целом и общения с администрацией муниципального образования, с различными надзорными и контролирующими службами. Мотивом регистрации ТСЖ в таком случае служат требования местных налоговых инспекций о приведении в соответствие с действующим законодательством Устава ЖСК или ЖЭКа, а также это могут быть федеральные, региональные или местные нормативные акты, связанные с более выгодными финансовыми условиями по предоставлению льгот или субсидий по оплате жилищно-коммунальных услуг.

Товарищества собственников жилья могут создаваться в многоквартирных муниципальных жилых домах с большой концентрацией приватизированных квартир. Мотивом создания ТСЖ может быть конфликтная ситуация, связанная с плохим качеством обслуживания жилья и несоотносимо высокой оплатой за это, привлекательное расположение жилого дома или возможность использования в интересах жильцов нежилых помещений и земельных участков. В обоих вариантах инициатива регистрации ТСЖ исходит от самих жильцов при содействии или, наоборот, противодействии администрации муниципального образования.

При новом строительстве многоквартирных домов или микрорайонов индивидуальных домов товарищества собственников жилья должны создаваться во всех объектах, за исключением тех, которые построены при 100 % финансировании из бюджета любого уровня. Мотивом для создания ТСЖ должна быть однозначная позиция администрации муниципального образования и пакет нормативных актов, регулирующих все аспекты создания и функционирования ТСЖ после сдачи жилого дома в эксплуатацию.

В групповых индивидуальных застройках, существующих длительное время, ТСЖ могут быть созданы для закупки услуг, связанных с вывозом бытовых отходов, обслуживанием внутриквартальных электрических сетей, очисткой пешеходных дорожек и подъездов к жилым домам, кабельным телевидением, пропиской и юридическим обслуживанием. Мотивом образования ТСЖ служит невозможность получения услуг в индивидуальном порядке из-за финансовых или технических условий.

Все типы и формы ТСЖ имеют много общих признаков в своем функционировании, но также имеют и существенные различия. Поэтому администрации муниципальных образований должны иметь четкие положения, закрепленные местными нормативными актами о взаимодействии со всевозможными, разнообразными формами управления муниципальным, частным и смешанным по форме собственности жилищным фондом.

Первоочередные шаги, которые следует принимать администрациям муниципальных образований для активизации создания товариществ собственников жилья:

- исследовать механизм регистрации ТСЖ и все взносы, связанные с регистрацией; выработать и утвердить на уровне администрации единый порядок подготовки и прохождения документов, а также типовой пакет документов для регистрации;

- определить единого координатора по взаимодействию с ТСЖ из чиновников отдела по учету и приватизации жилья, или отдела по эксплуатации жилищного фонда департамента жилищного коммунального хозяйства, или из любой другой структурной единицы администрации;

- провести информационную акцию для населения во всех доступных средствах массовой информации о ТСЖ и порядке их образования, особенно в новом строительстве.

Независимо от позиции властей муниципального образования о предпочтительной форме собственности в жилищном фонде на территории, необходимо регистрировать ТСЖ во всем вновь построенном или реконструированном жилье.

Для этой цели необходима разработка "Проекта управления жилищного фонда после сдачи его в эксплуатацию". В состав проекта должны быть включены следующие документы:

- техническое описание объекта (этажность, материалы, наличие лифта, мусоропровода, тип чердака, количество квартир, площадь участка, наличие встроенных помещений, краткое описание систем горячего водоснабжения и отопления и т.д.);

- стоимость содержания и эксплуатации дома с учетом тарифов для населения на момент подготовки проекта;

- образец договора купли-продажи квартир или долевого строительства с указанием порядка создания ТСЖ после сдачи дома в эксплуатацию;

- перечень нормативных актов федерального и местного законодательства о ТСЖ.

Наличие такого пакета документов и презентация его в прессе позволяет местной администрации придерживаться единого порядка регистрации ТСЖ в новостройках. Будущие участники ТСЖ уже при вступлении в долевое строительство или при переговорах о покупке квартиры должны быть извещены о том, что их собственность будет управляться через ТСЖ. Кроме варианта регистрации ТСЖ в многоквартирных домах после сдачи их в эксплуатацию, строительные фирмы могут реализовывать вариант, когда владельцы квартир передают свою собственность в управление бывшему застройщику на основании договора. В таком договоре оговариваются следующие услуги: прописка, выдача справок, сбор и начисление квартплаты, организация обслуживания жилого дома, заключение договоров по предоставлению услуг водоснабжения и водоотведения, тепло-, газо- и электроснабжения, уплата налогов на землю.

Такой вариант управления многоквартирными новостройками выгоден для строительных фирм. Это дополнительный доход фирмы, так как уровень оплаты за жилищно-коммунальные услуги для жильцов устанавливается равным уровню оплаты в муниципальном жилищном фонде, а затраты на обслуживание в новом жилье значительно ниже. Кроме этого застройщик не испытывает никаких организационных проблем в проведении собраний жильцов для организации ТСЖ и его регистрации, в распоряжении нежилыми помещениями.

Опыт работы товариществ собственников жилья в различных регионах страны выявляет необходимость информационных презентаций не только для горожан, а, в первую очередь, для фирм-застройщиков. В идеальном варианте должна быть проведена серия практических семинаров для всех застройщиков на территории муниципального образования обо всех аспектах ТСЖ.

Закон РФ "О товариществах собственников жилья" оговаривает только две формы существования ТСЖ: без образования юридического лица при небольшом количестве собственников и с образованием юридического лица. На практике же управление жилищным фондом, в котором несколько десятков собственников, представляет собой, как мы видим, более широкий круг вариантов.

Если в жилом многоквартирном доме имеются частные и муниципальные квартиры, муниципалитет может стать одним из участников ТСЖ, независимо от доли муниципального жилья в доме. Варианты участия муниципалитета в ТСЖ разнообразны, но часто на практике бывают очень трудно реализуемы, так как требуют особых условий в Уставе ТСЖ, сложных договорных отношений или технических решений. Это касается пристроенных и встроенных нежилых помещений, имеющих общие с жилой частью неделимые системы водоснабжения и теплоснабжения, где возникают проблемы с учетом энергоресурсов, нежилых помещений на верхних этажах в жилых домах с лифтом и т.д.

В настоящее время отмечаются случаи административного воздействия на ТСЖ, что препятствует их созданию и развитию. Причинами такого положения являются:

- недостаток в местных бюджетах средств на выделение ТСЖ дотаций, соответствующих принятым нормативам субсидирования потребителей услуг жилищно-коммунального хозяйства;
- неумение управлять новыми процессами в жилищном фонде;
- стойкое противодействие развивающемуся на базе ТСЖ общественному самосознанию, способности жителей объединяться для защиты своих интересов.

При активном содействии ТСЖ разрушается командная система в жилищно-коммунальном хозяйстве и в целом в муниципальном образовании, на смену приходят более демократичные отношения, обусловленные четкими правилами, при которых защищены интересы даже самых маленьких групп населения при потреблении жилищно-коммунальных услуг.

В настоящее время для создания ТСЖ должен быть принят целый ряд мер, включающий в себя:

- увеличение платы за наем жилья в муниципальном жилищном фонде по сравнению с налогом на имущество;
- доведение платы за содержание и эксплуатацию жилья в муниципальном жилищном фонде до уровня, полностью покрывающего услуги за счет населения;
- льготы и субсидии для населения в частном жилищном фонде должны предоставляться и погашаться на равных условиях с муниципальным жильем;
- обучение управляющих для ТСЖ должно осуществляться за счет средств бюджета, фонда занятости и других аналогичных источников.

В целом муниципалитеты могут найти и другие выгодные для товариществ собственников жилья варианты содействия их развитию. Создание ТСЖ – важная первоочередная задача в реформировании ЖКХ. Они являются конечными потребителями сферы услуг жилищно-коммунального хозяйства, и их воздействие на предприятия ЖКХ будет способствовать улучшению технического обслуживания и содержания жилищного фонда страны.

Кафедра "Городское строительство и автомобильные дороги"

УДК 69.059.7

И.В. Матвеева, М.А. Борунова, Ю.Ю. Разыгрин

КОНЦЕПЦИЯ РЕНОВАЦИИ ЖИЛОЙ ЗАСТРОЙКИ В РАЙОНЕ УЛ. МИЧУРИНСКОЙ Г. ТАМБОВА

В России значительная часть населения (около 70 %) является жителями городов и поселений городского типа. Эксплуатируемый жилой фонд составляет 2,5 млрд. м², из них 10 % – 4-5-этажные крупнопанельные, блочные и кирпичные жилые дома первого периода индустриального домостроения, так называемые "хрущевки" [1]. В большинстве городов России кварталы 5-этажной жилой застройки низкой плотности занимают существенную часть престижных селитебных территорий в городской черте. Это в полной мере относится к застройке г. Тамбова.

Актуальность обновления и реконструкции указанного жилищного фонда связана с необходимостью создания комфортных социальных условий проживания, более эффективного использования городских земель, сокращения энергопотерь, предотвращения преждевременного выбытия жилищного фонда из эксплуатации.

Совместно с ОАО ПИ "Тамбовгражданпроект" преподавателями и студентами кафедры "Гражданское строительство и автомобильные дороги" было проведено инвентаризационное обследование жилой застройки в границах улиц Мичуринской–Лысогорской–Колхозной–Михайлова г. Тамбова. Предметом обследования являлись не только состояние благоустройства территории кварталов, организация социального обслуживания населения, шумленность территории, но и степень физического и морального износа жилых зданий.

Анализ результатов проведенного обследования жилой застройки выявил следующее:

- плотность жилой застройки в среднем на 10...15 % ниже нормативных величин, устанавливаемых СНиП "Планировка и застройка городских и сельских поселений" [2];
- благоустройство дворовых территорий имеет существенные недостатки: наблюдается потребность в "гостевых" стоянках автомобилей, на некоторых дворовых территориях отсутствуют оборудованные детские площадки и места организованного сбора бытовых отходов;
- количество предприятий социально-бытового обслуживания на обследуемой территории достаточно; исключение составляют полностью отсутствующие досуговые учреждения и предприятия общественного питания;
- уровень транспортного шума в дневное время в районе улицы Мичуринской составляет 60...72 дБА, что существенно превышает допустимую для жилой застройки величину 55 дБА [3].

Таким образом, учитывая результаты выполненного обследования, при реновации 4-5-этажной застройки возможно проведение следующих мероприятий по улучшению жилой среды:

- благоустройство дворовых пространств современными средствами архитектуры и дизайна;
- организация "гостевых" автостоянок и мест хранения личного транспорта;
- расширение в жилой среде сети досуговых учреждений, предприятий бытового и социального обслуживания населения;
- проведение мероприятий по защите от шума на территории застройки (устройство шумозащитных полос деревьев, замена конструкций окон и создание в реконструируемых зданиях шумозащищенной планировки квартир).

Основу застройки обследуемой территории в районе ул. Мичуринской г. Тамбова составляют 4-5-этажные жилые дома типовой массовой серии 1-447. Основными несущими конструкциями зданий служат три продольные кирпичные стены и уложенные на них железобетонные многопустотные панели перекрытий. Такая конструктивная схема позволяет при реконструкции получить в существующих габаритах здания квартиры, удовлетворяющие современным требованиям.

В качестве основной характеристики жилищного фонда, подлежащего реконструкции, принимаются показатели физического и морального износа жилых зданий. В результате обследования жилой застройки было установлено, что физический износ большинства зданий не превышает 30 %. Основные несущие конструкции зданий (фундаменты, стены, перекрытия) находятся во вполне удовлетворительном состоянии и имеют остаточный срок службы не менее 70 лет. Вместе с тем, конструкции крыш, балконов и козырьков над входами в здания находятся в неудовлетворительном состоянии и требуют ремонта или замены. Кроме того, теплотехнические показатели наружных стен, чердачных перекрытий и покрытий не соответствуют современным требованиям норм, и при реконструкции требуется их дополнительное утепление. Существенной модернизации или замене подлежат также конструкции оконных и дверных заполнений, инженерное оборудование зданий.

Моральный износ зданий, составляющих опорный фонд обследуемых кварталов, превышает 30 %. Основными недостатками всех квартир в домах первых типовых серий является малая площадь кухонь (менее 7 м²), совмещенные санузлы, проходные комнаты, недостаточная площадь прихожих и отсутствие кладовых. Общий моральный износ здания суммируется по совокупности перечисленных характеристик, не соответствующих действующим нормам. Немаловажным является и тот факт, что районы массовой жилой застройки, сформировавшиеся в период с конца 50-х до середины 70-х гг. XX в., имеют невыразительный архитектурный облик.

При реконструкции зданий для устранения последствий физического и морального износа, улучшения восприятия застройки, необходимо предусмотреть модернизацию объемно-планировочных решений и реновацию конструктивных и инженерных систем. Для зданий, составляющих основу обследованных кварталов, нами предложено несколько вариантов реконструктивных мероприятий.

Одним из эффективных способов увеличения плотности застройки и создания замкнутых, защищенных дворовых пространств являются здания-вставки между существующими домами. Во "вставках" возможно организовать как предприятия социального обслуживания, так и квартиры увеличенной площади. Кроме того, здания-вставки благодаря их различным высотам и структуре плана позволяют разнообразить архитектуру жилой застройки и расставить объемные и высотные акценты. Нами предложен вариант 9-этажной "вставки" между зданиями, выполненной в монолитном железобетонном каркасе с поэтажно опирающимися на перекрытия самонесущими трехслойными стенами.

Достаточно высокий градостроительный и архитектурный эффект дает реконструкция зданий с увеличением этажности. Согласно предложенному нами варианту надстройка 4-этажного кирпичного здания до 9 этажей выполняется по ненагружающей схеме, когда нагрузка от дополнительных этажей воспринимается отдельными монолитными колоннами, установленными на собственные фундаменты, не связанный с несущим остовом реконструируемого здания. Перекрытие новой части дома, расположенное над покрытием существующего здания, отделено от него воздушным зазором, исключающим возможность передачи нагрузок от вышерасположенных новых этажей на старую часть дома при осадочных деформациях. Такое конструктивное решение дает возможность устройства надстройки с большей шириной корпуса, чем основной объем реконструируемого здания. В результате использования этого приема реконструкции можно добиться увеличения общей площади здания более чем в два раза без уплотнения застройки и запроектировать квартиры, соответствующие современным требованиям комфортности. Надстройка возможна даже на плотно застроенной территории, что способствует интенсификации использования дорогостоящей городской земли.

Последним из предлагаемых нами вариантов реконструкции массовой жилой застройки в районе ул. Мичуринской является увеличение ширины корпуса здания с пристройкой дополнительного пролета со стороны дворового фасада. Это позволит создать так называемое "энергоэкономичное" жилое здание, сократить потери тепла через ограждающие конструкции, увеличить общую площадь здания, разнообразить архитектурный облик жилой застройки за счет пристройки эркеров, лоджий, отделки фасадов. В результате расширения здания создается возможность использовать среднюю, не имеющую естественного освещения, часть здания для размещения просторных санитарно-технических узлов, вспомогательных помещений (кладовых, гардеробных), холлов, что повысит степень комфортности жилища. Каждая квартира в реконструируемом здании может иметь остекленную лоджию шириной не менее 1,2 м, эркер, кухню площадью более 9 м². Общая площадь квартир увеличивается в 1,5 раза. Здание оборудуется лифтом и мусоропроводом. Кирпичные стены пристраиваемых объемов опираются на фундаменты из буронабивных свай, перекрытия железобетонные (сборные или монолитные).

Приведенные возможные варианты реконструкции жилых домов первых массовых серий показывают многообразие решений по модернизации зданий с изменением архитектурного облика застройки и значительным приростом жилых площадей. Но выборочная реконструкция отдельных зданий не позволяет решить проблемы развития существующей застройки. Поэтому для создания комфортных условий проживания населения в районах массового строительства необходимо использовать концепцию реконструкции пятиэтажных жилых кварталов, предложенную академиком С.Н. Булгаковым, суть которой состоит в комплексном градостроительном подходе с учетом физического и морального износа жилых домов, градостроительной и историко-культурной ценности участка застройки [1]. Применение данной концепции на территории г. Тамбова позволит сократить расширение границ города на ближайшие 15 – 20 лет, исключив тем самым затраты на отчуждение отдаленных территорий под жилищное строительство.

1. Булгаков, С.Н. Энергоэкономичные ширококорпусные жилые дома XXI века / С.Н. Булгаков, А.И. Виноградов, В.В. Леонтьев. – М.: Изд-во АСВ, 2006. – 296 с.
2. СНиП 2.07.01–89. Градостроительство. Планировка и застройка городских и сельских поселений. – М. : ФГУП ЦПП, 2004. – 56 с.
3. СНиП 23-03–2003. Защита от шума. – М. : ФГУП ЦПП, 2004. – 32 с.

Кафедра "Городское строительство и автомобильные дороги"

Секция 9

ИССЛЕДОВАНИЯ В ОБЛАСТИ МИКРО- И МАКРОЭКОНОМИКИ, БУХГАЛТЕРСКОГО УЧЕТА, АУДИТА И ФИНАНСОВО-КРЕДИТНЫХ ОТНОШЕНИЙ

УДК 338.518

Б.И. Герасимов, В.В. Дробышева

РАЗВИТИЕ И СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ КАЧЕСТВОМ

В рыночной экономике проблема качества является важнейшим фактором повышения уровня жизни, экономической, социальной и экологической безопасности. Качество – комплексное понятие, характеризующее эффективность всех сторон деятельности: разработка стратегии, механизма реализации программ качества и др.

В современной литературе существуют различные трактовки этого понятия, что связано с многоаспектностью категории качества. В философском смысле качество – это непосредственная характеристика непосредственного бытия. Наиболее известные ученые так трактуют это понятие. Дж. Джуран: "Качество – пригодность для определенной цели и использования". Деминг Э.: "Качество нацелено на требования потребителя, настоящее и будущее". Фейгенбаум А.: "Качество – обобщенные комплексные характеристики рыночного исследования, проектирования, производства и обслуживания, в результате которых определяется степень соответствия произведенной продукции или услуги ожиданиям потребителя".

В международных стандартах серии ИСО 9000:1994 качество определяется как совокупность свойств и характеристик продукции или услуги, которые придают ей способность удовлетворять обусловленные или предполагаемые потребности. В новых международных стандартах серии ИСО 9000:2000 качество определяется как степень соответствия присущих продукции (услуге) характеристик установленным требованиям. Вместе с тем качество следует рассматривать как динамичную категорию. С этой точки зрения интересно концептуальное определение качества, сформулированное Российской Академией проблем качества, в соответствии с которым качество – одна из основополагающих категорий, определяющих образ жизни, социальную и экономическую основу для успешного развития человека и общества. Такая формулировка определяет ее социально-экономическую направленность, определяющую значимость для деятельности по совершенствованию уровня и качества жизни.

В настоящее время существует множество концептуальных подходов к определению качества жизни. Качество жизни, как и качество продукции, должно рассматриваться как постоянно эволюционирующая категория, которая наполняется различным содержанием в зависимости от социальных идеалов того или иного сообщества, исторического периода времени и т.д. Можно выделить три подхода к характеристике категории "качество жизни". Первый подход основывается на объективных показателях, не являющихся отражением жизненного опыта индивида и полученных на основе статистической отчетности, объективной информации: состояние здравоохранения, уровень и структура образования населения, темпы экономического развития и др. Второй подход основан на попытках дать определение понятию "качество жизни" через субъективные оценки: уровень самореализации человека, степень удовлетворения его потребностей и др. Третий подход представляет собой синтез первых двух, что позволяет перейти к интегральной оценке качества жизни через конкретный набор качественных характеристик населения: здоровье, образование, культуру и т.д.

Таким образом, качество жизни определяется тем: в какой мере реализуются различные потребности человека в соотношении с социальными стандартами и ресурсами общества; какова функциональная составляющая государственных институтов, обеспечивающих условия жизнедеятельности, степень удовлетворения потребностей человека.

Исходя из вышеизложенного, представляется очевидным перечень задач повышения качества жизни в обществе:

- создание условий удовлетворения потребностей индивида в соответствии с социальными стандартами, с одной стороны, и ресурсными возможностями общества – с другой;
- защита прав потребителей на качественные изделия и услуги как неотъемлемых прав личности;
- обеспечение безопасности жизнедеятельности населения, повышение качества трудовой жизни.

Основной государственной политикой большинства промышленно развитых стран является повышение качества жизни, из которой логически вытекает государственная политика в области качества товаров и услуг. Например, такая политика воплощена в гармонизированной концепции, разработанной комиссией ЕС. Концепция базируется на принципе взаимного увязывания правовых норм и предписаний государств – членов ЕС к установлению требований к здоровью и безопасности, которые должны войти в законодательство каждой из стран-членов и с учетом которых изготовленное в любой из стран изделие может находиться в свободном обращении в ЕС.

Что касается России, для нее ни качество жизни, ни качество трудовой жизни, ни качество товаров и услуг пока не стали основой государственной социально-экономической политики. Вместе с тем, разработан проект Концепции национальной политики в России в области качества продукции и услуг, в котором представлена система официальных взглядов на роль качества продукции и услуг в реализации национальных интересов, цели и основные направления национальной политики России в этой области. Но реализация этого документа пока остается только на бумаге.

Факты свидетельствуют, что наша страна обладает богатым, невостребованным потенциалом. В XIX – начале XX вв. в Западной Европе широко использовался термин "русский товар", означавший высшее качество товара, который был доступен немногим избранным.

В нашей стране исследования и разработки в области управления качеством по отдельным направлениям значительно опережали мировой уровень. Комплексное управление качеством получило свое развитие в России в 1950 – 70-х гг. Наиболее отчетливо эта тенденция проявилась в Саратовской системе бездефектного изготовления продукции (1955); Горьковской системе "Качество, надежность, ресурс с первых изделий" (1958); Ярославской системе научной организации работ по повышению моторесурса (1962); Львовской системе бездефектного труда (1967); Львовской комплексной системе управления качеством продукции на базе стандартизации (1972); Краснодарской комплексной системе повышения эффективности производства (1975); Комплексная система повышения эффективности производства и качества работы (1979); Системе управления производственным объединением и промышленным предприятием на базе стандартизации (1980).

В 1970 – 80-е гг. к специалистам пришло понимание универсальности основных принципов управления качеством, приемлемых для предприятий любой отраслевой принадлежности, в том числе для государственных органов управления, вне зависимости от того, в какой стране они находятся. Было положено начало развитию универсальных подходов к управлению качеством – UQM (Universal Quality Management – Универсальный менеджмент качества). Именно этот период характеризуется переходом от управления качеством к всеобщему менеджменту качества (TQM).

Система TQM является комплексной системой, ориентированной на постоянное улучшение качества. Основная философия TQM базируется на принципе – улучшению нет предела. При этом осознается, что достичь этих пределов невозможно, но к этому надо постоянно стремиться и не останавливаться на достигнутых результатах. Концепция стандартов ИСО отвечает на вопрос, что делать для обеспечения качества, тогда как концепция TQM – как это делать. В системе TQM используются адекватные целям методы управления качеством. Опираясь на общие подходы к сущности и направленности TQM, определим роль и место качества жизни в системе менеджмента качества, для чего выявим особенности понятия "системы качества".

Система качества – совокупность организационной структуры, распределения полномочий и ответственности, методов и ресурсов для установления, поддержания и совершенствования качества продукции. Более широко система качества определяется как совокупность взаимосвязанных элементов (управляемой подсистемы и управляющей подсистемы качества), взаимодействие которых обеспечивает достижения поставленной цели наиболее оптимальным путем. Эффективная, хорошо структурированная система качества позволяет добиваться создания продукции определенного уровня качества, а также реализации более глобальных целей.

Исходя из сущности концепции всеобщего управления качеством, можно определить фундаментальные цели, на которые должны быть направлены системы TQM (рис. 1).

В настоящее время TQM становится интегральной концепцией общего менеджмента. Она позволяет объединить отдельные функции и направления управления в организации с позиций обеспечения качества, причем, как показано на рис. 1, не только качества продукции, но и качества трудовых ресурсов, уровня и качества жизни.

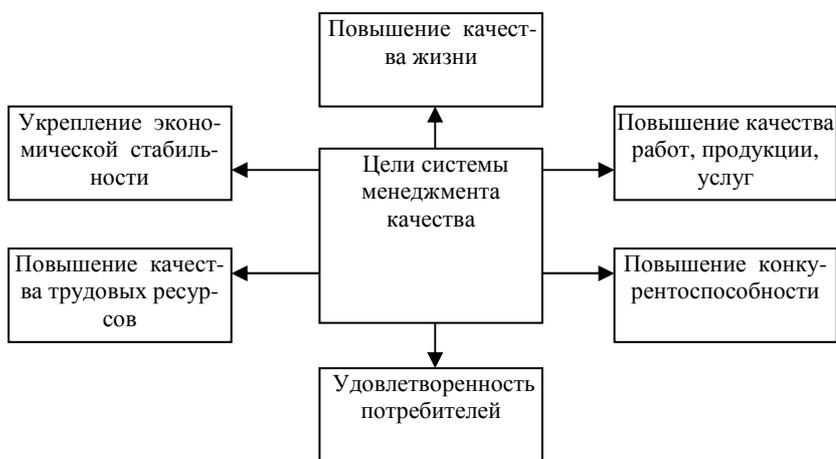


Рис. 1. Цели системы менеджмента качества

Наибольшее распространение система качества получила в промышленно развитых странах – США, Великобритании, Швеции, Японии, Южной Кореи, на Тайване. Вместе с тем в каждой стране она трактовалась по-своему, исходя из особенностей ее исторического развития и работ по менеджменту качества. Так, в США и Европе основной упор в TQM делался на культуру производства, а в восточных государствах – на статистические методы и групповую деятельность в области качества.

В России концепция TQM стала востребованной специалистами в середине 90-х гг. двадцатого столетия. В отличие от зарубежной практики, когда применение TQM началось еще до применения стандартов ИСО, в нашей стране внедрение этих стандартов дало толчок изучению концепции TQM.

Несмотря на наличие особенностей применения рассматриваемой системы качества в разных странах, можно выделить следующие фундаментальные ее характеристики:

- ориентацию всей деятельности предприятия на потребителей, от удовлетворения требований и ожиданий которых зависит успех предприятия в рыночной экономике;
- непрерывное совершенствование производства и деятельности в области качества;
- комплексное и системное решение задач обеспечения качества на всех этапах деятельности;
- смещение главных усилий в сфере качества в сторону человеческих ресурсов;
- отношение к обеспечению качества как к непрерывному процессу, когда качество объекта на конечном этапе – следствие достижения качества на всех предшествующих этапах;
- обеспечение достоверности данных о качестве за счет применения статистических методов;

– непрерывное улучшение качества.

TQM на уровне организации преследует следующие цели:

- ориентацию на удовлетворение текущих и потенциальных запросов потребителей;
- возведение качества в ранг цели организации и корпоративной культуры;
- оптимальное использование всех ресурсов организации.

Все эти характеристики можно объединить под общим определением, которое приводится в международном стандарте ИСО 8402:94 "TQM – подход к руководству организацией, нацеленной на качество, основанный на участии всех ее членов и направленный на достижение долговременного успеха путем удовлетворения потребителя и выгоды для всех членов организации и общества". Таким образом, концепция TQM выдвигает качество как основной критерий оценки работы организации, трактует качество в его широком экономическом и социальном смысле, что позволяет считать систему TQM важнейшим элементом в формировании концепции управления экономикой.

Таким образом, TQM должна рассматриваться как неотъемлемая часть управления социально-экономическими процессами на основе создания программы качества. Удовлетворение разнообразных потребностей населения базируется на обеспечении качества трудовой жизни, производственных отношений, культуры бизнеса, высокого уровня образования, качества технологий, продукции, услуг. Следовательно, TQM – важнейший инструмент формирования всех составляющих качества жизни.

Наличие комплексной программы, основанной на системном подходе, принципах TQM, должно обеспечить экономике страны, региона дополнительные конкурентные преимущества, позволить концентрировать ресурсы на четко определенных направлениях развития, объединить усилия различных групп населения на решении первоочередных задач в области улучшения качества жизни.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. ГОСТ ИСО 9000–2001. Системы менеджмента качества. Основные положения и словарь. – М. : Изд-во стандартов, 2001. – 21 с.
2. Инновационный менеджмент / С.Д. Ильенкова [и др.]. – М. : ЮНИТИ-ДАНА, 2003. – 343 с.
3. Никитин, В.А. Управление качеством на базе стандартов ИСО 9000:2000 / В.А. Никитин, В.В. Филончева. – 2-е изд. – СПб. : Питер, 2005. – 127 с.
4. Менеджмент систем качества / М.Г. Круглов [и др.]. – М. : Изд-во стандартов, 1997.

Кафедра "Экономический анализ"

УДК 65.015.3

Б.И. ГЕРАСИМОВ, А.Ю. СИЗИКИН

МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ САМООЦЕНКИ КАЧЕСТВА ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ПРЕДПРИЯТИЙ И ОРГАНИЗАЦИЙ

Промышленная сфера (ПС) экономики России находится в стадии эволюционного развития. Трехмерная вербальная модель в виде схемы управления промышленным предприятием (ПП) Сент-Геллена¹ отражает новую концепцию менеджмента качества, построенную на постулате взаимосвязи общего менеджмента ПП с менеджментом качества. В ней имеются три уровня управления: нормативный, стратегический, оперативный (текущий); три аспекта: структура, деятельность, поведение; три составляющие: результаты (затраты), качество, время. Модель работает на корпоративное развитие ПП. Качество оказывается тем ключевым фактором, который увязывает одномерные подходы в многомерном процессе и обеспечивает преуспевающее положение ПП с постоянной ориентацией на потребителей, которые являются главными оценщиками качества. Системы качества ПП имеют, как правило, один и тот же набор элементов – подсистемы мотивации к всеобщему менеджменту качества (TQM – Total Quality Management), тотального обучения TQM (международных стандартов качества ИСО 9000, ИСО 14000, QS 9000), сертификации и самооценки по моделям качества с соответствующими процедурами. Такие процедуры обеспечивают нормативно установленный (институциональный) порядок оценки результативности менеджмента качества по схеме, состояние которой в абсолютной форме выражает сущность и полноту процедур качества.

Премии качества выступают, с одной стороны, как современная тенденция развития системного подхода к управлению качеством, а с другой – как инструмент институционального регулирования деятельности ПП.

В основу любой премии качества заложены институциональные процедуры, каждая из которых имеет свою информационную нагрузку, причем в основу Европейской премии за качество положена европейская схема (модель) делового совершенства, учитывающая эволюцию подходов ПП к внедрению TQM, а также результативность и эффективность производственного менеджмента качества Японии и США.

Стратегия развития менеджмента качества в соответствии с концепцией TQM базируется на категории самооценки менеджмента качества ПП. Систематизация отечественного и зарубежного опыта в области менеджмента качества и самооценки менеджмента качества ПП выявили следующее: оценку эффективности менеджмента качества целесообразно проводить по результатам самооценки состояния функционирования ПП. Самооценка менеджмента качества ПП обеспечивает систематический и всесторонний анализ деятельности и результатов, дающих общее представление о функционировании предприятия и степени развития его менеджмента качества, что позволяет определить области, нуждающиеся в улучшении и приоритеты.

Выявлено, что методической основой механизма самооценки менеджмента качества ПП является концепция TQM, которая не ограничивается строгими требованиями и представляет руководителям большой набор подходов и методов для выполнения требований стандартов, тем самым отвечает на вопрос, как обеспечить и улучшить качество продукции ПП.

¹ Хачатуров, А.Е. Основы менеджмента качества / А.Е. Хачатуров, Ю.А. Куликов. – М. : Дело и сервис, 2003. – С. 76.

Изучение, систематизация и классификация зарубежных и отечественных премий качества по классификационному признаку менеджмента качества показали, что их различия не принципиальны и обусловлены спецификой той или иной страны. Технология самооценки ПП (подробного и всестороннего анализа деятельности предприятия и определения степени ее соответствия модели, установленной премией в области качества) и критерии разных премий качества, в общем, схожи. Суть оценки состоит в том, что в основу любой премии качества заложены критерии, каждый из которых имеет свой удельный вес, очки или баллы. Критерии, получившие низкую оценку, покажут те направления деятельности, которые нуждаются в улучшении. Наиболее престижными премиями качества являются: в Японии – приз Деминга (Deming Application Prize – DAP), в США – национальная награда за качество Мэлкома Бэлдриджа (Melcom Baldrige National Quality Award – MBNQA) и для компаний Европы – Европейская награда за качество (European Quality Award – EQA), в России – Премия Правительства РФ в области качества, учрежденная 12 апреля 1996 г.

Вышеизложенное позволило сформулировать вывод: решение проблем качества продукции и менеджмента качества ПП следует начинать в первую очередь с самооценки его менеджмента качества (как центральной части концепции TQM) по критериям национальной премии качества и разработке на этой основе мероприятий по совершенствованию функционирования хозяйственной деятельности предприятия.

Систематизация и классификация методов самооценки менеджмента качества ПП по разным классификационным признакам выявили следующее: во-первых, каждая из премий качества разработана либо для крупной компании, либо для малого предприятия; во-вторых, самооценка по критериям крупных предприятий трудоемка и носит элемент субъективности, а критерии самооценки малых предприятий не достаточны; в третьих, наиболее универсальной является Европейская премия качества, так как она была интегрирована или является базой премий за качество других стран; в четвертых, назрела необходимость создания и применения синтетического оперативного организационно-экономического механизма самооценки менеджмента качества ПП, позволяющего количественно в динамике выявить недостатки и выбрать приоритетные направления развития ПП.

Самооценка применительно к менеджменту качества ПП должна рассматриваться не только как социально-экономическая, но и как процедурно-инструментальная ценность и условие возрастания результативности системы качества в рамках действия информационной парадигмы качества.

Кафедра "Экономический анализ"

УДК 938.2

Л.В. Пархоменко, А.В. Пархоменко

ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ РАСПРЕДЕЛЕННЫХ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ КАК ФАКТОР ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ СИСТЕМЫ МЕНЕДЖМЕНТА КАЧЕСТВА

Оптимальность принимаемых решений в значительной мере определяется степенью осведомленности руководства о фактически существующих и назревающих угрозах изнутри и извне. Неосведомленность ведет к принятию решений, содержащих в себе ту или иную долю риска неполучения той запланированной отдачи, которая должна была произойти от введения в действие запланированных ресурсов. Таким образом, под риском следует понимать возникновение неожиданной кризисной ситуации, вследствие чего не будет получена, например, ожидаемая прибыль, что приведет к потерям.

Фактор риска как следствие недостаточной осведомленности принимающего решения о складывающейся ситуации играет в рыночных условиях хозяйствования вообще весьма важную роль.

Очевидно, что независимо от причин, вызывающих необходимость повышения информационной "бдительности", необходимо учитывать неизбежность возникновения рискованных ситуаций, которые могут привести к сбоям в работе или еще более серьезной дестабилизации. В совокупности методы и средства взвешенного согласования величины вводимых ресурсов, направляемых на противодействие дестабилизирующим явлениям с риском возможных потерь, образуют механизм согласования.

Существуют различные подходы к принятию взвешенных решений в системе "выгода–риск", основанные, например, на теории полезности Бернулли, теории рисков и шансов Шекле и др. В кризисных же ситуациях, когда возникает необходимость осуществления активных антикризисных мер с привлечением заемных, как правило, ограниченных финансовых средств, при решении вопроса о рисках имеется в виду не столько получение той или иной дополнительной выгоды при благоприятном исходе замысла, сколько о возможных последствиях в связи с угрозой дальнейшего сползания в кризисную ситуацию.

Механизм реализации программы действует в рамках банка данных, формирование и пополнение которого является важным фактором организации процесса ее реализации. Источниками формирования такого банка информации являются, с одной стороны, результаты анализа внешней среды, выявления связанных с ней негативных тенденций; с другой – анализа потенциала предприятия и его предшествующей хозяйственной деятельности, выявления негативных внутренних тенденций, слабых и сильных сторон, а также данных экспертного опроса руководителей и специалистов.

Общим требованием к информации является возможность ее использования для целей прогноза, предусмотренным в рамках сценарного моделирования проблемы. В сценарии фиксируются причинно-следственные зависимости, детерминирующие ожидаемые в будущем изменения состояния региона и условия, в которых эти изменения будут происходить. Цель прогноза состоит в выявлении новых проблемных ситуаций, которые могут возникнуть в процессе реализации программы, и установлении их влияния на прогнозируемое состояние системы, фиксирование сильных и слабых мест в этом процессе.

Принципы опережающего управления процессом разработки и реализации управленческого решения предполагают использование методов и средств раннего фиксирования надвигающегося дисбаланса в системе на основе так называемых слабых сигналов и применения упреждающих его профилактических мер.

Технология использования этих методов и средств известна из работ И. Ансоффа, Р. Хаммера, Р. Кюна, Г. Лехлейтнера.

Однако из рекомендаций этих и других авторов, разрабатывавших свои подходы раннего обнаружения дисбаланса обычно для благополучных предприятий и регионов, можно взять лишь не более, чем идею. В российской экономике настоящего периода угрозы кризисного характера пока что возникают в подавляющем большинстве случаев за пределами классических образцов ведения хозяйства в развитых странах. Таким образом, структура возможных угроз носит иную природу, чем в развитой рыночной экономике (рынки, продукты, маркетинговые ниши).

Тем не менее, необходимо, во-первых, создать достаточно действенную систему раннего обнаружения угроз в том возможном их диапазоне, который является характерным для современного этапа; во-вторых, постепенно усовершенствовать эту систему с выходом на технологию, разработанную классиками стратегического управления.

Метод использования механизма слабых сигналов обеспечивает заблаговременное наращивание запаса гибкости системы, что позволяет устранить опасность на ранней стадии. Чем слабее сигнал, уловленный и идентифицированный системой, тем раньше он фиксирует шансы и риски из внешней и внутренней среды, тем больше у него временной ресурс (что очень важно) для принятия и реализации упреждающих или нейтрализующих решений.

Естественно, чтобы пользоваться слабыми сигналами, необходима большая степень убежденности, что мы имеем дело с теми сигналами, которые несут значимую информацию о новых опасностях или новых возможностях. В зависимости от уровня осведомленности о кризисной ситуации и формируется реакция антикризисного звена на угрозы со стороны внутренней и внешней среды.

Для введения в действие данной схемы обнаружения ранних признаков надвигающегося кризиса необходимо также определить само понятие "слабый сигнал". При этом следует исходить из того, что в рыночной экономике состояние "безоблачного" равновесия в хозяйственных системах всегда является условным, а показатели благополучности всегда относительными. В конкурентной среде переход от состояния относительного равновесия в системе к дисбалансу в ней происходит весьма быстро. Однако диапазон возможных ситуаций надвигающегося дисбаланса, тем не менее, оказывается достаточно широк, чтобы суметь зримо отделить ранние признаки возникновения угрозы от симптомов, характеризующих пока лишь его определенное отставание в тех или иных функциональных областях.

В этой связи под "слабым сигналом" угрозы понимается именно та первичная информация о тех ранних симптомах дисбаланса в хозяйственной системе, без учета которой и без принятия в этой связи оперативных упреждающих мер система с наибольшей очевидностью будет идти к состоянию депрессивности.

Формирование банка данных основано не только на сборе информации по линии фиксирования слабых сигналов по мере их возникновения в той или иной зоне напряженности. В целом он формируется на систематической основе, что предполагает также регулярное получение и аналитическую обработку информации о ситуации в различных функциональных областях по более широкому диапазону кризисных симптомов.

Перечень приведенных ниже дестабилизирующих причин и информация о них характеризуют в большей степени ситуацию напряженности на ее ранней стадии, которая определяется как тактический кризис (см. табл.).

Тактический кризис хозяйственной системы, снижающий ее привлекательность, характеризуется совокупностью признаков, отражающих состояние нарастающего дисбаланса и обнаруживается в сокращении масштабов производства, снижении доли рынка, уменьшении прибыли, сокращении численности работающих и т.д.

Перечень кризисных симптомов и их возможных последствий

Функциональная среда	Кризисные симптомы	Возможные последствия
Основные производственные фонды	<ul style="list-style-type: none"> – моральный и физический износ – рост незагрузки – рост аварийности 	падение фондоотдачи
Рабочая сила	<ul style="list-style-type: none"> – моральный износ (деквалификация, деградация) – физический износ (работа в нескольких местах, ухудшение условий труда, здоровья и питания, рост заболеваемости и смертности) – безработица (в том числе скрытая) 	снижение производительности
Предметы труда	<ul style="list-style-type: none"> – рост издержек на транспортировку материально-технических ресурсов – увеличение потерь и перерасхода сырья, материалов и т.п. – примитивизация (замена высококачественного и дорогого сырья, ориентация на местное сырье и т.п.) 	рост себестоимости
Производство	<ul style="list-style-type: none"> – падение масштабов и примитивизация (упрощение) структуры производства – "утяжеление" структуры производства – замена собственного производства импортом 	деградация производства
Обмен	<ul style="list-style-type: none"> – падение эквивалентности обмена (инфляция, широкое распространение бартера и взаиморасчетов) 	свертывание бизнеса

Развитие тактического кризиса со всем многообразием характеризующих его признаков отражает в большей степени существующее состояние хозяйственной системы региона. Ослабление напряженности в диапазоне выявленных причин тактического характера позволяет региону рассчитывать на временную передышку, передислокации оперативных ресурсов на болевые точки деятельности.

Однако тактический кризис является причиной развития дестабилизирующей напряженности также и более масштабного характера, определяемой как стратегический кризис. К стратегическому кризису приводит отсутствие или недостаточное развитие стратегической ориентации в регионе, направленной на утверждение позиции в жесткой конкурентной среде, выход на новые рыночные рубежи.

Отсюда следует, что для принятия решений, связанных с развитием стратегического кризиса, банк данных должен формироваться и пополняться не только тактической информацией, непосредственно связанной с проблематикой системы на данном этапе, но и включать в себя те ее аспекты, которые касаются его стратегического развития.

В этом смысле значение имеет сбор и оценка информации об изменениях в среде окружения системы и о состоянии ее стратегического потенциала.

Оценку ситуации рекомендуется проводить на основе анализа следующих данных:

- показатели экономического развития отраслей и регионов, государственная поддержка и нормативно-правовые акты;
- существующий уровень отечественного производства, объем импорта и объем экспорта;
- определение основных характеристик рынка для каждого сегмента рынка (эластичность сложившихся цен, потенциальная и реальная емкость рынка, его насыщенность);
- общая информация о конкурентах (объем продаж в целом и по сегментам рынка, общая доля на рынке, цели, поведение на рынке, самооценка и т.д.).

Наличие исчерпывающей информации в банке данных позволяет подойти к формированию оптимального управленческого решения.

Кафедра "Бухгалтерский учет и аудит"

УДК 006.015.5

А.Л. Денисова, Н.В. Молоткова, Т.М. Уляхин

МОДЕЛИРОВАНИЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ КАЧЕСТВОМ ПОЗИЦИОНИРОВАНИЯ ОРГАНИЗАЦИИ В УСЛОВИЯХ КОНКУРЕНТНОЙ СРЕДЫ

Коренные экономические преобразования, произошедшие на территории бывшего Советского Союза, привели к нарушению интеграционных процессов в экономике России и образовавшихся государств. Формировавшаяся десятилетиями экономическая система, функционировавшая в условиях стабильного государственного заказа, позволяла крупным промышленным предприятиям развиваться.

Промышленные предприятия, работая в основном на оборонный комплекс страны, обладали четко выстроенной, распределенной по стране системой заказов, поставок, сбыта. Государство вкладывало в такие предприятия большие средства, создавая на их базе научно-исследовательские институты и проектные центры.

Однако, сложившаяся ситуация привела к тому, что большинство промышленных предприятий, зачастую обладающих уникальными технологиями, располагающих громадной материально-технической базой, стали не только не конкурентоспособными в современной рыночной экономике, но и потеряли накопленный интеллектуальный и инновационный потенциал.

Таким образом, перед промышленным предприятием остро встает задача достижения и удержания конкурентного преимущества в условиях высокой динамики деловой среды, что актуализирует вопросы управления качеством позиционирования промышленного предприятия.

Реализация предложенного подхода потребовала разработки модели построения системы управления качеством позиционирования промышленного предприятия в условиях конкурентной среды (рис. 1), отражающей связь стратегических приоритетов развития предприятия с организационным механизмом их реализации как основы приобретения конкурентных преимуществ.

К основным этапам построения системы управления качеством позиционирования авторами отнесены: оценка динамики деловой среды; определение роли и места предприятия в конкурентной среде; разработка (корректировка) базовых инструментов стратегического развития предприятия; стратегическое позиционирование предприятия; оценка качества позиционирования предприятия. На каждом этапе ставятся и реализуются определенные задачи, полученные результаты выступают исходной базой для следующего этапа.

На этапе оценки динамики деловой среды исследуется влияние процессов глобализации и интеграции национальных экономик через научно-технический прогресс, социально-экономические условия, правовое обеспечение на динамику деловой среды.

На этапе определения роли и места предприятия в конкурентной среде, формируется система координат, в рамках которой будет позиционировать предприятие и осуществлять воздействие на деловую среду. Это позволит, по мнению авторов, оперативно оценивая реакцию ключевых агентов рынка, рассчитывать на долгосрочный успех. Реализация данного подхода способствует определению системы упреждающих действий для достижения устойчивого развития предприятия, что выступает основой приобретения предприятием уникальных конкурентных преимуществ. На данном этапе определяются ключевые факторы успеха в бизнесе.

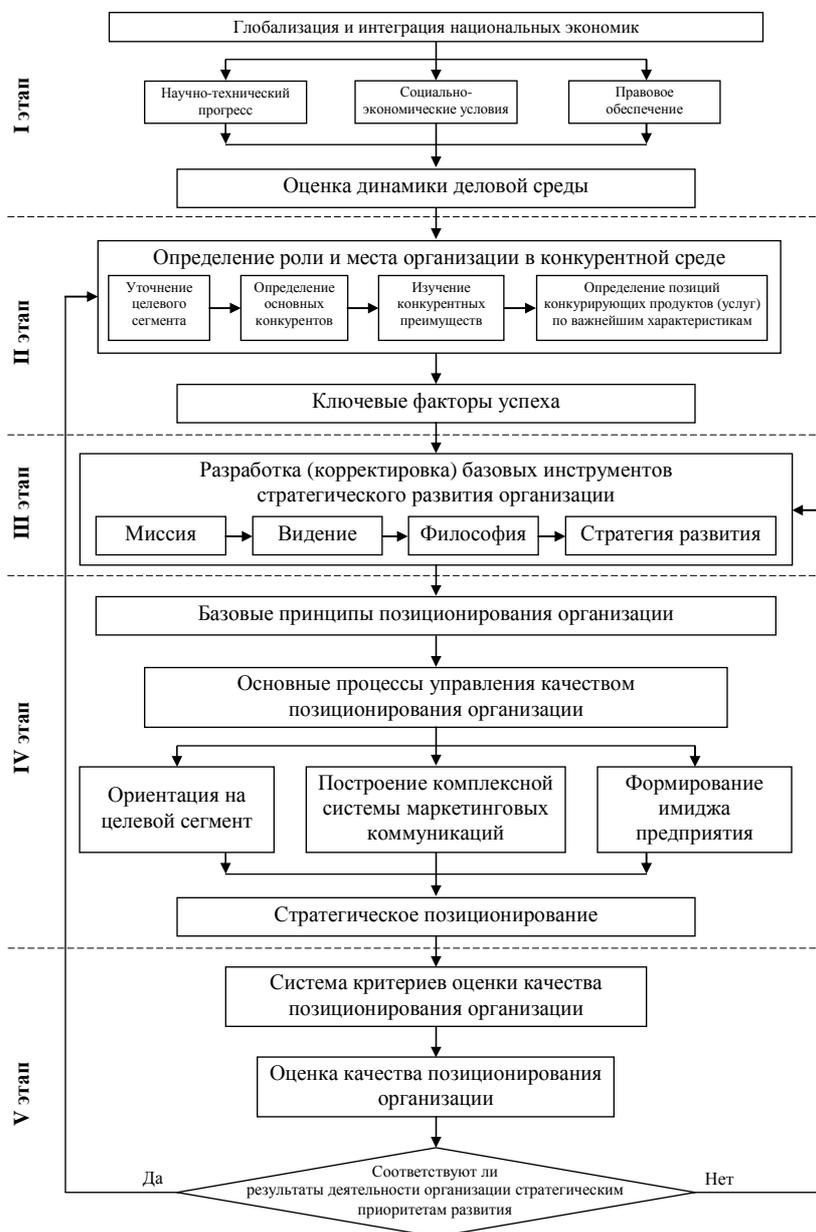


Рис. 1. Модель построения системы управления качеством позиционирования организации в условиях конкурентной среды [1]

На этапе разработки (корректировки) базовых инструментов стратегического развития предприятия посредством определения либо корректировки миссии, философии, видения и стратегии развития предприятия определяется реализуемость ключевых факторов успеха, разрабатываются показатели оценки конкурентоспособности предприятия. Таким образом, формируется система внутренних установок предприятия как основа построения сбалансированной системы показателей. Реализация данного подхода позволит обеспечить адаптивную устойчивость предприятия.

На этапе стратегического позиционирования предприятия на основе системы ключевых показателей конкурентоспособности предприятия определяются конкретные задачи, реализуемые посредством базовых процессов управления качеством позиционирования предприятия, в частности: ориентация на целевой сегмент; формирование имиджа предприятия; построение комплексной системы маркетинговых коммуникаций.

На этапе оценки качества позиционирования предприятия разрабатывается система критериев и осуществляется оценка результатов деятельности предприятия, проводится анализ полученных результатов с позиции их адекватности выделенным стратегическим приоритетам развития. На данном этапе определяется степень адекватности текущего состояния предприятия спланированному эталонному сценарию развития. Таким образом, делается обоснование организационной и стратегической целесообразности уточнения роли и места промышленного предприятия в конкурентной среде, либо корректировки стратегии развития организации.

Для оценки эффективности разработанной модели управления качеством позиционирования промышленного предприятия в условиях конкурентной среды автором предложена система параметров оценки качества позиционирования с позиций обеспечения эффективности производственной деятельности, финансовой устойчивости, результативности организации сбыта и продвижения продукции, положенная в основу методики оценки качества позиционирования промышленного предприятия.

Разработанная авторами методика оценки качества ППП, основанная на анализе динамики интегрального показателя (1), включает:

- во-первых, определение интервалов времени, через которые осуществляется мониторинг состояния предприятия по выделенным показателям;
- во-вторых, расчет единичных показателей качества позиционирования предприятия и перевод показателей в относительные величины на основе сравнения полученных показателей с зафиксированными значениями;

- в-третьих, расчет критериев качества позиционирования организации;
- в-четвертых, расчет интегрального показателя качества ППП ($K_{\text{кп}}$).

Интегральный показатель качества позиционирования промышленного предприятия $K_{\text{кп}}$ определяется по формуле

$$K_{\text{кп}} = \sum_{i=1}^n w_i K_i, \quad (1)$$

где K^i – критерии качества позиционирования предприятия общим числом n ; w_i – весомость соответствующих критериев.

Обоснованная система критериев, положенная в основу расчета интегрального показателя, наиболее адекватно отражает оценку качества позиционирования промышленного предприятия в условиях конкурентной среды.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Денисова, А.Л. Управление конкурентоспособность промышленного предприятия: аспекты качества : монография / А.Л. Денисова, Т.М. Уляхин. – Тамбов : Изд-во Тамб. гос. техн. ун-та, 2006.

Кафедра "Технология и организация коммерческой деятельности"

УДК 330.4

Д.Н. Протасов

АНАЛИЗ МОДЕЛИ СОСТОЯНИЯ КРЕДИТНО-ИНВЕСТИЦИОННЫХ РЕСУРСОВ ПРЕДПРИЯТИЯ, ПРИВЛЕКАЮЩЕГО ЕДИНОВРЕМЕННЫЙ КРЕДИТНЫЙ РЕСУРС

Рассмотрим ранее известную модель для малых и промышленных предприятий, разработанную С.Р. Хачатряном и позволяющую исследовать динамику развития предприятия в зависимости от выбранной инвестиционной политики: "чистых" (использование одного инвестиционного источника) и "смешанных" (применение комбинированных схем финансирования), с учетом внешних возмущений, обусловленных влиянием внешних факторов. Использование данных методов и моделей позволяет хозяйствующей организации минимизировать/оптимизировать возможные потери капитала, а также повысить эффективность его использования. В отличие от исходной модели, рассмотрим влияние факторов, которые невозможно предсказать (изменение курса валют, инфляция и т.п.).

Исследуем данную модель в условиях отсутствия государственной поддержки: $I(t) = 0$. Возьмем ситуацию единовременного кредитования предприятия, осуществляющего равномерное погашение долга с учетом начисления процентов, что сказывается на его показателях прибыли (возмещение основного долга) и себестоимости (затраты, связанные с выплатой процента).

Предоставление единовременного кредита в момент времени $t = 0$ в размере K_0 отражается в модели путем увеличения стоимости начальных основных производственных фондов A_0 на сумму кредита K_0 . По кредиту начисляются сложные проценты, непрерывным аналогом которых является функция e^{rt} . Таким образом, размер долгового обязательства $D(t)$, погашаемого к моменту t , составляет величину

$$D(t) = K_0 e^{rt}, \quad t = 0, \dots, T. \quad (1)$$

При условии равномерного погашения долга, выданного на период T , величина выплачиваемой в каждый момент t суммы долговых обязательств $Z(t)$ является постоянной и рассчитывается следующим образом:

$$Z(t) = K_0 e^{rT} / T = \text{const}. \quad (2)$$

Величина $Z(t)$ представима в виде суммы двух слагаемых: \hat{S} – части основного долга в момент t , \hat{s} – процентов, выплачиваемых в этом же периоде:

$$Z(t) = \frac{K_0 e^{rT}}{T} = \frac{K_0 (e^{rT} - 1) + K_0}{T} = \hat{S} + \hat{s}. \quad (3)$$

Константа \hat{S} уменьшает прибыль предприятия $M(t)$ для каждого t , а константа \hat{s} – обуславливает рост удельной себестоимости следующим образом:

$$\tilde{c} = c + \hat{s} / P(t),$$

где \tilde{c} – новая удельная себестоимость.

Следовательно, величина общей прибыли $M^{\text{об}}(t)$ изменяется таким образом, что

$$M^{\text{об}}(t) = [1 - c - \tilde{c} / P(t)]P(t) = (1 - c)P(t) - \hat{s}.$$

С учетом сделанных предположений система соотношений модели предприятия может быть представлена следующим образом:

$$\tilde{A}_0 = A_0 + K_0;$$

$$P(t) = fA(t);$$

$$M^{ob}(t) = (1 - c)P(t) - \hat{s};$$

$$M(t) = M^{ob}(t) - N(t);$$

$$N(t) = \tau_1 P(t) + \tau_2 K_\lambda (1 - \xi) M(t);$$

$$\frac{dA}{dt} = \xi(M(t) - \hat{S}) + \alpha \delta(t);$$

$$t \in [0, T], t_0 \in [0, T], \xi \in [0, 1], K_\lambda \in (0, 1];$$

$$\delta(t) = \theta'(t), \theta(t) = \begin{cases} 1 & \text{при } t - t_0 \geq 0; \\ 0 & \text{при } t - t_0 < 0, \end{cases}$$

где $P(t)$ – выпуск продукции в момент t в стоимостном выражении; f – показатель фондоотдачи; $A(t)$ – стоимость основных производственных фондов; c – удельная себестоимость выпуска продукции в стоимостном выражении; $M^{ob}(t)$ – общая прибыль малого предприятия; $M(t)$ – чистая прибыль малого предприятия за вычетом налоговых отчислений; $M(t) = M^{ob}(t) - N(t)$ – сумма налоговых отчислений; τ_1, τ_2 – ставки налогообложения на объем выпуска и прибыль соответственно; ξ – доля чистой прибыли, отчисляемой на реинвестирование, $0 \leq \xi \leq 1$; K_λ – коэффициент, характеризующий соотношение общей и чистой прибыли предприятия, $K_\lambda = \frac{M^{ob}(t)}{M(t)}$; $I(t)$ – внешние инвестиции; α – внешние возмущения, $\alpha \rightarrow 0$.

Рассмотрев полученную систему уравнений и сопоставив ее с моделью М1, очевидно, что их математическая структура идентична (с точностью до констант и начальных условий), где $I_0 = \xi \hat{S}$ и $A_0 = \tilde{A}_0 - K_0$. Поэтому решение системы представляет собой следующее соотношение:

$$\frac{dA}{dt} = \bar{a}(A(t))^\alpha + I(t) + \alpha \delta(t),$$

$$\text{где } \bar{a}(t) = \frac{(1 - c - \hat{s} - \tau_1)\xi}{1 + \tau_2 K_\lambda (1 - \xi)} f.$$

Анализ этого соотношения свидетельствует, что темп роста системы в значительной степени определяется показателем экспоненты \bar{a} , зависящим главным образом от внутреннего экономического механизма малого предприятия; тем не менее соотношение констант, определяющих условия кредитования и формирующих сомножитель экспоненты, может существенно повлиять на динамику его основных производственных фондов.

Аналогично исследуется схема равномерного погашения кредитной задолженности с начислением процентов в дискретном времени. Тогда процентные платежи рассчитываются следующим образом:

$$\Pi = K_0 r + \left(K_0 - \frac{K_0}{T}\right)r + \left(K_0 - \frac{2K_0}{T}\right)r + \dots + \left(K_0 - \frac{(T-1)K_0}{T}\right)r = K_0 r \frac{T+1}{2}.$$

Платеж в дискретный момент t , как и ранее, состоит из погашения основного долга и процентов:

$$P(t) = \frac{K_0}{T} + \frac{K_0 r (T+1)}{2T} = \hat{S} + \hat{s},$$

$$\text{где } \hat{S} = \frac{K_0}{T}, \hat{s} = \frac{K_0 r (T+1)}{2T}.$$

При этом основной долг

$$\int_0^T \hat{S} dt = \frac{K_0}{T} \int_0^T dt = K_0,$$

начисленный процент

$$\int_0^T \hat{s} dt = \int_0^T \frac{K_0 r (T+1)}{2T} dt = \frac{K_0 r (T+1)}{2}.$$

Важным вопросом является исследование условий доступности кредита для предприятия.

Анализ модели свидетельствует, что для обеспечения роста предприятия должны быть выполнены два условия:

1) необходимое (размер процентов не должен превышать общей прибыли):

$$M^{ob}(t) = (1 - c)P(t) - \hat{s} > 0;$$

2) достаточное (размер чистой прибыли должен превышать долговые обязательства):

$$\frac{dA}{dt} > 0 \text{ или } M(t) - \hat{S} > 0, \text{ при } \xi > 0.$$

В том случае, если эти условия не выполняются, предприятию не целесообразно брать кредит – он недоступный.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Хачатрян, С.Р. Методы и модели решения экономических задач / С.Р. Хачатрян. – М. : Экзамен, 2005.

КАФЕДРА "ВЫСШАЯ МАТЕМАТИКА "

УДК (168.522:35.078.43)(430.1)

В.В. Захаров

СОУПРАВЛЕНИЕ В ФРГ КАК ФОРМА ВНУТРЕННЕГО PR: ВЛИЯНИЕ НА РЫНОЧНУЮ ЭФФЕКТИВНОСТЬ

Еще в момент становления системы участия работополучателей в управлении производством в ФРГ включение представителей работников в структуры принятия решений на предприятиях, действующих в условиях жесткой рыночной конкуренции, с самого начала породило острые споры между сторонниками и противниками соуправления.

Аргументы против институционализированного участия работополучателей в управлении производством сосредоточены главным образом вокруг соображений, связанных с оптимальным управлением. Л. Шютце, например, отмечал, что в дискуссиях о соуправлении необходимо иметь в виду две функции частной собственности, которыми являются экономическая минимизация ошибок и обеспечение рентабельности и прибыльности. При этом, по его мнению, обе функции лучше всего реализуются собственником, вмешательство же со стороны работополучателей может затруднить или вовсе остановить осуществление этих функций.

Такую же точку зрения высказывала Д. Бринкманн-Херц: "...теория рыночного хозяйства исходит из того, что хотя предприятия действуют как самостоятельные хозяйственные единицы, решения тем не менее координируются с помощью рыночно-рационального механизма. Предприятия реагируют на управляющие сигналы рынка и государственной экономической политики. При этом решения должны быть направлены на то, чтобы оптимизировать в тенденции рентабельность предприятия, характеризуемую его прибылью. Исходя из этого, она утверждает, что такая направленность решений "способствует не только оптимальному экономическому управлению производством, но и оптимальному учету содержащегося в принципе социального государства требования общественного блага. Не отрицая в целом необходимость учета интересов работополучателей, она утверждает, что введение социальных и гуманистических критериев в выработку решений в социально-рыночном хозяйственном процессе должно и может поэтому оставаться подчиненным принципу рентабельности.

Более чем полувековая практика участия немецких работополучателей в управлении производством показала необоснованность опасений, что такое участие приведет к снижению рыночной эффективности предприятий. Наоборот, благодаря активной и заинтересованной позиции работополучателей, удавалось разрешить, казалось бы, безнадежно кризисную ситуацию.

Так, в 2004 г. крупнейший туристический концерн Европы ТУИ, на котором занято 64 000 человек, оказался в ситуации, когда он мог стать жертвой рыночных спекуляций. Огромное количество долгов бывшего стального концерна, занявшегося принципиально новым видом бизнеса, неблагоприятная ситуация на рынках из-за терактов 11 сентября, иракской войны и цунами создавали, казалось бы, совершенно безвыходную ситуацию. За три месяца до решающих событий ТУИ занимает 37 место по рыночной капитализации и биржевому обороту (рейтинг ДАКС – Германский индекс акций). Это означало прямой путь к тому, что инвесторы начнут массово сбрасывать акции. Чтобы удержаться в списках ДАКС, необходимо было подняться хотя бы до 35-го места. Разрешение кризиса пришло со стороны дочернего предприятия Хапаг-Ллойд. Производственный совет Хапаг-Ллойд как выразитель интересов работополучателей и наблюдательный совет Хапаг-Ллойд как представитель пайщиков приходят к соглашению, которое оказывается спасительным. Они совместно решают взять предприятие ТУИ под свой контроль и управление. Это решение вызывает рост акций ТУИ и укрепление его позиций. Самое главное – ТУИ достигает спасительного 35-го места в рейтинге ДАКС. Примечательно, что такая политика была проведена вопреки давлению значительной части пайщиков. В течение года кризис в основном был преодолен: цена акций предприятия поднялась с 10 до 21,5 евро, сумма долга сократилась с 6 до 3,2 миллиарда евро.

Пожалуй, еще более впечатляющий пример дает ситуация, возникшая на заводе ЭКО-Шталь в городе Айзенхюттеншталь в Восточной Германии. Город и завод – практически одно и то же: 80 % рабочих мест давал до недавнего времени завод. К 2005 г. число жителей городка сократилось с 50 000 до 37 000. В 2003 г., в условиях жесточайшей конкуренции со стороны западногерманских сталелитейных гигантов встал вопрос о санации ЭКО. Эксперты определили, что необходимо сократить 600 человек. При уже имевшейся в регионе безработице в 20 % допустить такое было нельзя. И когда появилось формальное предложение по рационализации, для разработки встречных предложений собрались члены производственного совета и представители работополучателей в наблюдательном совете. После нескольких дней ожесточенных дискуссий они выработали социальный план и план по компенсации потерь, который был предложен наблюдательному совету ЭКО. Сущность его заключалась в одновременном сокращении и развитии занятости. Благодаря ему руководству удалось до 2007 г. удержать расходы на персонал на уровне 2003 г. Это достигалось через предпочтительно 35-часовую рабочую неделю при сохранении уровня оплаты труда, но при временном отказе от требований повысить зарплату. План был настолько тщательно проработан, что представители акционеров не только поддержали его, но и согласились выделить шесть миллионов евро на развитие региона. Значительная часть этой суммы предназначалась для стимулирования рабочих мест в регионе. Для того чтобы эти планы не остались на бумаге, регулярно проходили встречи бургомистра, членов производственного совета, директора по труду и представителей руководства, которые следили за ходом реализации планов и разрабатывали текущие вспомогательные мероприятия.

Вскоре к разработке планов по развитию местности были привлечены и работодатели. Причем, специалисты из института МакКейнса были удивлены, насколько соуправление активизирует участие работников в программах по совершенствованию.

Конечно, можно возразить, что на ЭКО применяется модель паритетного соуправления. Однако подобные примеры положительного влияния соуправления на ситуацию на предприятии имеются не только в горно-металлургической промышленности ФРГ – об этом свидетельствуют около 50 публикаций в журнале "Mitbestimmung" только за последние пять лет.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Schütze, F. Um was geht es eigentlich? / F. Schütze. – Bonn, 1975. – P. 29. цит. по Дубинский В.А. Социальная сущность буржуазной концепции "соучастия". – М.: Изд-во МИИСПП, 1984. – С. 34.
2. Brinkmann-Herz, D. Die Unternehmenseinbestimmung in der BRD / D. Brinkmann-Herz. – Köln: Kiepenhauer & Witsch, 1975. – P. 18.
3. Angriff von den Kapitalmärkten // Magazin Mitbestimmung. – 2005. – N 4. – P. 14.
4. Die Arbeitnehmerbank als Motor // Magazin Mitbestimmung. – 2005. – N 7. – P. 13.

Кафедра "Связи с общественностью"

Секция 10

ТЕОРИЯ И МЕТОДОЛОГИЯ ЛИТЕРАТУРОВЕДЕНИЯ И ЯЗЫКОЗНАНИЯ

УДК 82

Л.В. Архипова

О СЕМАНТИЧЕСКОЙ НЕОЛОГИЗАЦИИ В СОВРЕМЕННОЙ РЕЧИ

Язык – динамическая система, для которой способность к развитию является естественным способом ее существования. Развитие языка осуществляется под знаком его постоянного совершенствования и обогащения функциональных возможностей. В сфере лексики и семантики это развитие протекает особенно интенсивно и наглядно.

Эволюция лексико-семантической сферы языка обусловлена многими факторами. Но более всего на ее динамику влияет общественно-политическая ситуация. Весьма характерны в этом плане переломные этапы исторического процесса, характеризующиеся формированием новых политических, экономических и культурных условий. Потребность в воспроизведении такого рода объективных инноваций ускоряет динамику словаря, вызывает необходимость переосмысления устоявшейся лексики.

Обогащение арсенала лексики происходит по-разному. В одном случае его основой выступают потенции родного языка, в другом – иноязычные заимствования. В потоке новых слов, хлынувших в русский язык в конце XX – начале XXI вв., очень много номинаций, образованных на основе метафорического переноса. Но в данном случае можно говорить лишь об относительной новизне таких слов, так как они уже существовали в языке и, следовательно, функционировали в речи, и только употребление знакомого слова в необычном контексте (ином стиле) придает ему новизну.

В результате переосмысления слов возникают семантические неологизмы, которые в большинстве своем представлены стилистически сниженной лексикой: разговорная речь наглядно отражает направление семантической эволюции слова.

Экстралингвистические причины способны как частично изменить значение слова, так и послужить созданию совершенно нового ЛСВ у лексемы.

Обратимся к глаголам *затариваться*, *выбрасывать*, *доставать*.

Затариваться (затариться) – закупать, приобретать в большом количестве (обычно дефицитные товары, продукты): *Бачным пивом, если плывете по Волге, затариваться не следует. Поволжье – пивная житница страны* (из газеты).

Выбрасывать (выбросить) – пускать в продажу какой-либо дефицитный товар: *Московские прилавки первозданно чисты. Там же, где что-то выбрасывают, огромные очереди ...* (из газеты).

Доставать (достать) – приобрести что-либо дефицитное (обычно заплатив большие деньги и отстояв очередь): *Горожане уже привыкли к тому, что продукты надо не покупать, а искать, доставать и отхватывать* (из газеты).

В конце 80-х – начале 90-х XX столетия, в годы крайнего дефицита на многие продовольственные и промышленные товары, эти слова входили в активный словарь носителей языка. Стремительно развивающиеся социально-экономические процессы в стране кардинально изменили жизнь людей. Дефицит в товарах народного потребления отсутствует, и наш язык быстро среагировал на происходящие процессы в экономике. Семантический признак "дефицитные товары" в названных лексемах на современном этапе развития общества, когда установились новые рыночные отношения, становится несущественным. Слово осталось в языке, а словарная дефиниция несколько изменилась: *затариваться – закупать, приобретать в большом количестве продукты*. Не потому, что это дефицит, а потому, что не хватает времени: люди стремятся зарабатывать деньги.

Глагольное слово *выбрасывать* в том ЛСВ, в каком оно представлено, следует, на наш взгляд, вообще считать архаичным, равно как и слово *доставать*.

Таким образом, в процессе исторического развития общества вся необходимая информация отражается в самом слове, а развитие лексической системы протекает под знаком непрекращающегося усовершенствования и обогащения ее функциональных и семантических возможностей, реализуясь в постоянном двуедином процессе архаизации и обновления словарного инвентаря языка.

Для определения условий формирования новой лексики, процесса семантической неологизации важным является установление путей и способов возникновения и закрепления новых лексических единиц в языковой системе. Исследованию этих процессов и посвящена следующая часть статьи. Мы постараемся показать модель перестройки ЛСВ глагольной лексемы при переходе слова из литературной сферы употребления в разговорную, в частности жаргон. Жаргонизация литературной речи, на наш взгляд, является отличительной чертой состояния современного литературного языка.

Рассмотрим особенности этого процесса на примере отдельных глаголов движения: *доходить* – *дойти*, *догонять* – *догнать*, *доезжать* – *доехать*, *тормозить*, *въезжать* – *въехать*. При переходе из литературной сферы в разговорную эти глаголы расширяют свою семантику и выступают в новом ЛСВ. Развивая производное значение путем метафорического переноса, они образуют микрогруппу со значением "мыслительные процессы". Названные глаголы объединены общим значением "понимать что-либо" и представляют собой синонимический ряд. Поскольку в новом ЛСВ они характеризуют мыслительные процессы, то дифференцирующая сема заключается в скорости мыслительного процесса.

Глагол *догонять* (*догнать*) в исходном ЛСВ означает "настигать, равняться с движущимся впереди": – *Догнать мальчика было совсем не просто*. При употреблении лексемы в разговорном стиле у нее развивается новое значение "понимать что-либо": *Сразу не догоняет, все объяснять надо* (разг.). Основой развивающегося производного значения у слова служит имплицитный компонент метафорического переноса "успевать за каким-либо объектом", в данном случае за абстрактным, другими словами, успевать за ходом мысли другого.

Слово *доходить* (*дойти*) имеет значение "идя, двигаясь, направляясь, достигнуть чего-нибудь": – *До ближайшей деревни мы дошли за 3 часа*. При метафорическом переносе данная лексема получает значение "становиться ясным, понятным": – *До меня только теперь доходит вся важность нашего разговора* (разг.). Метафорический перенос осуществляется на основе имплицитного компонента значения "достигать цели каким-либо способом", т.е. медленно соображая, уяснить смысл слов. Понять правильно суть происходящего, сделать выводы из сказанного и принять решение или сделать из всего нужные выводы можно лишь все взвешивая и анализируя, другими словами, давая верный ход мыслям.

Лексема *доехать* имеет основное значение "передвигаясь ездой, достигнуть чего-нибудь": – *Мы доехали до вокзала за 15 минут*. Метафорический перенос осуществляется на основе семантического компонента значения "достичь цели каким-либо способом", другими словами, относительно быстро уяснить смысл слов: – *Ну как, теперь-то дошло? – Доехало* (разг.). Именно сейчас, когда все важные процессы в жизни общества набирают темп, когда события протекают стремительно, возможным стало употребление глагола *доехать* в значении "становиться понятным, ясным".

Глагольная лексема *въезжать* – *въехать* имеет значение "едуци, попасть, проникнуть внутрь": – *Когда мы въехали в город, было уже темно*. Производное значение "понять, осмыслить что-либо" развивается на основе имплицитного компонента метафорического переноса "вникнуть в суть дела", т.е. понять главное: – *Мне трудно въехать в твою волну* (разг.).

Лексема *тормозить* имеет значение "замедлять движение при помощи тормоза": – *Водитель начал резко тормозить*. В разговорном варианте этот глагол означает: "1) плохо соображать: – *Тормозишь ты сегодня конкретно* (разг.). 2) медлить: – *Не тормози, а то мы не успеем* (разг.)". Семантический компонент метафорического переноса "замедление какого-либо движения, процесса", в том числе и мыслительного, и является результатом переосмысления исходного значения глагола.

Итак, семантические неологизмы могут быть признаны активными явлением в современном русском языке. Они зеркально отражают современные потребности коммуникации, речевые вкусы и характеризуют в целом социум. В речи находит отражение сущность эпохи, ее стиль, а словарный состав характеризует языковое состояние эпохи.

Семантические изменения, происходящие на уровне отдельного значения полисемантического слова, способствуют расширению лексического состава языка. Возникновение новых значений у глагольных лексем происходит на основе метафорического переноса. Однако основа для таких изменений заложена в самом языке, где действуют внутренние закономерности, причина которых заключается в системности языка. Специфика, актуализация компонентов значения глагольного слова при развитии полисемии в значительной мере обусловлена социальным фактором.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Грачев, М.А. Словарь современного молодежного жаргона / М.А. Грачев. – М. : Изд-во "Эксмо", 2006. – 672 с.
2. Мальцева, Е.В. Изменение состава и значения глагольной лексики конца XX – начала XXI века : автореф. дис. ... канд. филол. наук / Е.В. Мальцева. – Тамбов, 2007. – 24 с.
3. Мокиенко, В.М. Большой словарь русского жаргона / В.М. Мокиенко, Т.Г. Никитина. – СПб. : Норинт, 2000. – 716 с.
4. Ожегов, С.И. Толковый словарь русского языка / С.И. Ожегов, Н.Ю. Шведова. – М. : Наука, 1999. – 786 с.
5. Толковый словарь русского языка конца XX века. Языковые изменения / под ред. Г.Н. Складневской. – СПб. : Норинт, 1998. – 700 с.

Кафедра "Русская филология"

УДК 82

Д.О. Еремин

ДРАМАТУРГИЯ ЛЕОНИДА АНДРЕЕВА В СОВРЕМЕННОМ ИЗУЧЕНИИ

Перспективным для современного андрееведения может быть обращение к комплексному анализу семантических полей писателя, что позволяет идти верными шагами к осмыслению художественной картины мира драматурга. Мифопоэтическое же постижение смысла драматургии Андреева исследователем Еременко основывается на последовательном и многоаспектном анализе. Помимо пьесы "Анатэма", в поле зрения автора работы попадают такие Андреевские произведения, как "Самсон в оковах", "Тот, кто получает пощечины". Мифопоэтические средства, избранные Андреевым для решения художественных и гносеологических задач в этих произведениях, позволяют, по мнению Еременко, синтезировать различные пласты мировой культуры. Главной категорией, благодаря которой все уровни перечисленных драм сплетаются воедино, исследователь видит чудо.

"Тема чуда является сквозной для драм "Анатэма", "Самсон в оковах" и "Тот, кто получает пощечины" и связана с темой бессмертия. В каждой из драм она решается по-разному: в "Анатэме" бессмертие достигается через любовь к людям, а в "Самсоне" – через любовь к родине. В "Тоте" чудо связано с обретением человеком своей божественной сущности" [3, с. 93].

Все эти наблюдения исследователя открывают новое, более глубокое прочтение драматургии Андреева 1910-х гг., которое позволяет осмыслить его творчество в неразрывной связи с контекстом богатого наследия мировой культуры.

В исследовании Дмитрия Евгеньевича Проца предпринимается попытка разработать и предложить для включения в обиход современного андрееведения созданную им типологию характеров, а также показать способы их воплощения в драматургии Л.Н. Андреева. Одним из зачинателей "Новой драмы" Д.Е. Проц называет А.П. Чехова. "Чехов, – пишет исследователь, – одним из первых почувствовал, что современному театру необходим синтез драматических и сценических средств, чтобы в полной мере отразить всю сложность взаимоотношений людей в обществе и осмыслить место отдельной личности в нем" [4, с. 6]. Несмотря на всю несхожесть содержания и формы пьес Андреева с драматургией Чехова, все же Л.Н. Андреев считал последнего своим учителем, а себя – его продолжателем на этом поприще.

По наблюдению Проца, в 20-е годы XX столетия намечается сдвиг во взгляде на особенности литературного метода писателя; теперь, помимо реалистических и символистских элементов, литературоведы отмечали экспрессионистические признаки. Именно с таким синтетическим, включающим в себя элементы трех указанных направлений, восприятием творческого метода Андреева, соглашается автор изыскания. Среди недостатков современного андрееведения исследователю видится наличие небольшого числа работ, в которых было бы осуществлено обобщающее рассмотрение драматургии писателя, так как большинство ученых довольствуются анализом одного из периодов.

Типология Проца включает в себя четыре пункта:

- 1) неоромантический тип героя;
- 2) герой-нищанец;
- 3) герой-двойственник;
- 4) обобщенный герой.

Зарождение героя-неоромантика исследователем наблюдается в драме "К звездам". В процессе движения в этом образе замечаются черты психологизма, отчетливо проступившие в пьесах "Профессор Сторицын" и "Тот, кто получает пощечины". По мнению исследователя, протагонистами в этих произведениях выступают герои, обладающие "высокими этическо-моральными идеалами, умом и тонкостью души" [4, с. 36]. Они открыты и чужды лицемерию, в отличие от окружающих их персонажей. В драме "К звездам" – это гениальный астроном Сергей Николаевич Терновский, в "Профессоре Сторицыне" – ученый-одиночка Сторицын, в пьесе "Тот, кто получает пощечины" – Тот, определяемый Процем "вершиной неореалистического типа героя" [4, с. 49] в драматургии Андреева. По мнению автора диссертации, Сергей Николаевич Терновский "наследует традицию изображения первоиспытателя, гения, погруженного в исследовательскую работу" [4, с. 38]. Образ профессора Сторицына созвучен с героем драмы "К звездам" с той лишь единственной разницей, что проблема одиночества Сторицына заключена в более приземленном аспекте – невозможности быть услышанным и понятым близкими. Однако сам конфликт писателем возводится на более высокий психологический уровень – антагонизм толпы и личности. В пьесе "Тот, кто получает пощечины", меняется акцент конфликта, с конфликта идей он переносится на конфликт характеров – в этом принципиальное отличие драмы от двух предшествующих.

Тип героя-нищанца Процем видится в следующих произведениях Андреева: "Мысль", "Савва", "Царь Голод", "Анатэма". Главное отличие протагонистов этого типа от представителей типа неоромантиков – в наличии у них действенного начала, зачастую носящего разрушительный характер, но цель разрушения – желание построить новый мир согласно своему представлению об идеале. Говоря о герое пьесы "Савва" – террористе Савве Тропинине – Проц отмечает, что это "человек, личность в философском понимании этого слова, свободный от всего вешного и мелочного. Именно в свободе Саввы Тропинина впервые появляются черты героя-нищанца..." [4, с. 64].

Следующим этапом в эволюции героя-нищанца становится пьеса "Царь Голод". Трагедия Царя Голода – невозможность обладания абсолютно свободным духом бунтарства, в силу ограниченности самой человеческой природы. Логика протеста Царя Голода во многом аналогична логике недовольства устройством миропорядка Саввы Тропинина.

Тип героя-двойственника разработан исследователем в таких пьесах, как "Дни нашей жизни", "Океан", "Екатерина Ивановна", "Каинова печать". Протагонисты пьесы "Дни нашей жизни" Ольга (Оль-Оль) и Глуховцев. "Фигура протагониста (данное замечание относится как к Глуховцеву, так и к Оль-Оль) в этой пьесе психологически динамична, однако это лишь одна из первых попыток Андреева показать на сцене эволюцию чувств. И Глуховцев, и Оль-Оль хотят быть услышанными, но не хотят слушать. Однако, если раздвоенность образа Оль-Оль, изменения ее внешнего и внутреннего душевного состояния отчетливо проявляются в зависимости от того, к кому в данный момент обращены ее реплики, то образ Глуховцева недостаточно раскрыт автором как с точки зрения внешних проявлений его душевного состояния, так и с точки зрения психологической проработки" [4, с. 98]. Протагонист пьесы "Океан" – человек моря. Попав на берег, он "предстает в нескольких ипостасях, оказавших прямое воздействие на его поступки и чувства. Именно так, еще не полностью обратившись к театру психологическому, Андреев реализует проблему многогранности человеческой натуры" [4, с. 101]. Еще одна пьеса, в которой представлен тип героя-двойственника – "Екатерина Ивановна". "Пьеса логически членится на три части: первое действие – образ Екатерины Ивановны дается нам в ощущениях, чувствах ее мужа и его брата, второе действие – сама героиня, третье и четвертое – обращение автора к психологической проработке данного образа, попытка раскрыть его более через поступки, чем через слова. С первых минут действия образ Екатерины Ивановны дробится в сознании читателя. Мы имеем дело с ипостасями героини: Катей – своеобразным воспоминанием, которое живет в сердце Георгия Дмитриевича, и Катериной Ивановной – женщиной, родившейся после прозвучавших на исходе первого часа ночи трех выстрелов" [4, с. 108].

Проц Д.Е., подходя в своей типологии к характеристике типа "обобщенного", заявляет, что он определяет его, исходя из специфики драм "Жизнь Человека", "Самсон в оковах" и "Реквием". Основываясь на предложении Л. А. Иезуитовой и Ю. В. Бабичевой понимать указанные пьесы как пьесы-притчи или пьесы-аллегии, Д.Е. Проц указывает на то, что эти произведения не дают конкретного психологического портрета протагониста. "Способы и степень обобщения, – пишет ученый, – может быть различной – имеем ли мы дело с символическими или реалистическими обобщениями. При анализе пьес Андреева следует говорить о последнем на основе переосмысления мифологических и библейских мотивов, о создании неомифа, столь характерного для западной литературы и философии экзистенциализма" [4, с. 33].

В пьесе "Жизнь Человека" Андреев "создает глобальную картину человечества и, ставя своего героя в узкие рамки предрешенности судьбы, показывает, насколько внутренняя свобода способна возвысить его над тяготами жизни" [4, с. 34].

Из краткого обзора изучения драматургического творчества Леонида Андреева видно, что из поля зрения исследователей выпал такой важный аспект, как очевидная необходимость глубокого и пристального рассмотрения вопросов, связанных с функционированием в текстах произведений логико-семантических полей, поскольку без анализа андреевских лексем невозможно постигнуть художественный мир писателя в его целостном единстве. Кроме того, перспективным направлением исследования представляется анализ типологической взаимосвязи художественной философии Леонида Андреева с гностическими учениями, так как подобные аналогии позволят наиболее глубоко осознать суть авторских интенций и дать более обоснованную и объективную оценку его драматургии.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Арабажин, К.И. Леонид Андреев. Итоги творчества. Литературно-критический этюд / К.И. Арабажин. – СПб., 1910.
2. Филоненко, Н.Ю. Становление и развитие поэтики экспрессионизма в творчестве Л.Н. Андреева 1898 – 1908 годов : дис. ... канд. филол. наук : 10.01.01 / Н.Ю. Филоненко. – Липецк, 2003. – 187 с.
3. Еременко, М.В. Мифопоэтика творчества Леонида Андреева, 1908 – 1919 гг. : дис. ... канд. филол. наук : 10.01.01 / М.В. Еременко. – Саратов, 2001. – 185 с.
4. Проц, Д.Е. Типология характеров и способы их воплощения в драматургии Л.Н. Андреева : дис. ... канд. филол. наук : 10.01.01 / Д.Е. Проц. – Орел, 2005. – 186 с.
5. Горький, М. Андреев Л. Неизданная переписка / М. Горький. – М., 1965. – Т. 72. – 630 с.

Кафедра "Русская филология"

УДК 82

И.М. Попова

ТЕМА "ДРУГОГО БЕРЕГА" В ПУБЛИЦИСТИКЕ В.Е. МАКСИМОВА

Максимов В.Е. – публицист не менее ярко, чем романист воплощал проблему антиномии Востока и Запада, которую называл темой "другого берега". Публицистика была для него своеобразным генератором философско-эстетических поисков, представленных в его художественной прозе. Поэтому возвращение прозы писателя зарубежья к отечественному читателю потребовало и глубокого осмысления его социально-политических, литературно-критических статей и эссе.

Публицистическая деятельность В.Е. Максимова является по сути непрерывным диалогом о духовном состоянии России, о связи между поколениями, доверительным разговором с читателем, в ходе которого происходит согласование накопленного русской интеллигенцией векового опыта, отчасти связанного со взаимоотношениями с Западом.

Тема антиномии "Востока и Запада" имеет для Владимира Максимова по крайней мере два аспекта рассмотрения: первый выливается в проблему русской ментальности, традиционно связываемой с такими чертами характера, как открытость, искренность, бесхитрость, бесшабашность, созерцательность, бескорыстность, максимализм и идеализм.

Второй аспект связан с идеей "одинаковости" восточного и западного типа общества. И при всей разности социального устройства, разного материального достатка и экономического развития, и Восток, и Запад (причем под Востоком подразумевается Россия, а под Западом – не только Западная Европа, но и Америка) одинаковы, так как "лежат во зле".

В тематике "другого берега" присутствует уяснение причин отношения "цивилизованного Запада" к советским эмигрантам как к "дикарям". В ходе полемики с Западом по насущным проблемам политики философии и культуры Максимов мастерски разоблачает яркими сатирическими средствами идеализм приверженцев социализма и коммунизма западного образца, обнажает пороки, одинаково свойственные и советской, и западной системам общественного устройства.

Вместе с такими русскими писателями "третьей волны", как Наум Коржавин, Александр Солженицын, Александр Зиновьев, Виктор Некрасов и многими другими, Максимов в своей романистике и в публицистике настоятельно провозглашал связь русской ментальности с христианской верой, заложенной на генетическом уровне в русского человека. Такие черты "русского Востока", как сердечность, искренность, приверженность высоким духовным идеалам, душевная стойкость, пренебрежение материальными благами, противопоставляются в памфлетах, статьях и романах писателя лицемерию меркантильного буржуазно-демократического Запада и Америки.

В "Сage о носорогах", сопоставляя Россию и Запад, Владимир Максимов высказывал сожаление: "Из огня да в полымя, – в сердцах говорю я, – стоило уносить ноги от диктатуры государственной, чтобы сделаться мальчишками для битвы при диктатуре социального снобизма! В известном смысле все то же самое: цензура, давление на своих и чужих... конформизм наизнанку, только под респектабельным демократическим соусом. И способ полемики тоже давно знакомый по душевспасительным разговорам в кабинетах на Старой площади..." [1, с. 9, 28]. Владимир Максимов признается, что для него "первым и, пожалуй, самым мучительным испытанием на Западе явилось полное смешение спектра этических, эстетических и политических критериев" [2, с. 24].

Статья Максимова "Янки, убирайтесь домой" посвящена анализу такой "демократии" на американском примере. Она представляет собой аналитическое исследование, преамбулой которого является разговор об "антиамериканизме" в России: "Правда ли, что сегодня в России нарастает антиамериканизм? Признаюсь, долгие годы, во всяком случае большую часть сознательной жизни, я был убежденным проамериканцем. Мне казалось, что страна с такими гражданскими и религиозными традициями способна явить миру пример подлинного народовластия и в конечном счете указать ему путь к демократии и прогрессу. О том же могли бы, наверное, засвидетельствовать миллионы россиян, долгое время уповавших на спасение, которое ожидалось с берегов Нового Света. Поэтому, оказавшись на Западе, я сначала никак не мог ни понять, ни принять воинствующего антиамериканизма европейской интеллигенции. Только с годами, сталкиваясь с американцами по тем или иным причинам, в деловой и в частной обстановке, я постепенно стал догадываться о причинах и природе такого категорического неприятия" [3, с. 153].

Максимов объясняет, что "добровольный конформизм обыкновенных американцев даст сто очков вперед советскому, навязанному сверху. Если реклама считает, что бег полезен, то, будьте уверены, бегать с утра до вечера примется вся страна.

Если реклама решает, что детей следует воспитывать по доктору Споку, можете не сомневаться, вся страна будет растить их по одному и тому же методу. В итоге Америка до сих пор расхлебывает криминальную кашу с целым поколением негодяев, завсегдаев тюрем и реабилитационных центров для наркоманов" [3, с. 153–154].

Публицист выявляет мнимость американских свобод, показывает их явную зависимость от идеологии государства. Автор отмечает, что типичный американец вообще не приемлет спора, столкновения мнений, серьезной дискуссии. Для него демократия – это не выяснение истины в разговоре, а выбор комфортного собеседника. Поэтому, по словам Максимова, "прославленный" англосаксонский компромисс в американском варианте – лишь оснащенная словесными виньетками полная капитуляция оппонента, не более того. В противном случае этому оппоненту обеспечена репутация неконструктивной, неплюралистичной, нетерпимой личности, заслуживающей самой суровой кары" [3, с. 155].

Максимов выявляет суть американской демократии через хвалебные высказывания самих американцев: "Одна моя знакомая американка очень точно определила суть ее собственной демократии: "Я знаю множество моих соотечественников, которые постоянно и резко критикуют президента и правительство нашей страны, но я, сколько себя помню, не встретила ни одного, кто бы осмелился критиковать своего прямого начальника". Что называется, с молоком матери американец усваивает нехитрую формулу выживания: берегись сильного и повелевай слабым, иначе окажешься аутсайдером. На этом построена в США вся иерархия ценностей и принципов на всех уровнях общества – от семейной ячейки до Белого дома" [3, с. 156].

Таким образом, центральной темой публицистики В.Е. Максимова можно считать проблему различий Запада и Востока, особенно интенсивно решаемую на протяжении первого десятилетия эмигрантского периода (1974 – 1985 гг.).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Максимов, В.Е. Собрание сочинений : в 8 т. – Т. 9. (дополн.) / В.Е. Максимов. – М. : Терра, 1993.
2. Максимов, В.Е. Мы все на одной галере (Беседа с писателем В.Е. Максимовым) // Труд. – 1991. – 17 октября.
3. Максимов, В.Е. Самоистребление / В.Е. Максимов. – М. : "Голос", 1995.

Кафедра "Русская филология"

УДК 82

С.А. Тарасова

ФУНКЦИОНАЛЬНОСТЬ МИФА О ЯРИЛЕ В РОМАНЕ МЕЛЬНИКОВА-ПЕЧЕРСКОГО "В ЛЕСАХ"

Идейно-философский аспект романа "В лесах" составляет борьба двух стихий: полная мощи и красоты естественная стихия страстей человека, простая и здоровая жизнь природы и связанных с нею трудом людей – и система христианских ценностей. Молодую душу иногда иссушает и опустошает борьба страстного языческого начала и суровых религиозных представлений о необходимости ограничений.

В романе соприкасаются несколько ракурсов повествования, но одним из главнейших является утверждение силы любви, страсти, вызываемой богом Солнца – Ярилой или Дажбогом, вступающим в союз с Матерью Сырой Землей [1].

Мельников-Печерский воссоздает в разных частях романа миф о добром солнечном боге Яриле, любящем детей Матери Сырой Земли. Виноградов Г.В. в статье "Фольклорные источники романа П.И. Мельникова-Печерского "В лесах" подчеркивал, что реконструированный миф – это не фантазия писателя, а "интересный опыт поэтического синтеза важнейших данных о мифе" [2]. Они собраны из различных русских и славянских источников и объяснены известным русским ученым-мифологом А.Н. Афанасьевым. Мельников, используя передовую для 1960-х гг. научную концепцию Афанасьева, дополнил ее топонимическими и этнографическими данными существования культа Ярилы в Поволжье, включил описания весенних и летних празднеств (ночь на Ивана Купала, похороны Костромы и кукушки), придав повествованию историческую достоверность.

Образ Ярилы символизирует в романе стихийно-языческое начало, вступающее в борьбу с византийско-церковным, с жесткими догмами раскола и религии. Он помогает людям обнаружить простые и естественные чувства, забыть о сковывающих поступки условностях. "Все романтическое так или иначе соприкасается с образом Ярилы. Таким путем Мельников хочет обосновать неизбежность и извечность той жизни, которую он изображает. Страницы, посвященные Яриле, славянскому Дионису, наиболее поэтичны" [2].

Восьмая глава второй части романа "В лесах", содержащая описание главного церковного праздника – пасхи, противопоставляется народному празднеству – встрече весны. Две веры объединяются в одной картине праздника жизни. Писатель излагает миф о Громе Гремучем и изображает народный обычай "окликать" покойников в день радуницы, посещая могилы на кладбищах и оставляя на них праздничные блюда и питье. В поминках писатель видит следы древнерусской языческой поминальной тризны, а в "жальных" причитаниях – отголосок старинных песен Перуну и Яриле.

В этом разделе впервые появляется образ веселого бога Ярилы. Вводя в роман образ Яр-Хмеля, Ярилы, писатель создает реконструкцию в стиле старинного сказа, мастерски объединяя и образ хмеля из народных плясовых песен, и народные приметы и поверья, приурочиваемые к весенним календарным праздникам, и отдельные детали народного обряда, посвященного похоронам Ярилы или Костромы. Создается яркий праздничный образ бога весны, солнца, плодородия: "... на головушке у него веночек из алого мака, в руках спелые колосья всякой яри" (т.е. злаков яровых: пшеницы, овса, ячменя и пр.). стиль народной сказки ("Ходит Ярилушка по темным лесам, бродит Хмелинушка по селам-деревням") органически сочетается с художественно отредактированными строфами песен о хмеле: "Сам собою Яр Хмель похваляется: "Нет меня, Ярилушки, краше, нет меня, Хмеля, веселее – без меня, веселого, песен не играют, без меня, молодого, свадеб не бывает" [3].

История трагической любви Настеньки и Алексея окаймляется элементами мифа о Яриле, одаряющего влюбленных неземной радостью.

Даже похороны Настеньки отчасти оптимистичны, поскольку "наши предки поклонялись ходячему небу или ходячему облаку", и на Руси "справляется двое похорон: одни церковные, другие древние старорусские, говорящие о жизни вечной и веющие той стариной, когда предки поклонялись силе природной любви Облаку и Матери Сырой Земле" [1, т. 2, с. 559].

Девушку хоронят с зеленой веткой, завернутой в красный платок. Вопли Матери звучат одновременно с церковным песнопением: "Завела Устинья плач от лица матери, вопленица хором повторяют... Далеко по полю разносятся голосистые причитанья, заглашая тихое пение воскресного тропаря:

"Не утай, скажи, дитя мое родное...
Ты в какой же путь снарядилася,
Во какую путь-дороженьку,
В каки гости незнакомые,
Незнакомые, нежеланные
Собралася ты, снарядилася
На вечное житье, бесконечное" [1, т. 2, с. 560].

Сочетание "вопля" (страсти душевной) и "тихого пения" (духа святого) молодых невест на выданье и готовящих себя к вечности монашек говорит о двойственности бытия.

Функция выражения авторского сознания выполняется с помощью "солнечной мифологии": Мельников-Печерский видит суть национального русского характера в "двоеверии", в гремучей смеси языческой страстности и христианского смирения, сквозь которое прорывается "Ярилова сила", зачастую вызывая и трагические последствия. Главная героиня романа "В лесах" – Настя освобождается от страстей для жизни вечной, но Никифорово сердце разрывает страсть любви: "Опустела Настина могила, все ее покинули, один не покинул. До позднего вечера обливаясь слезами, пролежал на ней Никифор... Хоть виду не подавал, хоть не единым словом никогда никому не высказывал, но с раннего детства Насти горячо он любил ее преданной и беззаветной любовью" [1, т. 2, с. 562].

"Горячая", "пламенная", "солнечная" Ярилина любовь делает персонажей романа "В лесах" и счастливыми, и несчастными: ведь солнце быстро уходит за тучи, а Мать Сыра Земля принимает в свое лоно убитых страстями земными людьми.

Миф о Яриле способствует пробуждению чувств в людях, расковывает страсти человеческие, оправдывает грехи людские, выявляет истинную суть характеров, проверяет на прочность.

Стилизованное сказание про Ярилу и Мать Сыру Землю дано как пролог к картине общерусского празднования дня Ивана Купалы. Купальские обряды и песни, записанные в Белоруссии и на Украине, старинный обычай добывания "живого" огня, нижегородские предания и поверья – все эти сведения объединены в нарядном описании русской обрядности. Элементы ее, кое-где сохранившиеся, скрупулезно перечислены: гулянья на Ярилином поле в Нижнем, похороны чучела Ярилы в Муроме и Костроме, изображения его на игрищах в Кинешме и Галиче. С именем Ярилы связывает писатель название озера Светлояр: "То озеро по имени старорусского бога Светлым Яром зовется <...>, где во времена стародавние бывали великие народные сходбища, сходилась туда народ справлять великие празднества Светлому Яру" [1, т. 2, с. 292–293].

Легенда об Озере Светлояре, связанная с мифом о Яриле, содержит оправдание двойственности человека. В наименовании Светлояр включена семантика солнца (свет) и горячей силы, пробуждающей любовь – это Светлый Ярило, Солнце, дающее свет.

Вокруг озера Светлояр, когда-то бывшего местом веселых народных празднеств в честь этого солнечного бога, но с появлением христианства, превратившегося в центр паломничества, звучали веселые песни и плясали нарядные хороводы. Над озером несколько столетий продолжают звучать и молитвы, и духовные салмы, и религиозные песнопения.

Писатель через миф Ярилы воплощает важный идейно-философский аспект романа, выявляет значение подлинных духовных и нравственных ценностей в судьбе нации и народа. Поэтому и произведения устной народной поэзии с такой любовью и полнотой собраны в этом произведении. В русской литературе XIX в. трудно сыскать равных этому произведению Мельникова-Печерского по богатству материала и разнообразию методов использования фольклора.

Характеры персонажей, поэтику и язык романа "В лесах" определяет установка автора на художественные вкусы народа, почерпнутые из фольклора. При создании персонажей автор смело пользуется традиционными народнопоэтическими средствами изображения. Он создает почти идеальные по яркости и чистоте красок портреты героев. Исследователи отмечали, что образы Насти Чапуриной и Алексея Лохматого – это образцы традиционных фольклорных типов доброго молодца и красной девицы. Настя "кругла да бела, как мытая репка, алый цвет по лицу расстилается; толстые, ровно шелковые, косы лежат ниже пояса..." [1, т. 2, с. 85].

Алексей Лохматый "красавец был из себя. Роста чуть не в косую сажень, <...> здоровый, белолицый, румянец во всю щеку так и горит, а кудрявые, темно-русые волосы так и выются" [1, т. 2, с. 31]. Автор изображает своих героев в соответствии с фольклорным стилем: Настя то в голубом, то в алом сарафане с пышными белыми рукавами; у Алексея Лохматого для праздников хранится синяя суконная сибирка и плисовые штаны [1, т. 2, с. 138].

В образах Насти, Алексея, Фленушки и других персонажей отразился народный идеал здоровой человеческой красоты, не случайно исследователи находят множество параллелей к их портретному изображению в народных песнях. Автор и говорит о них в сказочно-песенном стиле, используя сравнения песенного типа и сказовую форму повествования.

Показательно, что в финале романа "В лесах" появляется олицетворенный бог Ярило, который вливает в людей огонь страсти: "Ходит Ярило по людям, палит страстью, туманит головы. А ноченька выдалась темная, тихая, теплая, душистая... Много жалуется таких ночей развеселый Яр – Хмель молодец!" [1, т. 2, с. 614].

Эта концовка романа представляет собой по сути авторский гимн любви, который составляет основную идею произведения: радость жизни не противоречит аксиологии христианства.

Насыщение романа "В лесах" мифами о Яриле и сопутствующими ему сказаниями говорит об особой его важности при выполнении художественных функций выражения авторского сознания и характеристики образов главных героев.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Мельников-Печерский, П.И. Собр. соч. – в 6 т. / П.И. Мельников-Печерский. – М., 1963. – Т. 2. – С. 559.

2. Виноградов, Г.В. Фольклорные источники романа П.И. Мельникова-Печерского "В лесах" / Г.В. Виноградов // Советский фольклор. – 1935. – № 2-3. – С. 338 – 369.

3. Полевой, П.Н. П.И. Мельников (Андрей Печерский) / П.Н. Полевой // История русской словесности. – СПб., 1900. – С. 592.

Кафедра "Русская филология"

УДК 372.881.111.1

Н.Л. Никульшина

ОБ ОРГАНИЗАЦИИ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОГО ОБУЧЕНИЯ АНГЛИЙСКОМУ ЯЗЫКУ НА ФАКУЛЬТЕТЕ ТЕХНИЧЕСКОЙ КИБЕРНЕТИКИ

В сентябре 2006–2007 учебного года на кафедре иностранных языков ТГТУ началось экспериментальное обучение английскому языку студентов факультета технической кибернетики, что означало переход к многоуровневому углубленному изучению английского языка на модульной основе. Прошло полтора года. Подведем предварительные итоги.

Необходимость организации экспериментального обучения иностранному языку в ТГТУ продиктована недостаточным уровнем сформированности иноязычной коммуникативной компетенции студентов и выпускников, что может стать реальным препятствием на их пути к вхождению в единое общеевропейское образовательное пространство, декларируемое Болонским соглашением. Сегодня ни для кого не секрет, что конкурентоспособность, успех и признание дипломированных специалистов на внутреннем и международном рынках труда во многом определяются не только тем, в какой мере они владеют своей профессией, но и тем, насколько успешно они владеют правилами, нормами и стереотипами иноязычного коммуникативного поведения, принятого и разделяемого членами мирового профессионального сообщества. Отсюда проблема повышения качества языковой подготовки студентов по-прежнему остается актуальной и ставит перед кафедрами иностранных языков вузов все новые задачи.

Цель экспериментального обучения – формирование и дальнейшее совершенствование такого уровня иноязычной коммуникативной компетенции, который позволяет использовать иностранный язык (ИЯ) как средство межкультурного общения на уровне международных требований для продолжения образования и в профессиональной деятельности в условиях глобализации рынка интеллектуального труда.

Ключевыми моментами экспериментального обучения являются:

- использование многоуровневого подхода в организации учебного процесса;
- ориентация на международные стандарты владения ИЯ;
- модульный принцип построения (16 коммуникативных модулей, объемом 36 – 40 часов каждый);
- внедрение учебно-методических комплексов (УМК) модульного типа;
- система самостоятельной работы мотивирующего типа;
- технология межуровневых переходов через систему самостоятельной работы студентов продвинутого типа;
- количество студентов в группе – не более 12 человек;
- количество аудиторных часов – 85 часов в семестр;
- мониторинг учебного процесса;
- структура обучения: курс общего английского языка (I – IV семестры), курс профессионального английского (V – IX семестры).

Многоуровневый подход к обучению означает, что, во-первых, в начале обучения в зависимости от исходного уровня владения иностранным языком студенты распределяются по группам элементарного (Elementary), промежуточного (Pre-Intermediate) и среднего (Inter- mediate) уровней. Каждый последующий уровень является развитием предыдущего, более низкого уровня. Во-вторых, это предполагает разработку и использование многоуровневых учебных материалов.

Участники эксперимента ориентированы на международные стандарты оценки качества владения иностранным языком.

Как известно, для оценки уровня сформированности коммуникативной компетенции используются пять уровней шкалы Совета Европы:

- 1) Уровень выживания – (A1).
- 2) Допороговый уровень – (A2 KET).
- 3) Пороговый уровень – (B1 PET).
- 4) Пороговый продвинутый уровень – (B2 FCE).
- 5) Высокий уровень – (C1 CAE).

По окончании двухгодичного модульного курса предполагается проведение экзамена, на котором оценку "отлично" получают студенты, у которых сформирован уровень владения иностранным языком, соответствующий пороговому продвинутому уровню и выше по Европейской шкале. Оценка "хорошо" получают студенты, у которых сформирован уровень владения иностранным языком, соответствующий пороговому уровню по Европейской шкале. Оценка "удовлетворительно" получают студенты, у которых сформирован уровень владения иностранным языком, соответствующий допороговому уровню.

Мониторинг качества языковой подготовки студентов в ходе эксперимента предполагает осуществление: предварительного, текущего, рубежного и итогового контроля.

Первым шагом в организации экспериментального обучения стало проведение входного тестирования вновь поступивших студентов. Цель входного тестирования заключалась в определении стартового уровня владения студентами английским языком и формировании разноуровневых групп. В ходе входного тестирования использовалась фронтальная форма для проверки уровня сформированности умений чтения, аудирования и лексико-грамматических навыков, а также индивидуальная форма для выявления уровня сформированности умений говорения – монологической и диалогической речи на ИЯ. Тестирование осуществлялось в четырех вариантах одинаковой сложности. Качество владения языком оценивалось по столбальной шкале по одному баллу за каждое правильно выполненное задание письменного теста.

Средние показатели входного теста по разделам составили:

- чтение – 8,6 (43 %) из 20 возможных;
- лексика и грамматика – 5,53 (26,3 %) из 20 возможных;
- аудирование – 8,3 (20,7 %) из 20 возможных;

- говорение – 16,1 (40,4 %) из 40 возможных.

Из 94 студентов, принявших участие во входном тестировании, лишь 13 человек набрали более 65 баллов из 100, и из них была сформирована одна группа среднего уровня (B2 FCE по Европейской шкале). 36 студентов сумели набрать от 35 до 65 и соответственно попали в группы промежуточного уровня (B1 PET). Из 45 студентов (это почти половина от общего числа) были сформированы четыре группы элементарного уровня (A2 KET): количество набранных студентами баллов – менее 35 из 100.

Для обеспечения обратной связи, своевременного выявления пробелов в знаниях, навыках и умениях студентов и коррекции отдельных приемов работы и их последовательности в течение года осуществлялся текущий контроль.

Текущий контроль устной работы студентов проводился регулярно в ходе практических занятий). Письменная работа контролировалась в ходе проверки рабочих тетрадей, задания которой выполнялись студентами самостоятельно.

Текущий контроль рассматривался в единстве обучающей и контролирующей функций как способ приучить студентов к систематической работе и самоанализу, развить рефлексивные навыки самооценки собственных достижений и определения причин затруднений.

Рубежный контроль проводился по окончании изучения двух коммуникативных модулей дисциплины в конце первого семестра. Его цель заключалась в выявлении прироста или оттока знаний, навыков и умений студентов за первый семестр.

Контроль определялся тематикой изученных коммуникативных модулей и уровнем подготовки студентов, а также требованиями формата Кембриджских экзаменов. Форма контроля – тестирование (письменное и устное). На проведение отводилось четыре аудиторных часа, по два часа на письменный и устный тесты. Максимальное количество баллов, которое мог получить студент за выполнение всех заданий, составляло 120 баллов. Тест считался выполненным при условии, что студент справился с 60 % заданий по каждому из разделов теста.

Анализ результатов показал следующее: средний балл рубежного контроля составил 81,7 баллов (68 %) на среднем уровне, 80,8 (67 %) на промежуточном уровне, 80 (66 %) на элементарном уровне.

СРЕДНИЕ ПОКАЗАТЕЛИ РУБЕЖНОГО КОНТРОЛЯ № 1 В БАЛЛАХ И % ПО РАЗДЕЛАМ ТЕСТА

	СРЕДНИЙ УРОВЕНЬ	ПРОМЕЖУТОЧНЫЙ УРОВЕНЬ	ЭЛЕМЕНТАРНЫЙ УРОВЕНЬ
ЧТЕНИЕ	11,5 (58 %)	15,5 (78 %)	10,3 (51 %)
ЛЕКСИКА И ГРАММАТИКА	9,8 (49 %)	13,3 (67 %)	15,9 (80 %)
АУДИРОВАНИЕ	11,5 (57 %)	10,1 (50 %)	12,4 (62 %)
ГОВОРЕНИЕ	35,2 (88 %)	25,9 (64 %)	23,6 (60 %)
ПРОДУКТИВНОЕ ПИСЬМО	35,2 (88 %)	14,0 (70 %)	13,3 (67 %)

Итоговый контроль проводился по завершении изучения четырех коммуникативных модулей в конце учебного года для итоговой аттестации студентов по дисциплине "Иностранный язык" в форме зачета. Он представлял собой комплексный тест учебных достижений, состоящий из заданий трех уровней сложности: элементарного, промежуточного и среднего, для последующей дифференциации испытуемых по уровням владения иностранным языком. Максимальное количество баллов, которое мог получить студент за выполнение всех заданий теста, составляло 100 баллов.

По результатам итогового контроля средний балл составил 60,3. Средние показатели выполнения комплексного теста учебных достижений итогового контроля № 1 по разделам теста составили:

- ЧТЕНИЕ – 15,8 БАЛЛА (78,9 %) ИЗ 20 ВОЗМОЖНЫХ;
- ЛЕКСИКА И ГРАММАТИКА – 11,1 (55,8 %) ИЗ 20 ВОЗМОЖНЫХ;
- аудирование – 12,2 балла (60,9 %) из 20 возможных;
- говорение – 14,4 (71,8 %) из 20 возможных;
- продуктивное письмо – 10,9 (54,8 %) из 20 возможных.

Сравнение данных показателей с показателями входного тестирования указывает на существенное улучшение результатов – в среднем в два раза. 25 студентов элементарного уровня были переведены на уровень выше. Вместе с тем, общий показатель в 60,3 % свидетельствует о том, что вопрос качества языковой подготовки требует приложения усилий как со стороны обучаемых, так и обучающихся.

Кафедра "Иностранные языки"

Секция 11

ИННОВАЦИОННО-ОРИЕНТИРОВАННОЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЕ ОБРАЗОВАНИЕ. ИНЖЕНЕРНАЯ ПЕДАГОГИКА

УДК 378.14

Н.П. Пучков, А.И. Попов, А.В. Авдеева

К ВОПРОСУ РАЗВИТИЯ ТВОРЧЕСКИХ СПОСОБНОСТЕЙ СПЕЦИАЛИСТА ИННОВАЦИОННОЙ СФЕРЫ

Одним из приоритетных направлений в образовательной политике РФ является обеспечение формирования и развития интеллектуального потенциала общества, во главе которого будут находиться лидеры с высоко развитыми интеллектуально-духовными, профессиональными и творческими способностями, готовые к проявлению креативности лично и формирующие творческую атмосферу в руководимом коллективе.

Формирование профессиональных творческих компетенций специалиста предполагает его целенаправленное развитие на основе личностного подхода с учетом неповторимой человеческой индивидуальности, обеспечение профессионального роста и выхода на креативный уровень интеллектуальной активности через построение такого образовательного процесса, в условиях которого максимально используются и развиваются природные способности обучающегося, и, прежде всего, интеллектуальные и креативные. Креативность рассматривается нами как качественная характеристика личности, определяющая производственную инновационную деятельность во всем многообразии видов и направлений, и формируемая в процессе воспитания.

Повышение эффективности развития творческих способностей специалистов инновационной сферы возможно при учете особенностей проявления творческих качеств высококреативных участников и создание условий для их полной реализации, поскольку степень актуализации креативного потенциала обучающихся со средними показателями в основном зависит от внешних условий организации творческого процесса и характера межличностных отношений в группе. Суть деятельности преподавателя заключается в такой организации профессионально направленной творческой и учебно-воспитательной работы, которая позволит, прежде всего, увидеть в обычных, "средних" обучающихся творческие личности, выделить их наиболее развитые способности и создать режим наибольшего благоприятствования, т.е. не только не мешать повышению внутренних резервов, но и способствовать выявлению специфики креативного потенциала личности с помощью включения в различные виды профессионально и социально ориентированной деятельности.

Целью проектируемого нами образовательного процесса является развитие личностного творческого потенциала человека, воспитание его способностей к креативному адекватному поведению в неизвестных заранее, порою экстремальных, предметных и социальных ситуациях, а содержанием – все то, что обеспечивает достижение этой цели. Достижение указанной цели предусматривает: создание комплекса диагностических методик, направленных на измерение уровня творческого развития личности; определение дидактических условий развития креативности на основе личностного подхода; разработку технологии развития креативности обучающихся по техническим специальностям.

На формирование креативности и динамику личностной, профессиональной и духовной зрелости студента в вузе, прежде всего, влияют, по нашему мнению, педагогические факторы (широкая мотивирующая креативная среда, индивидуально направленная система обучения), с которыми тесно взаимодействуют социальные (общественное признание инновационной деятельности в обществе, социальные тенденции учебного и трудового коллектива) и психологические (креативный уровень интеллектуальной активности, лидерские качества, готовность к совместной творческой деятельности, адекватная самооценка, самоорганизация творческой деятельности). Развитие креативности определяется индивидуальной спецификой потребностей личности, психофизиологической особенностью задатков, прикладной направленностью способностей и социально-личностной стимуляцией, и существует необходимость оптимизации общественных условий, детерминирующих поведение личности, и социально-педагогических механизмов формирования творческих компетенций, важнейшим из которых, на наш взгляд, является ближайшее социальное окружение человека (микросреда), где в процессе целенаправленного воспитания и совместной творческо-познавательной деятельности происходит действенная выработка программ творческого поведения человека, формирующих человека как креативную личность и специалиста. Создание мотивирующей креативной среды, ориентированной на становление личности через поддержание процесса саморазвития личности и формирование в ней механизмов самореализации, адаптации, саморегуляции в процессе самостоятельной работы при подготовке специалиста инновационной сферы будет определяющим фактором.

В основе организации креативной среды должен быть, на наш взгляд, принцип синергетизма, когда образовательная среда и обучающийся представлены как взаимодействующие саморазвивающиеся системы. Креативная среда обеспечивает психологическую саморегуляцию личности обучающегося и позволяет преодолевать ее профессиональные деформации, не позволяет студентам "психологически выгореть" за счет эмоционального и умственного истощения, обеспечивает "личностную выносливость", позволяющую человеку быть высокоактивным каждый день, осуществлять контроль за жизненными ситуациями и гибко реагировать на различного рода изменения.

Одной из наиболее эффективных форм креативной среды будет, по нашему мнению, креативная олимпиадная среда, где совместный поиск личностно-значимых знаний, определение своего места в системе конкурентной борьбы подчинены главному – раскрытию и развитию внутреннего потенциала личности, что открывает совершенно новые возможности для развития творческих компетенций специалиста во всей их глубине и многогранности. В контексте нашего исследования креативная олимпиадная среда – многомерная индивидуализированная самоорганизующаяся целостность, особым образом организованное социокультурное и педагогическое пространство, предоставляющее обучающимся максимальный выбор профессионально-творческих траекторий для саморазвития на основе специфических межличностных отношений в рамках олимпиадной микрогруппы, обеспечивающие взаимообогащение студентов во время совместной творческой деятельности и предназначенная для создания условий, благоприятствующих как развитию творческих способностей студентов, так и их профессиональных компетенций. Отличительными особенностями обучения в условиях креативной олимпиадной среды являются отсутствие жестких временных рамок, позволяющее студенту двигаться вперед в соответствии со своими способностями; сочетание направленного обучения и самообразования. Реализация личностного подхода в креативной олимпиадной среде способствует выявлению и раскрытию способностей студента, осуществлению личностно-значимых и общественно приемлемых способов саморазвития, самореализации и самоутверждения.

При проектировании креативной олимпиадной среды мы основывались на том, что социальная микросреда в виде олимпиадной микрогруппы, обладающая свойствами нерегламентированности, предметно-информационной обогащенности, представленности образцов креативного поведения, оказывает формирующее воздействие на поведенческий и мотивационный компонент креативности. Личностно значимый характер деятельности участников олимпиадной микрогруппы сопровождается свободным выбором деятельности, индивидуальными особенностями таланта и мотивом удовольствия, что является важнейшим условием успешной профессиональной самореализации студентов. Основываясь на том, что подструктура от-

ношений в учебной деятельности оказывает значительное влияние на познавательную деятельность, формирование профессиональных компетенций и развитие креативности личности, мы считаем, что существенно повысить эффективность творческой деятельности в рамках олимпиадных микрогрупп возможно посредством установления отношений творческого сотрудничества между преподавателем и студентом и создания благоприятного психологического климата в учебном коллективе. Учитывая, что "сходство личностных особенностей участников совместной интеллектуальной деятельности взаимосвязано с повышением уровня интеллекта и креативности" (Воронин А.Н.), особое внимание мы уделяем отбору учащихся, включению в олимпиадные микрогруппы обучающихся со сходными личными особенностями.

Креативная олимпиадная среда с большой вероятностью может стать для ее участников психологически безопасной, так как имеет личностную значимость для включенных в нее субъектов и созданная по их инициативе. В то же время психологическое насилие, свойственное любой конкурентной деятельности, например, участию в олимпиаде, компенсируется эмоционально-личностными и коммуникативными характеристиками ее субъектов.

Для использования возможностей креативной олимпиадной среды в процессе обеспечения качества подготовки специалистов и формирования их творческих компетенций в университете создан Центр студенческого олимпиадного движения (ЦСОД), функционирующий как целостная система по трем основным направлениям: научному, прикладному, практическому. Реализация в его деятельности разработанных подходов к развитию творческих способностей специалистов инновационной сферы позволила действующей в ТГТУ системе обеспечения качества профессионального образования повысить свою эффективность, выразившуюся в том, что у обучающихся формируется интегральная структура знаний и иерархические уровни их профессиональной востребованности, установка на творческое саморазвитие, способности раскрываются в психологически комфортной обстановке и закрепляется психологическая устойчивость к стрессовым факторам при проведении олимпиад, обретается уверенность в себе и совершенствуются коммуникативные навыки, формируется профессиональный стиль мышления и навыки коллективной деятельности, и это приводит к повышению удовлетворенности заказчиков и потребителей качеством профессиональной подготовки, личностные достижения обучающихся увеличивают результативность инновационной деятельности и внешнюю оценку деятельности вуза. Обучающийся расширяет диапазон имеющихся творческих способностей и существенно приближается к верхней границе этого диапазона и тем самым повышает "коэффициент полезного действия творческих способностей" своей личности при реализации инновационных проектов.

*Кафедры "Высшая математика",
"Техника и технология машиностроительных производств"*

УДК 378.147:338,467

А.Л. Денисова, Н.В. Молоткова, А.М. Рубанов

КОНЦЕПТУАЛЬНЫЕ ОСНОВЫ ФОРМИРОВАНИЯ И РАЗВИТИЯ ИННОВАЦИОННОГО ПОТЕНЦИАЛА ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ОРГАНИЗАЦИИ

Современный этап общественно-экономического развития России характеризуется сосуществованием преобладающей сырьевой экономики с элементами возрождающегося индустриализма и нарождающегося постиндустриализма. На этом переходном этапе экономики от сырьевой ориентации к постиндустриальному обществу в результате научно-технической революции и существенного роста доходов населения приоритет переходит от преимущественного производства товаров к производству услуг. Доминирующими производственными ресурсами выступают информация и знания, а главной движущей силой экономики – научные разработки и кадры. Наиболее ценными качествами работника становятся не только уровень его образования, профессионализм, но и обучаемость и креативность, которые проявляются в способности к непрерывному профессиональному росту, стремлению к овладению новыми технологиями решения профессиональных задач. В этой ситуации значительная роль в развитии кадрового потенциала отводится системе высшего и дополнительного профессионального образования (ДПО).

Изучение российской образовательной практики позволило выделить противоречия между современными требованиями рынка труда к уровню профессиональной компетентности специалистов с учетом прогнозов социально-экономического развития и изменений профессиональной сферы деятельности, и ограниченностью возможностей их удовлетворения на основе традиционных подходов к организации непрерывного профессионального образования. Это актуализирует проблему построения перспективно-оптимальных систем профессиональной подготовки, переподготовки и повышения квалификации, способных динамично реагировать на условия внешней среды и отвечающих требованиям к качеству образовательных услуг.

В России успела сложиться определенная система дополнительного профессионального образования, которая институционально реализуется, как правило, в рамках деятельности обособленных учреждений и подразделений ДПО в составе вузов. Поскольку традиционно именно высшие учебные заведения рассматриваются как организации, способные производить новое знание, выполняя миссию формирования кадрового потенциала экономики страны, подтвердили результативность своей работы специализированные центры повышения квалификации и профессиональной переподготовки специалистов, выступающие структурными подразделениями вузов.

Несмотря на активизацию инновационных процессов в системе профессионального образования, отмечается отсутствие механизмов обеспечения их согласованного и положительного воздействия на качество услуг дополнительного профессионального образования. Важнейшую роль в решении названных проблем играет инновационный потенциал образовательной организации.

В данном контексте рассмотрена система деятельности межотраслевого регионального центра повышения квалификации и профессиональной переподготовки специалистов, действующего на базе технического университета (рис. 1), и выделены теоретические положения, определяющие основы формирования и развития инновационного потенциала образовательной организации, возведенные в исследовании в ранг концептуальных принципов.



Рис. 1. Структурная основа формирования инновационного потенциала образовательной организации (на примере межотраслевого регионального центра повышения квалификации и профессиональной переподготовки специалистов)

К ним отнесены принципы системности, диверсификации, синергии, непрерывных инноваций с позиций управления качеством образовательных услуг, формирования портфеля услуг и оптимального управления им на основе методов стратегического анализа и проектного менеджмента.

Иновационный потенциал как совокупность различных видов ресурсов, необходимых для осуществления иновационной деятельности, направленной на коммерциализацию накопленных знаний, технологий и оборудования, выступает базисом создания новых или совершенствования существующих образовательных услуг, придавая им новые качества.

Можно сделать вывод, что уровень понимания преобладающих тенденций социально-экономического развития региона, адаптивность образовательных программ к текущим и перспективным потребностям рынка труда, способность обеспечить высокую результативность обучения с точки зрения временных и финансовых затрат, высокие скорость и качество взаимодействия со всеми субъектами, заинтересованными в реализации услуг дополнительного профессионального образования, имеет определяющее значение как для проектирования контекста и состава образовательной услуги, так и для упрочения конкурентной позиции вуза на региональном рынке образовательных услуг.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бутко, Е. Высшее образование формирует элиту нации. URL: <http://www.ug.ru/issues/?action=topic&toid=2051> (2007. 11 мар.).
2. Павлова, И.П. Концептуальные подходы к понятию "инновации" / И.П. Павлова, Я.О. Хартукова // Научный и общественно-информационный журнал. Известия МАНВШ. 2006. – № 3 (37).

Межотраслевой региональный центр повышения квалификации и профессиональной переподготовки специалистов, кафедра "Технология и организация коммерческой деятельности"

УДК 514.18+004.92

С.И. Лазарев, М.А. Кузнецов, П.А. Острожков

РЕАЛИЗАЦИЯ ИНТЕРАКТИВНЫХ МЕТОДОВ ДИСТАНЦИОННОГО ИЗУЧЕНИЯ ГРАФИЧЕСКИХ ДИСЦИПЛИН

Глобальные процессы информатизации и технологизации, протекающие во всех сферах общества, способствуют, с одной стороны, усложнению производства и связанных с ним производственных отношений. С другой стороны, бурный рост научного знания приводит к появлению новых направлений и предметных областей в традиционной системе подготовки будущих специалистов. В настоящее время перед системой информационно-технологического образования стоит ряд задач:

- переосмысление целей и содержания обучения и их коррекция в соответствии с требованиями социального заказа, поиска путей их реализации на всех этапах непрерывного информационно-технологического образования;
- разработки критериев эффективности информационно-технологической подготовки выпускников учебных заведений всех уровней жизни к труду в современном мире [1].

Современная гуманистическая парадигма образования определяет его личностную ориентацию. В частности, одним из основных направлений развития высшего образования признается "обеспечение условий для развития личности и творческих способностей студентов, индивидуализации форм, методов и систем обучения, в том числе на основе вариативных профессиональных образовательных программ высшего и послевузовского профессионального образования" [2].

Их применение позволит обеспечить повышение качества высшего профессионального образования, уровня подготовки специалистов, конкурентоспособности выпускников высших учебных заведений на рынке труда. Эти задачи особенно актуальны в современном российском обществе.

Престиж высшего или среднего профессионального образования в настоящее время достаточно высок. Без глубоких знаний, полученных в колледже или вузе, сложно найти высокооплачиваемую и интересную работу. Дополнительно каждого человека интересует профессиональный рост и возможность занять достойное место в обществе. Большинство желающих учиться хотели бы сочетать производственную деятельность и обучение, не выезжая за пределы своего города или населенного пункта, т.е. совместить производственную деятельность, профессиональный рост с привычным комфортом жизни.

Современное состояние систем образования в мире не отвечает возрастающим потребностям бурно развивающегося общества. Дистанционное образование является ответом на этот вызов, так как в своих лучших образцах опирается на современные достижения

педагогических технологий, новые знания в области социологии и психологии человека, которые собственно и порождают, и отслеживают изменения в обществе в целом.

Оценка потребностей российского общества в области образования показывает, что в последние годы наметилась четкая тенденция в увеличении спроса населения на получение непрерывного образования и профессиональной переподготовке.

Сложившаяся ситуация объясняет своевременность постановки таких образовательных целей, как индивидуализация обучения студентов технических вузов и, как следствие, повышение качества их образования. Дополняя эти цели обучения для студентов-первокурсников, можно утверждать, что в первую очередь необходимо развивать их познавательную самостоятельность, формировать умения самообразования. Достижение этих целей имеет большое значение при изучении студентами общепрофессиональных дисциплин, в том числе и дисциплин графического цикла.

В отличие от традиционно применяемых форм и методов организации учебного процесса дистанционное обучение позволяет построить фактически для каждого обучающегося индивидуальную траекторию образования, пройти ее, обращаясь к созданной информационной среде, удовлетворить свои личные потребности в образовательных услугах в том режиме, в котором это ему удобно и эффективно.

В теоретико-методологическом плане интерактивность ведения учебного процесса стало рассматриваться как цель, к которой следует стремиться при разработке технологий и концепций обучения. Становление и развитие методов интерактивного обучения протекало в основном через педагогическую практику, по пути совместного использования групповой динамики, формирования социальных и поведенческих навыков в сочетании с широким применением управленческих и имитационных игр.

Теоретической основой таких общеинженерных дисциплин, как инженерная графика, техническое и строительное черчение, основы геометрического моделирования является начертательная геометрия. Начертательная геометрия как наука, развивающая навыки пространственного воображения и логического мышления, очень интересна еще и в плане изучения опыта использования компьютерных дистанционных обучающих технологий.

На основе новых информационных технологий создается виртуальная среда обучения, в которой компьютер выступает не только как средство обучения, но и как метод обучения и управление учебной деятельностью.

Современное поколение студентов в основной своей массе, характеризуются высокой степенью развитости при восприятии информации, и использовании средств предоставления ее в визуальном интерактивном виде. Это предполагает изменение методов и технологий обучения на всех ступенях, повышение веса тех из них, которые формируют практические навыки анализа информации, самообучения, стимулируют самостоятельную работу, формируют опыт ответственного выбора и самоорганизации [3]. Однако правильное планирование своего учебного процесса является сложной и непривычной задачей для студента первого курса, вчерашнего школьника.

Основная сложность при практическом изучении курса начертательной геометрии заключается в разобщенности текстового и визуально-образного рядов всех традиционных учебников и пособий. Те же проблемы возникают и при лекционном изучении курса. Вначале излагаются теоретические основы темы, а затем выполняется демонстрационный рисунок. При этом обучаемый не участвует в самом процессе создания визуального образа объекта.

Положение усугубляется в условиях тенденции сокращения количества лекционных часов и увеличения доли самостоятельной работы в учебных планах. По существу очная форма обучения становится дистанционной.

С целью минимизации отмеченных несоответствий авторами создано электронное учебное пособие "Руководство по выполнению графических работ. *Дисциплина: Начертательная геометрия*".

Электронное пособие реализует психолого-педагогический постулат о том, что в основе теории планомерного формирования умственных действий лежит составление схемы ориентировочной основы действия, создание системы ориентиров и указаний, получение сведений обо всех компонентах действия [4].

Пособие имеет традиционную (т.е. соответствующую классическим учебникам) структуру, создано на базе программы Microsoft Power Point (прикладная программа MS Office версии 2003 г.), что не требует от обучаемого хорошего знания компьютера и позволяет использовать данное пособие, начиная с первого семестра до изучения курсов информатики.

Пользование учебным пособием заключается в последовательном просмотре слайдов. Демонстрация слайда начинается с появления текстового алгоритма выполняемой геометрической манипуляции. После некоторой временной задержки начинается анимационная визуализация алгоритма решения задачи на плоскостях проекций.

Кроме самостоятельной работы студентов в представленном виде пособие может использоваться в лекционных занятиях, что, в свою очередь, повышает качество передачи визуальной информации и доступность обучения. Учебный материал проецируется с помощью видеопроектора на большой экран или предоставляется на дисплее компьютера. Использование анимированных фрагментов позволяет заострить внимание студентов на основные положения изучаемой темы. Сочетание традиционных методов и компьютерных технологий способствует глубокому восприятию учебного материала и произвольному запоминанию лекции, а также значительно экономит учебное аудиторное время за счет сокращения объема вычерчивания чертежей на доске.

Использование пособия при проведении занятий кафедрой в течение 2006–2007 учебного года позволило среди прочего значительно повысить ее рейтинг среди кафедр общеинженерного профиля (первое место).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Горнева, Е.А. Преемственность в системе непрерывного информационно-технологического образования / Е.А. Горнева // Новые педагогические исследования. Приложение к журналу профессиональное образование. – М., 2007. – № 1. – С. 43 – 46.
2. Концепция информатизация сферы образования Российской Федерации // Бюллетень. Проблемы информатизации высшей школы. – М., 1998. – № 3-4 (13-14). – С. 188.
3. Стратегия модернизации содержания общего образования : материалы для разработки документов по обновлению общего образования. – М. : Просвещение, 2001. – С. 41.
4. Байденко, В.М. Стандарты в непрерывном образовании: концептуальные, теоретические и методологические проблемы / В.М. Байденко. – М. : Исследовательский центр проблем качества педагогики специалистов, 1999. – 296 с.

Кафедра "Прикладная геометрия и компьютерная графика"

УДК 371.214.46

А.Д. Нахман

ПРОПЕДЕВТИКА ОСНОВНЫХ ПОНЯТИЙ ТЕОРИИ РЯДОВ В КУРСЕ МАТЕМАТИКИ

1. Основные положения теории числовых и функциональных рядов являются важной составляющей математической подготовки студентов инженерных и других специальностей. Вопросы сходимости и суммируемости рядов, представления функций рядами остаются актуальными в современной математической науке ее приложениях (см. например работу [1] и библиографию в ней) находят применения в таких учебных курсах как дифференциальные уравнения, комплексный анализ, теория вероятностей, вычислительная математика и др. Однако в процессе обучения студентов соответствующей теории и практике рядов обнаруживаются *проблемы и противоречия*, центральными из которых являются, на наш взгляд, следующие:

- проблемы определения роли и места указанного блока содержания в курсе математики, реализации компетентностного подхода при изучении рядов и (вытекающая из двух указанных) проблема четкого определения целевого, содержательного, процессуального, результативно-диагностического и организационного компонентов подготовки;
- противоречие между современными взглядами на ряды как аппарат приближения функций и устаревшими, но традиционно используемыми (представленными в частности, в учебной литературе) концепциями и идеями изложения;
- противоречия между объемом минимально-необходимого математического материала и тем реальным количеством учебных часов, которое может быть отведено на его изучение.

В исследовании, часть которого анонсируется в настоящем сообщении, анализируются возможные пути преодоления указанных противоречий и решения вышеперечисленных проблем.

2. *Актуальность* исследования подтверждается анализом типичных ошибок и затруднений многих учащихся, таких как незнание (непонимание) отличительных признаков изучаемых объектов (ряда и его частичной суммы), формальный (без должного понимания) подход при воспроизведении формулировок основных понятий, использование необходимого признака сходимости в качестве достаточного, неумение выбрать соответствующий достаточный признак сходимости для исследования поведения данного ряда и др. Ряды представляются большинству учащихся чисто абстрактными, необычными объектами, не имеющими никакой прикладной значимости. Даже у лучших студентов возникают недоумения, например: "почему мы исследуем вопрос о сходимости ряда, а не ищем значение суммы?", "почему признаков сходимости так много?", "зачем такие простые функции, как, например, $1 / (1 + x)$ надо раскладывать в бесконечную сумму (по степеням x)" и т.п.

Одну из причин затруднений на начальном этапе изучения мы видим в том, что целью решения задач является получение *качественной*, а не *количественной* характеристики объекта ("ряд сходится/расходится" вместо привычного ответа в виде числа, интервала, функции). Мы считаем, что "путанные" представления об объекте во многом могут быть объяснены многозначностью самого термина "ряд": "ряд чисел" (конечный упорядоченный набор), "ряд распределения" случайной величины, "вариационный ряд", иногда употребляемый в инженерной практике термин "конечный ряд" (конечная сумма) и т.п.

3. Преодолению указанных и других трудностей, профилактике типичных ошибок способствовала бы *пропедевтика основных понятий* путем выделения линии последовательностей и рядов во всем предшествующем (изучению числовых и функциональных рядов) математическом материале. Материал теории последовательностей и рядов может служить примером *наполнения конкретным содержанием* и других *компонентов методической модели курса* математики, таких как мотивация, обучение студентов математическому моделированию, реализации внутрипредметных и межпредметных связей; алгоритмическая линия (алгоритмы решения, формулируемые для определенных классов задач: на исследование сходимости, на приближенные вычисления значений функций интегралов и др.).

В силу ограниченности объема настоящего сообщения рассмотрим здесь только вопросы пропедевтики.

Нам представляется, что *соответствующая работа может быть начата еще в школьном курсе математики* (профильный уровень). "Возвращение" в образовательный стандарт определения предела последовательности, вопроса о суммировании бесконечно убывающей геометрической прогрессии, и вновь вводимая вероятностно-статистическая линия создают объективные предпосылки для такой пропедевтической деятельности; ее *содержательный компонент*, по нашему мнению, может быть выстроен следующим образом.

Прежде всего следует выделить цепочку уже имеющихся в школьном курсе математики понятий/операций, конечным звеном которой и является понятие ряда как суммы членов бесконечной последовательности. Здесь можно назвать, как минимум, следующее: упорядоченные наборы чисел, построенные на основании некоторой закономерности (такие "ряды" чисел рассматриваются уже начальной школе), набор вариант и набор соответствующих им частот в задачах статистики, суммы многих слагаемых (поиск среднего арифметического чисел, поиск выборочных средних), произведения многих множителей (факториалы – в задачах комбинаторики), понятие числовой последовательности как функции натурального аргумента, прогрессии, конечные суммы прогрессий, бесконечно убывающая прогрессия. Новые для школьников виды последовательностей, бесконечных "в обе стороны" возникают при записи множества всех решений тригонометрических уравнений, задача отбора корней приводит к выделению подпоследовательностей с определенными характеристиками. Указанный обзор этапов развития в курсе понятия последовательности и связанных с нею операций будет полезным при введении понятия *бесконечной суммы* (термин, который, с нашей точки зрения, на начальном этапе предпочтительнее, нежели "числовой ряд").

Задачей, приводящей к бесконечной сумме, может служить модель известного процесса: путник, делает шаг, затем полшага, треть шага и т.д. Ответ на вопрос, как далеко он уйдет, заложен в поведении гармонического ряда – его расходимости. Именно здесь естественным образом и возникает рассмотрение предела вида

$$\lim_{n \rightarrow \infty} \left(1 + \frac{1}{2} + \frac{1}{3} + \dots + \frac{1}{n} \right).$$

Указанная идея "разворачивания" конечной суммы в бесконечную при неограниченном росте числа слагаемых и лежит в основе определения бесконечной суммы в общем случае:

$$\sum_{n=1}^{\infty} a_n = \lim_{n \rightarrow \infty} (a_1 + a_2 + \dots + a_n).$$

Теперь вводятся понятия "числовой ряд" (как синоним понятия бесконечной суммы) и сходимость/расходимость ряда. Примерами расходящихся рядов могут служить как гармонический ряд, так и сумма любой бесконечной арифметической прогрессии. Возможно обсуждение (без проведения доказательств) поведения обобщенного гармонического ряда.

Формулировка и доказательство необходимого признака сходимости ряда способствуют, с нашей точки зрения, лучшему пониманию вводимых понятий. Здесь же (что согласуется с технологией укрупненных дидактических единиц) вводится достаточный признак расходимости ряда, который дает возможность проанализировать все случаи поведения суммы бесконечной геометрической прогрессии (а не только бесконечно-убывающей).

Формулу суммы бесконечно-убывающей геометрической прогрессии целесообразно использовать далее при решении задач повышенного и высокого уровней сложности. Именно на них могут быть отработаны навыки математического ("внутриматематического") моделирования.

Полезными, с точки зрения компетентностного подхода, являются следующие соображения, на которые следует обратить внимание учащихся: для числовых рядов вопрос сходимости имеет первостепенное значение, поскольку, установив факт сходимости, мы вправе приближенно вычислить сумму ряда, выбирая в качестве аппроксимаций отрезки ряда достаточно большой длины. Здесь (без доказательства) можно привести признак Лейбница сходимости знакопеременяющихся рядов и предложить примеры на вычисление суммы с наперед заданной точностью.

Наконец, следует ознакомить учащихся с идеей обобщенного суммирования на примере последовательности средних арифметических частичных сумм, что отвечает современным взглядам (см. [1]) на конструирование сходящихся процессов на основе даже расходящихся рядов.

Предлагаемая пропедевтика основных понятий и фактов теории рядов, как нам представляется, может существенным образом послужить обеспечению преемственности и системности обучения математике.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Нахман, А.Д. Предельное поведение обобщенных сумм Валле-Пуссена кратных рядов Фурье / А.Д. Нахман // Известия вузов. Математика. – 2005. – № 9. – С. 38 – 51.

Кафедра "Прикладная математика и механика"

УДК 372.8

Н.П. Воскобойникова, Л.В. Галыгина, И.В. Галыгина

СОВРЕМЕННЫЕ ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ ТЕХНОЛОГИИ В РЕШЕНИИ ЗАДАЧ

За последние десятилетия в психологии, педагогике, теории и методике обучения разным дисциплинам были проведены исследования по различным проблемам теории задач. Сформулированы проблемы постановки, структуры и типологии задач, поиска их решения, введены и проанализированы такие понятия, как сложность и трудность задачи. Накоплен определенный опыт, связанный с формированием общего приема учебной деятельности при решении задач, исследованы умения и приемы деятельности при решении нестандартных, творческих, проблемных задач.

Доказано, что решение задач играет важную роль при формировании системы ведущих знаний и способов деятельности, является основной формой учебной работы обучающихся в процессе изучения различных дисциплин и способствует развитию их мышления.

Сущность понятия "задача" состоит в том, что задача как сложный объект имеет следующие компоненты: условие определенного вида, алгоритм решения, уровень сложности, ответ (результат).

Переработка информации человеком играет существенную роль при понимании условий и сущности задачи. Опираясь на теорию слойно-ступенчатой модели переработки информации человеком, согласно которой выделены три основных слоя (уровня) этого отражения: 1) сенсорно-перцептивные процессы (восприятие); 2) представления; 3) речемыслительные процессы (понятийное мышление), можно сделать вывод о полноте и неполноте условия задачи и его видах. Условия задач могут быть представлены в трех видах: текстовом, табличном, графическом (логико-смысловая модель – ЛСМ, чертеж, график, схема, диаграмма, рисунок и т.д.).

Поскольку мышление человека по своему составу выступает как анализ в широком смысле этого слова, и основой познания объективных структур являются практические действия человека с предметами и идеальные действия с их образами (исследование), то эти компоненты раскрывают алгоритм решения задачи, стратегия которого зависит от типа мыслительной деятельности. Выделяют два типа мыслительной деятельности: аналитический (правополушарный) и синтетический (левополушарный). Аналитический тип мыслительной деятельности предполагает построение решения поэтапным выражением неизвестной величины через известные по условию задачи величины. При синтетическом типе мыслительной деятельности устанавливается зависимость известных величин с неизвестной и выстраивается цепочка перехода от известных величин к неизвестной.

Задачи имеют определенный уровень сложности. Сложность задачи является объективной характеристикой, независящей от субъекта в отличие от трудности задачи, представляющей собой совокупность субъективных факторов, отражающих особенности деятельности обучаемого.

Уровень сложности содержания задачи коррелирует с уровнем мыслительной деятельности обучаемого. Эвристический уровень предполагает поиск решения на творческом уровне. Проблемный – на продуктивном, а частично-поисковый – на репродуктивном и алгоритмическом.

Ответ является отражением правильного понимания сущности задачи и может быть представлен в разных формах.

Как показывает практика, большинство обучающихся испытывает трудности в решении задач, что является одной из главных проблем образовательного процесса.

Направления решения данной проблемы:

- формирование у обучаемых понятия о сущности задачи;
- применение способов решения задач, учитывающих тип мыслительной деятельности обучающихся, уровень знаний и умений на каждом этапе обучения;

- использование современных педагогических технологий.

Для реализации перечисленных направлений преподавателю целесообразно:

- решать задачи предварительно (до проведения занятий) с целью нахождения оптимального варианта решения для лево- и правополушарного типа мыслительной деятельности;
- продумывать методику разбора задачи (для решения задач нового типа) с показом образца решения с применением алгоритмов в виде ЛСМ; показывать несколько вариантов решения одной задачи;
- применять (при необходимости разрабатывать) дидактические материалы современных педагогических технологий решения задач: дидактической многомерной, взаимообмена заданиями (ВЗ), Ривина-Баженова (РБ) и др., обеспечивающих высокое качество обучения.

При решении задач дидактическая многомерная технология (ДМТ) используется на подготовительном, образовательном и творческом этапах образовательного процесса как педагогом, так и обучающимися с целью описания, анализа или порождения знаний и умений. Данная технология реализуется в четырех дидактических блоках образовательного процесса: 1) освоение нового типа задач; 2) выработка умений и навыков; 3) систематизация умений и навыков; 4) контроль.

ДМТ позволяет раскрывать знания на трех уровнях: сущность, особенное и единичное во всех видах деятельности (обучающая, подготовительная, творческая).

Использование таких педагогических технологий, как ВЗ и РБ интегрировано с ДМТ позволяет повысить эффективность обучения решению задач. Интеграция дидактической многомерной технологии с возможностями технологии РБ позволяет заменить текстовые условия задач их графическим представлением в виде ЛСМ.

Повышение эффективности в обучении решению задач в случае интеграции ДМТ с "ВЗ" достигается как за счет новых видов деятельности обучающихся, так и за счет возможностей технологии "ВЗ". Новыми видами деятельности являются:

- создание отдельных осей ЛСМ с узловыми точками, содержащими слова или формулы, раскрывающие ход решения задачи для лево- или правополушарного типа мыслительной деятельности;
- оформление решения задач в виде ЛСМ, представляющих собой алгоритм (формульный или знаково-символьный) для лево- или правополушарного типа мыслительной деятельности. Решая другие типы задач одной темы, обучающиеся с левополушарным и правополушарным типами мыслительной деятельности, могут добавлять в ЛСМ новые оси, отражающие соответствующие алгоритмы решения. В результате конструируются два вида ЛСМ, соответствующие разным типам мыслительной деятельности;

- работа с условием задач, заданных в виде ЛСМ. При этом оси ЛСМ на концах можно завершать разными фигурами: треугольник соответствует отметке "3", четырехугольник – "4", окружность – "5", что конкретизирует разноуровневость задач;

- перевод текстовых и табличных условий задач в логико-смысловые модели, что обеспечивает комфортность восприятия информации для обучающихся с правополушарным типом мыслительной деятельности;

- разработка алгоритмов решения типовых задач (формульных или знаково-символьных) в виде ЛСМ для лево- или правополушарного типа мыслительной деятельности для применения в дидактических блоках по обобщению и систематизации знаний и умений, контролю знаний и умений.

Формулирование условий задач на языке логико-смысловых моделей позволяет получить так называемые "полизадачи", которые обеспечивают организацию разноуровневого и многовариантного обучения на основе одной логико-смысловой модели, формализуя условия задач. При этом подходе снижаются затраты (материальные и временные) изготовления дидактических карточек, так как логико-смысловая модель может быть представлена на интерактивной доске, на экране при использовании мультимедийного проектора, обеспечивая работу всех обучающихся без раздаточного материала при проведении систематизации и контроля.

Многовариантность обуславливается возможностью использования различных сочетаний данных, расположенных на осях ЛСМ, и искомых величин. Особенностью ЛСМ для решения задач является концентрическое расположение взаимозависимых величин, т.е. i -я точка на оси задает условие i -й задачи, решение которой позволяет заполнить i -е точки на остальных осях.

В ЛСМ целесообразно задавать не менее трех осей. Одна из осей или несколько осей заполнены, т.е. на них приведены числовые значения величин. Другие оси "открыты", т.е. не имеют числовых значений указанных в названиях осей величин.

Пусть ЛСМ имеет восемь осей с тремя точками на каждой. Одна из осей содержит конкретные численные значения трех точек, например, первая ось, на шестой оси заданы величины, которые требуется найти. Таким образом, рассмотренная ЛСМ задает условия более двадцати задач. Численные значения могут располагаться на одной оси или на разных осях в раз-

ных комбинациях. Например, если задать численные значения точек на одной оси, тогда одному обучающемуся можно предложить провести расчеты по следующим исходным данным: известно значение первой точки на оси, найти значения первых точек для других осей. Второму обучающемуся задать вторую точку оси и найти значения вторых точек оставшихся осей и т.д. Таким образом, условия задач располагаются на "концентрических окружностях", мысленно построенных по i -м точкам осей. Если численные значения расположены на разных осях, то вариативность возрастает за счет комбинации условий с разных концентрических окружностей.

Обобщая вышеизложенное, можно сделать вывод, что деятельность преподавателя с применением современных технологий обучения ДМТ, ВЗ, РБ в решении задач – творческий процесс, включающий создание новых интеллектуальных продуктов таких, как "полизадачи", дидактические материалы соответствующих технологий, алгоритмы решений, способствует осуществлению компетентного подхода в обучении и реализации индивидуальной образовательной траектории.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Воскобойникова, Н.П. Методика Ривина-Баженова / Н.П. Воскобойникова // Химия в школе. – 1993. – № 2.
2. Воскобойникова, Н.П. Взаимообмен заданиями / Н.П. Воскобойникова // Химия в школе. – 1994. – № 1.
3. Галыгина, Л.В. Сущность дидактической многомерной технологии // Труды ТГТУ : сб. науч. ст. молодых ученых и студентов / Тамб. гос. техн. ун-т. – Тамбов, 2005. – Вып. 18. – С. 29 – 35.
4. Галыгина, Л.В. Алгоритм построения логико-смысловых моделей разных типов / Л.В. Галыгина, И.В. Галыгина, Н.П. Воскобойникова // Тенденции и инновации в школьном химическом образовании : сб. материалов междунар. науч.-метод. конф. 5–6 нояб. 2004 г. – Уфа, 2005. – Вып. 2. – С. 50 – 52.
5. Галыгина, И.В. Механизмы конструирования логико-смысловых моделей / И.В. Галыгина, Л.В. Галыгина // Инновации как механизм общественно-экономического возрождения России : сб. науч. ст. по материалам междунар. науч.-практ. конф. – Тамбов, 2005. – С. 13 – 20.
6. Галыгина, И.В. Методология построения логико-смысловых моделей / И.В. Галыгина // Труды ТГТУ : сб. науч. ст. молодых ученых и студентов / Тамб. гос. техн. ун-т. – Тамбов, 2005. – Вып. 18. – С. 24 – 29.

*Институт повышения квалификации работников образования,
кафедра "Бухгалтерский учет и аудит"*

Секция 12

ИССЛЕДОВАНИЯ В ОБЛАСТИ РАЗРАБОТКИ, СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ И ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ И ТЕХНОЛОГИЙ В АГРОПРОМЫШЛЕННОМ И АВТОТРАНСПОРТНОМ КОМПЛЕКСАХ

УДК 629.3.032

И.М. Курочкин, Д.Н. Коновалов

ОПТИМИЗАЦИЯ КОЛИЧЕСТВА ГРУНТОЗАЦЕПОВ КОЛЕСНОГО ДВИЖИТЕЛЯ

Перед сельским хозяйством стоит одна из задач – внедрение новых технологий, новой техники, совершенствование тракторов и сельскохозяйственных машин.

Одним из наиболее важных критериев при совершенствовании тракторов и сельскохозяйственных машин является определение вредного воздействия не только на почву, как среду, в которой произрастают сельскохозяйственные культуры, но и на состояние земельных ресурсов в целом.

Так при движении сельскохозяйственной техники по полю с низким коэффициентом сцепления (стерня, поле под посев) происходят интенсивные процессы колеобразования, как под действием массы трактора, так и за счет буксования. Это приводит к снижению производительности агрегата, переуплотнению и, как следствие, низкому плодородию почвы.

Для снижения буксования колесного движителя предлагается устройство с автоматическими выдвигаемыми грунтозацепами [1]. На базе мотоблока МБ-1 разработан колесный движитель с противобуксовочным устройством (рис. 1).

На кафедре МСХ ТГТУ проведены исследования по оптимизации конструктивно-режимных параметров колесного движителя с улучшенными эксплуатационными показателями [2].

Следующим этапом в исследовании являлось определение влияния количества автоматических выдвигаемых грунтозацепов на эксплуатационные показатели, оцениваемое через снижение буксования.

Методика проведения эксперимента была заключена в определении: влажности почвы [3]; твердости почвы [3]; буксования при разном количестве грунтозацепов.



а)

б)

Рис. 1. Экспериментальный образец:
а – противобуксовочное устройство; б – колесный движитель в сборе

Исследования проводили на черноземной почве среднесуглинистого механического состава, на участке длиной 200 м и шириной 20 м в Сампурском районе Тамбовской области.

Влажность почвы – показатель, характеризующий содержание влаги в почве; ее выражают в процентах от массы сухой почвы, объема почвы, полевой влагоемкости.

Для определения влажности почвы использовали весовой метод. Пробы почвы для определения влажности брали в полевых условиях специальным игольчатым буром, погружая его в почву на заданную глубину. Глубина погружения бура в почву определялась по меткам, нанесенным на внешнюю часть бура. Максимальная глубина погружения бура соответствует глубине пахотного слоя. Повернув 1-2 раза по часовой стрелке до заданной глубины, бур извлекали, и почву, находящуюся в его полости, помещали в предварительно взвешенный стаканчик, который быстро закрывали крышкой и взвешивали. Взвешивание производили на электрических весах (рис. 2, а) с точностью до 0,01 г, затем крышки открывали, стаканчики с почвой помещали в сушильный шкаф (рис. 2, б) и высушивали до постоянной массы при температуре 105 °С.

Первый раз почву взвешивали после 6-часовой сушки, для чего стаканчики с почвой щипцами извлекали из сушильного шкафа и охлаждали. Когда стаканчики остыли до комнатной температуры, их взвешивали и помещали в сушильный шкаф для контрольной сушки. Через 1-2 часа их вновь извлекали, охлаждали и взвешивали. Расхождения в массе при повторной сушке не должны превышать 0,05 г.

Когда устанавливалась постоянная масса, взвешивания прекращали, стаканчики освобождали от почвы, мыли и сушили.



Рис. 2. Приборы и оборудования для определения влажности почвы:
а – электрические весы; б – сушильный шкаф

Влажность почвы определяли по формуле

$$V_0 = \frac{B_1 - B_2}{B_2 - B} 100 \%,$$

где V_0 – искомая величина, %; B – масса алюминиевого стаканчика, г; B_1 – масса стаканчика с почвой до сушки, г; B_2 – масса стаканчика с сухой почвой, г.

Все записи сводили в таблицы, после чего обрабатывали.

Вторым этапом являлось определение твердости почвы.

Твердость – свойство почвы в естественном состоянии сопротивляться сжатию или расклиниванию. Твердость почвы оказывает механическое сопротивление развивающейся корневой системе растений, часто обуславливает снижение всхожести семян, влияет на водный, воздушный и тепловой режимы почвы, тяговые сопротивления почвообрабатывающих машин и орудий.

Для определения показателей сопротивления почвы смятию применяют приборы различных типов: ударного действия, со статической нагрузкой, с принудительным перемещением деформатора. Наиболее широкое распространение получили приборы с принудительным перемещением деформатора (рис. 3), т.е. с внедрением в почву металлического конуса с площадью основания 1 см² и углом при вершине $\gamma = 22...30^\circ$ – для твердых почв и с площадью основания 2 см² и углом $\gamma = 30^\circ$ – для рыхлых почв.

Твердомер состоит из неподвижной рамки 1, которая имеет относительно большую опорную поверхность и подвижного стержня 6 с наконечником 7 (рис. 3, а).

Подвижный стержень соединен с рукояткой 3 через пружину 2. При давлении на рукоятку пружина сжимается, значение деформации пружины через передаточный механизм 4 фиксируется пишущим устройством 5.

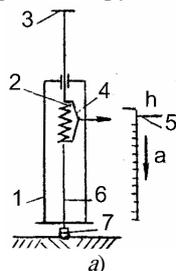


Рис. 3. Схема (а) общий вид (б) твердомера

Таким образом, прибор позволяет записывать значения деформации пружины в функции глубины погружения наконечника.

Зная жесткость пружины, по значению деформации определяем твердость почвы

$$P = hk / S,$$

где h – средняя ордината диаграммы твердости, см; k – жесткость (масштаб) пружины, Н/см; S – площадь поперечного сечения плун- жера, см².

Твердость почвы определялась с пятикратной повторностью на площадке 1 м² в нескольких точках.

Заключительным этапом эксперимента являлось оптимизация количества выдвинжных грунтозацепов.

Для движителя, оборудованного выдвинжными грунтозацепами, процесс буксования формируется за счет трех факторов: сжатия почвы, сдвига и среза почвы шинными зацепами. С уменьшением шага величина последнего фактора снижается и при шаге, равном длине контакта колеса с почвой, она практически стремится к нулю.

С уменьшением количества грунтозацепов период, когда первый зацеп вышел из зацепления, а второй во взаимодействие с почвой еще не вошел, увеличивается. В данный момент тягово-сцепные свойства колеса формируются только за счет шинных зацепов.

При количестве грунтозацепов выше допустимого значения во взаимодействии с почвой будет находиться одновременно несколько грунтозацепов. Следовательно, деформация и частичное разрушение почвы не произойдет. Касательная сила тяги определится за счет сдвига и среза почвенных "кирпичиков", зажатых между выдвинжными и шинными зацепами.

При силах сопротивления выше допустимого значения по всей длине контакта колеса произойдет разрушение структуры почвы выдвинжными грунтозацепами (режим полного буксования) [4].

Таким образом, теоретически было определено максимальное и минимальное количество грунтозацепов.

Затем экспериментальным путем при пахоте на почве с влажностью 35 % и твердостью 80 Н/см² определили оптимальное количество грунтозацепов для противобуксовочного устройства, устанавливаемого на мотоблок МБ-1 – равное четырем.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Пат. 2241607 РФ, МКИ 7В 60 В 15/10. Колесо / И.М. Курочкин, Д.Н. Коновалов ; Тамб. гос. техн. ун-т. – № 2002132995/11 ; заявл. 06.12.02 ; опубл. 10.12.04 ; Бюл. № 34.

2. Курочкин, И.М. Оптимизация конструктивно-режимных параметров колесного движителя с улучшенными эксплуатационными показателями / И.М. Курочкин, Д.Н. Коновалов // Вестник Тамбовского государственного технического университета. – Тамбов, 2005. – Т. 11. – № 3. – С. 722 – 730.

3. Доспехов, Б.А. Практикум по земледелию / Б.А. Доспехов, И.П. Васильев, А.М. Туликов. – М. : Агропромиздат, 1987. – 383 с.

4. Махмутов, М.М. Исследование условий функционирования колесных агрегатов и повышение их эффективности на сельскохозяйственных работах : дис. ... канд. тех. наук / М.М. Махмутов ; Казанск. гос. с/х академия. – Казань, 1995. – 185 с.

Кафедра "Механизация сельского хозяйства"

УДК 629.3

И.М. Курочкин, С.М. Ульянов

ВЛИЯНИЕ НАПРАВЛЕНИЯ ДЕЙСТВИЯ ТОЛКАЮЩЕГО УСИЛИЯ КОЛЕСНОГО ДВИЖИТЕЛЯ НА СООТНОШЕНИЕ СИЛЫ ТЯГИ И ВЕСА ТРАКТОРА

Проблема техногенного воздействия ходовых систем тракторов на репродуктивные свойства почвы характерна для всей мировой агроэкологической системы.

Попытка достичь большей производительности машинно-тракторных агрегатов приводит к необходимости увеличения мощности тракторов, а соответственно и их масс. Известно, что мощность существующих в мире сельскохозяйственных тракторов за последние 20-30 лет увеличилась более чем в 20 раз, а их массы возросли в полтора–два десятка раз.

Исследования показывают, что непрерывное воздействие ходовых систем (двигателей) современных энергонасыщенных тракторов на почву приводит к очень негативным изменениям в ее структуре и в конечном итоге к резкому снижению плодородия.

Меньшим вредным воздействием на почву обладают гусеничные движители тракторов. Однако, большая универсальность колесных тракторов при выполнении сельскохозяйственных работ заставляет исследователей искать пути снижения вредного воздействия на почву колесными движителями тракторов.

Как известно, эффективная работа тракторов в пределах допустимых значений буксования возможна лишь в том случае, когда сила сцепления трактора $F_{сц}$ с почвой больше касательной силы тяги P_k , т.е.

$$P_k \geq F_{сц} = \mu G_{тр},$$

где $G_{тр}$ – сила тяжести (вес) трактора, кН; μ – комплексный коэффициент сцепления с почвой.

Для большинства современных тракторов отношение между тяговым усилием $P_t (P_t^{max} = P_k)$ и силой тяжести G_t трактора не превышает 0,4...0,7, т.е. для достижения больших значений тягового усилия необходимо увеличивать массу трактора. Причем, как видно из рис. 1, сила сцепления $F_{сц}$ и касательная сила тяги P_k , как правило, взаимодействуют в горизонтальной плоскости, что приводит при увеличении силы сопротивления агрегата R_a к буксованию движителя и сдвигу верхних слоев почвы.

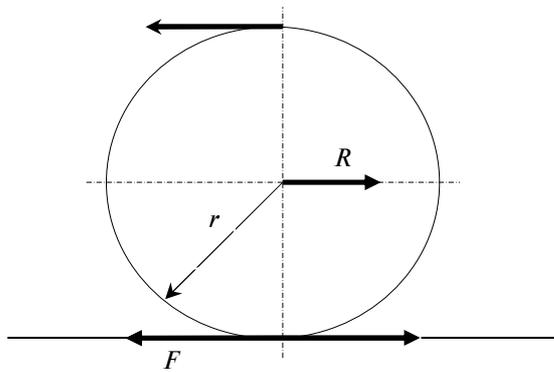


Рис. 1. Взаимодействие сил, действующих в колесном движителе [2]:

P_k – касательная сила тяги; $F_{сц}$ – сила сцепления с почвой; R_a – сопротивление рабочей машины; r_k – радиус колеса

Поиск путей снижения вредного воздействия движителей колесных тракторов на почву ведется как в направлении разработки агротехнических и технологических мероприятий (совмещения операций, совершенствования технологий возделывания и т.д.), так и в направлении разработки новых конструктивных решений.

В основном эти конструктивные решения сводятся к увеличению площади контакта колесных движителей с почвой (сдвоенные шины, уширение и увеличение диаметра колес, дополнительные мосты, применение полугусеничных ходов и т.д.), и к совмещению функций обеспечения движения и функций почвообработки в одном движителе.

Одним из перспективных направлений решения проблемы снижения вредного воздействия на почву является разработка движителей, конструкция которых обеспечивает изменение направления силы реакции почвы под углом α к направлению движения (причем угол α должен быть больше 0° , но меньше 90°) [1].

Для проверки эффективности такого конструктивного решения на кафедре МСХ ТГТУ были проведены исследования влияния угла установки толкающего элемента движителя на соотношение силы тяжести испытываемого движителя G_T и тягового усилия P_T (рис. 2).

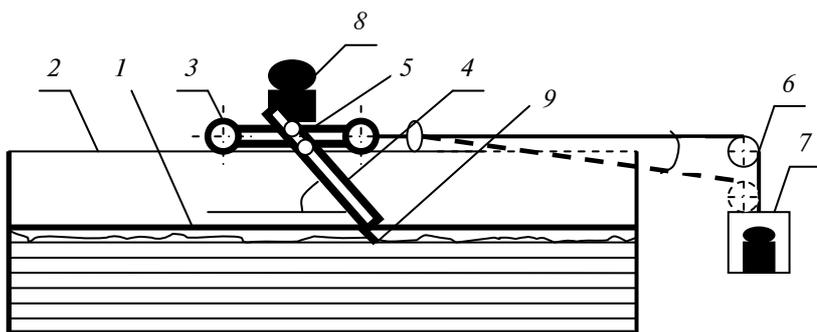


Рис. 2. Схема установки для исследования соотношения P_T / G_T :

1 – почвенный канал; 2 – направляющие полозья; 3 – тележка; 4 – толкающий элемент движителя; 5 – ось подвеса толкателя; 6 – опорный ролик; 7 – чаша с грузом P_T ; 8 – груз G_T ; 9 – пластина почвозацеп

Исследования проводились на черноземной почве влажностью $W = 23\%$ и плотностью $1,23 \text{ г/см}^3$.

Угол установки толкателя α менялся от 30° до 63° . Угол направления действия силы P_T (здесь предполагается, что $P_T = R_a$) изменяется от $\beta = 0^\circ$ до $\beta = 10^\circ$. Толкающий элемент движителя 4 (толкатель), свободно подвешенный одним своим концом к оси 5, имел разную длину для обеспечения различных углов установки. Программой исследований предусматривалось измерение соотношения P_T / G_T при двух вариантах установки толкателя – свободно подвешенного и жестко закрепленного (соответствующего обычному колесному движителю с обычным почвозацепом).

На рис. 3 представлена зависимость соотношения P_T / G_T от угла наклона толкателя α .

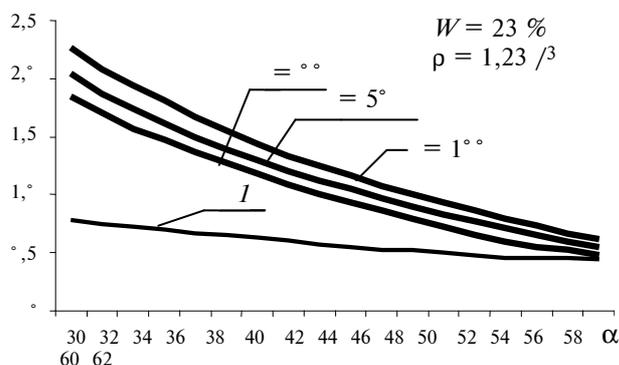


Рис. 3. Соотношение сил P_T и G_T в зависимости от углов установки толкателя движителя

Анализируя полученные результаты, следует отметить следующие: применяя движитель со свободно подвешенным и установленным под углом к направлению движения опорным элементом (толкателем) позволяет увеличить соотношение K_T тягового усилия и веса трактора при уменьшении угла α и увеличении угла β . Так например, изменение угла α от 30 до 63° при $\beta = 0^\circ$ приводит к увеличению соотношения K_T от 0,5 до 1,8. При этом увеличение угла β до 10° приводит к увеличению K_T от 0,63 до 2,25. Исследование при жестко закрепленном толкателе (линия 1 рис. 3) с различными углами установки показало, что соотношение K_T изменяется от 0,46 до 0,73 и соответствует колесному движителю с обычными почвозащепами.

Таким образом, результаты проведенных исследований подтверждают предположения о том, что применение конструкции движителя со свободно подвешенными под углом к направлению движения опорными элементами позволяет уменьшить сцепной вес тракторов при сохранении их заданных тяговых характеристиках.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Пат. 2265526 РФ, МПК В 60 В 15/26, 15/08. Колесный движитель / И.М. Курочкин [и др.] ; Тамб. гос. техн. ун-т. – № 2003118923 ; заявл. 23.06.03 ; опубл. 10.12.05 ; Бюл. № 34.
2. Смирнов, Г.А. Теория движения колесных машин / Г.А. Смирнов. – 2-е изд. – М. : Машиностроение, 1990.

Кафедра "Механизация сельского хозяйства"

УДК 631.363.2

А.В. Брусенков, С.М. Ведищев, А.В. Прохоров, А.А. Капачына

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ И КОНСТРУКТИВНЫХ ПАРАМЕТРОВ ЭЛЕМЕНТОВ ВТОРОЙ СТУПЕНИ ИЗМЕЛЬЧИТЕЛЯ

Предварительная подготовка кормов к скармливанию, такая как измельчение, смешивание, запаривание имеет немаловажное значение. Это позволяет повысить рациональное использование кормов и продуктивность животных, тем самым снизить себестоимость производимой продукции.

Измельчитель-клубнемойка, созданная на базе ИКМ-5, позволяет производить очистку и измельчение корнеклубнеплодов. Рабочий процесс данного измельчителя-корнеклубнемойки условно можно разделить на три стадии: очистка корнеплодов от грязи и механических примесей, предварительное измельчение, вторая ступень измельчения.

Производительность каждой ступени зависит от производительности предыдущей, т.е.

$$Q_1 \leq Q_2 \leq Q_3, \quad (1)$$

где Q_1 – производительность корнеклубнемойки, кг/с; Q_2 – производительность первой ступени измельчения, кг/с; Q_3 – производительность второй ступени измельчения, кг/с.

Производительность шнековой мойки определяется [2]:

$$Q_1 = 0,25\pi n_{ш} (D_{ш}^2 - d^2) s \rho \varphi, \quad (2)$$

где $n_{ш}$ – частота вращения шнека, s^{-1} ; $D_{ш}$ – наружный диаметр шнека, м; d – диаметр вала шнека, м; s – шаг шнека, м; ρ – плотность материала транспортируемого шнеком, $кг/м^3$; φ – коэффициент, учитывающий заполнение шнека и угол его наклона к горизонту.

Производительность предварительного измельчающего аппарата определяется согласно выражению (для дискового измельчителя) [2]:

$$Q_2 = n_2 \pi (R_1^2 - r_1^2) H z \rho k, \quad (3)$$

где n_2 – частота вращения ножей первой ступени измельчения, s^{-1} ; R_1 – радиус круга, описываемого внешним концом лезвия, м; r_1 – радиус круга, описываемого внутренним концом лезвия, м; H – максимальный линейный размер частиц после аппарата первичного резания; z – число ножей, шт.; k – коэффициент учитывающий использование ножей и пустоты между корнеклубнеплодами.

Предварительно корнеклубнеплоды измельчаются до размеров которые необходимы для нормальной работы второй ступени (рис. 1) измельчителя [1]:

$$H = \frac{D}{2} - \sqrt{r_B^2 - \left(\frac{D}{2} - r_B\right)^2} + 2r_B \left(\frac{D}{2} - r_B\right) \cos \alpha, \quad (4)$$

где D – диаметр рабочей камеры второй ступени измельчения, м; r_B – радиус вальца второй ступени измельчения, м; α – угол захвата, град.

С учетом выражения (1) выражение (4) примет вид

$$Q_2 = n_2 \pi (R^2 - r^2) \times \left(\frac{D}{2} - \sqrt{r_B^2 - \left(\frac{D}{2} - r_B\right)^2} + 2r_B \left(\frac{D}{2} - r_B\right) \cos \alpha \right) z \rho k. \quad (5)$$

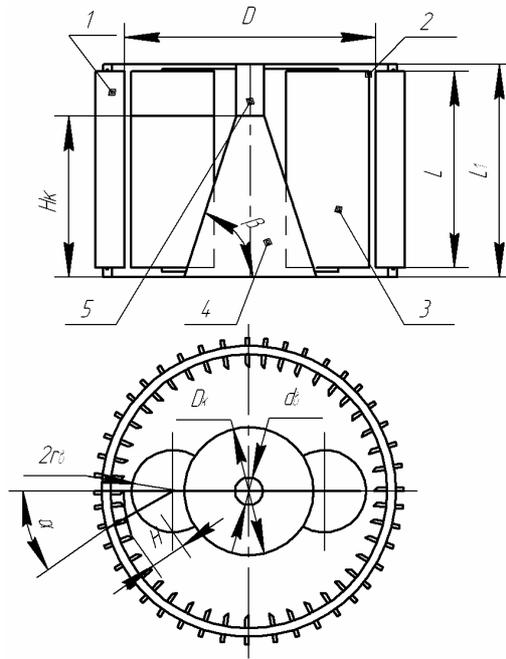


Рис. 1. Расчетная схема второй ступени измельчителя:

1 – нож; 2 – камера измельчения; 3 – валец; 4 – конус; 5 – приводной вал

Производительность второй ступени измельчителя будет определяться по выражению

$$Q_3 = mHL\nu\varphi_3, \quad (6)$$

где m – число валцов, шт.; L – длина ножей, м; ν – окружная скорость вальца, м/с; ρ – плотность измельчаемого продукта, кг/м³; φ_3 – коэффициент заполнения камеры измельчения.

Диаметр камеры измельчения будет находится из условия (1) и (3). Объем материала, поступивший на первичное измельчение, должен быть равен объему материала выходящего из аппарата предварительного измельчения:

$$0,25\pi n_{ш}(D_{ш}^2 - d^2) s\varphi = F_1 \nu_{ист}, \quad (7)$$

где $F_1 = \pi(R_1^2 - r_1^2)$ – площадь сечения через которую проходит измельчаемый материал на выходе из аппарата первичного измельчения, м; $\nu_{ист}$ – скорость материала на выходе из аппарата первичного резания, м/с.

Выразив из формулы (7) скорость материала, получаем

$$\nu_{ист} = \frac{0,25n_{ш}(D_{ш}^2 - d^2) s\varphi}{n_2(R_1^2 - r_1^2) Hzk}. \quad (8)$$

Учитывая, что вторая ступень измельчения может быть расположена на расстоянии $h \geq 0$ от аппарата первичного резания, скорость потока на входе в аппарат вторичного резания с учетом влияния силы тяжести без учета сопротивлений можно записать в виде

$$\nu_{ист}' = \frac{0,25n_{ш}(D_{ш}^2 - d^2) s\varphi}{n_2(R_1^2 - r_1^2) Hzk} + \sqrt{2gh}. \quad (9)$$

Объемная производительность аппарата предварительного измельчения должна быть меньше или равна пропускной способности загрузочной камеры второй ступени измельчения, т.е.

$$F_2 \nu_{ист}' \geq n_2 \pi (R_1^2 - r_1^2) Hz \rho k, \quad (10)$$

где $F_2 = 0,25\pi(D^2 - 2mr_B^2)$ – площадь загрузочной горловины второй ступени измельчения, м².

Подставив значения площади сечения загрузочной горловины, скорости материала на входе в аппарат вторичного резания и решив данное неравенство относительно диаметра загрузочной горловины, после упрощения получим

$$D \geq \sqrt{\frac{4n_2\pi(R_1^2 - r_1^2) Hz \rho k}{0,25n_{ш}(D_{ш}^2 - d^2) s\varphi + \pi(R_1^2 - r_1^2) \sqrt{2gh}} - 2mr_B^2}. \quad (11)$$

Диаметр основания конуса найдем из условия свободного истечения материала для кусковых материалов, рекомендуемые размеры отверстия берут в пределах от трех до шести размеров характерных частиц материала [3], а также конструктивных соображений:

$$\begin{cases} H_{отв} = D - D_k; \\ H_{отв} \geq (3...6) a', \end{cases} \quad (12)$$

где $H_{отв}$ – величина щелевого отверстия, м; D_k – диаметр основания конуса, м; a' – размер характерных частиц, м.
Угол наклона образующей конуса ко дну определяется из условия

$$\beta \geq \arctg f, \quad (13)$$

где f – коэффициент трения корнеплодов о поверхность конуса; β – угол наклона стенок конуса, град.

Высота конуса из прямоугольного треугольника, численные значения катетов которого будут высота конуса и разность между диаметром основания конуса и диаметром приводного вала, будет определяться

$$H_k = (D_k - d_b) \operatorname{tg} \beta, \quad (14)$$

где d_b – диаметр приводного вала, м.

С учетом уравнения (13) выражение (14) примет вид

$$H_k \geq (D_k - d_b) f.$$

Диаметр валцов будет определяться конструктивными параметрами второй ступени измельчителя:

$$d = 2r_b = \frac{D - d_b}{2}.$$

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ведищев, С.М. Обоснование параметров измельчителя сочных кормов / С.М. Ведищев, А.В. Брусенков // Составляющие научно-технического прогресса : сб. материалов науч.-практ. конф. – Тамбов : Першина, 2005. – С. 168 – 171.
2. Механизация и технология производства продукции животноводства / В.Г. Коба, Н.В. Брагинец, Д.Н. Мурсусидзе, В.Ф. Некрашевич. – М. : Колос, 1999. – 528 с.
3. Кулаковский, И.В. Машины и оборудование для приготовления кормов / И.В. Кулаковский, Ф.С. Кирпичников, Е.И. Резник. – М. : Росагропромиздат, 1988. – Ч. 1, 2. – 286 с.

Кафедра "Механизация сельского хозяйства"

УДК 636.084.743

С.М. Ведищев, А.В. Прохоров, А.Г. Сорокин, А.А. Поплевин

ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ И ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ ДОЗИРУЮЩЕГО УСТРОЙСТВА МОБИЛЬНОГО КОРМОРАЗДАТЧИКА

Последние тенденции в развитии кормораздающей техники для СТФ направлены на совершенствование выдачи сухих кормов, что позволяет снизить затраты при откорме поросят.

Одной из основных проблем является высокая неравномерность выдачи корма при малых значениях выдаваемой дозы (кормление поросят-отъемышей). Предлагаемая конструкция дозирующего органа кормораздатчика позволит достичь более равномерной выдачи корма за счет стабильного заполнения межвиткового пространства в зоне загрузки и оперативно изменять норму выдачи корма.

Диаметры шнековых рабочих органов выбираются по рекомендациям [1]. При этом необходимо соблюдать условие (рис. 1)

$$B \geq D, \quad (1)$$

где B – ширина загрузочного окна, м.

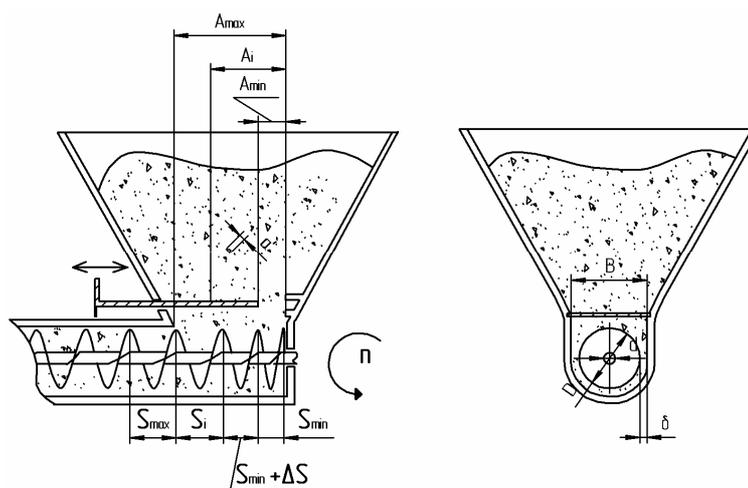


Рис. 1. Расчетная схема дозирующего устройства

При расчете минимального открытия шиберной заслонки необходимо учитывать условия отсутствия сводообразования и выдачи кормораздатчиком необходимого количества корма животным:

$$\begin{cases} R > R_{св}; \\ Q_0 \geq Q_k, \end{cases} \quad (2)$$

где $R_{св}$ – радиус сводообразующего отверстия, м; Q_0 – бункера, кг/с; Q_k – производительность кормораздатчика, кг/с.

С учетом формул для определения гидравлических радиусов отверстия [2] выражение $R > R_{св}$ после преобразования A получим

$$A \geq \frac{2\tau_0(B-a')(1+\sin\varphi)}{(B-a')\gamma g - 2\tau_0(1+\sin\varphi)} + a'. \quad (3)$$

Производительность кормораздатчика при работе в животноводческом помещении зависит от линейной плотности корма, фронта кормления, зоотехнических норм и скорости движения кормораздающей машины.

Мобильный кормораздатчик, проходящий вдоль кормушек, должен иметь производительность Q_k , обеспечивающую выдачу необходимого количества корма на каждую голову [3] в соответствии с принятыми в хозяйстве нормами кормления:

$$Q_k = \frac{G_1}{L_{ф.к}} v_{арп}, \quad (4)$$

где G_1 – количество корма, необходимого для расчетного поголовья скота, в кг; $L_{ф.к}$ – длина фронта кормления, т.е. общая длина кормушек, загружаемых кормом за один проход кормораздатчика, м; $v_{арп}$ – рабочая скорость кормораздатчика, м/с.

Количество корма, необходимого для расчетного поголовья скота:

$$G_1 = q_p m_0, \quad (5)$$

где q_p – количество корма, необходимого животному на одно кормление согласно принятому рациону, кг/гол; m_0 – расчетное поголовье животных, гол.

Длина фронта кормления, т.е. общая длина кормушек, обслуживаемых кормораздатчиком за один проход:

$$L_k = \frac{am_0}{m_r}, \quad (6)$$

где a – длина одного кормоместа, м; m_r – количество голов животных, приходящихся на одно кормоместо, гол.

После упрощения получим уравнение для определения производительности кормораздатчика:

$$Q_k = \frac{q_p m_0}{L_k} v_{арп}. \quad (7)$$

Производительность кормораздатчика должна удовлетворять условию (1), решив которое с учетом формулы (7) и производительности бункера [2], получим:

$$A \geq \frac{q_p m_0}{L_k \gamma B v_{ист}} v_{арп}. \quad (8)$$

С учетом выражений (3) и (8) для минимальной величины открытия заслонки (рис.1) можно записать:

$$\begin{cases} A_{\min} \geq \frac{q_p m_0}{L_k \gamma B v_{ист}} v_{арп}; \\ A_{\min} \geq \frac{2\tau_0(B-a')(1+\sin\varphi)}{(B-a')\gamma g - 2\tau_0(1+\sin\varphi)} + a'. \end{cases} \quad (9)$$

Для обеспечения качественной работы кормораздатчик должен отвечать следующему условию:

$$\begin{cases} Q_6 \geq Q; \\ Q_k = Q; \\ v \leq [v], \end{cases} \quad (10)$$

где v – фактическая неравномерность выдачи корма по фронту кормления, %; $[v]$ – допускаемая неравномерность выдачи корма, %.

Подставив выражения для определения производительности бункера, производительности шнека [4] и выражение (7) в систему (10), преобразовав данную систему относительно S , учитывая, что наибольшее заполнение межвиткового объема может быть только при S больше A и подстановки выражения (3) в систему уравнений (10), получим выражения для определения минимального шага винтовой навивки:

$$\begin{cases} S_{\min} \geq \frac{4 \gamma B}{\pi r \gamma [(D+2\delta)^2 - d^2]} \left(\frac{2\tau_0(B-a')(1+\sin\varphi)}{(B-a')\gamma g - 2\tau_0(1+\sin\varphi)} + a' \right); \\ S_{\min} = \frac{4q_p m_0}{\pi [(D+2\delta)^2 - d^2] n L_k \gamma B v_{ист}} v_{арп}; \\ v \leq [v]. \end{cases} \quad (11)$$

Максимально допустимый шаг винтовой навивки при постоянном диаметре рекомендуют [1] принимать равным $(1...1,2)D$.

Максимальная частота вращения вала шнека можно определить по выражению [5] которое с учетом минимального шага винтовой наливки примет вид

$$n_{\max} \leq \frac{\sqrt{\frac{g(\pi D - fS_{\min})}{fD}} \sqrt{(S_{\min}^2 + \pi^2 D^2)^3}}{4\pi S_{\min}(S_{\min} + \pi Df)}. \quad (12)$$

Текущее значение величины открытия заслонки для i -го шага наливки в зоне загрузки описывается уравнением [2]:

$$A_i = \frac{2S_{\min} + \Delta S(i-1)}{2} i, \quad (13)$$

где i – число витков шнека, находящихся в зоне загрузки, шт.; S_i – текущее значение шага винтовой наливки в зоне загрузки, м; ΔS – приращение шага винтовой наливки, м.

Преобразуя уравнение (13) относительно i , а затем, подставив в выражение для определения шага винтовой наливки [2], получим

$$S_i = S_{\min} + \Delta S \left(\frac{\Delta S + \sqrt{8A_i \Delta S + (\Delta S - 2S_{\min})^2} - 2S_{\min}}{2\Delta S} - 1 \right). \quad (14)$$

Подставив выражение (14) в формулу определения производительности шнека [4], получим

$$Q = \frac{\pi((D+2\delta)^2 - d^2)}{8} m\gamma \left(\sqrt{8A_i \Delta S + (\Delta S - 2S_{\min})^2} - \Delta S \right), \quad (15)$$

где $A_{\min} \leq A_i \leq A_{\max}$. A_{\max} – определяется из условия (9) при максимальной норме выдачи на голову q_{\max} .

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Григорьев, А.М. Винтовые конвейеры / А.М. Григорьев. – М. : Машиностроение, 1972. – 184 с.
2. Ведищев, С.М. Обоснование геометрических параметров дозатора / С.М. Ведищев, А.В. Прохоров // Составляющие научно-технического прогресса : сб. материалов междунар. науч.-практ. конф. – Тамбов : Першина, 2005. – С. 176 – 178.
3. Мельников, С.В. Механизация и автоматизация животноводческих ферм / С.В. Мельников. – Л. : Колос, 1978. – 560 с.
4. Механизация и технология производства продукции животноводства / В.Г. Коба, Н.В. Брагинец, Д.Н. Мурсусидзе, В.Ф. Некрашевич. – М. : Колос, 1999. – 528 с.
5. Омельченко, А.А. Кормораздающие устройства / А.А. Омельченко, Л.М. Куцын. – М. : Машиностроение, 1971. – 208 с.

Кафедра "Механизация сельского хозяйства"

УДК 631.358.4

В.П. Капустин, Н.В. Киселев

ОБОСНОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ И РЕЖИМОВ РАБОТЫ УСТРОЙСТВА ДЛЯ МЕХАНИЧЕСКОГО СБОРА И УНИЧТОЖЕНИЯ КОЛОРАДСКОГО ЖУКА

Занимаясь возделыванием картофеля, неизбежно приходится сталкиваться с проблемой защиты растений от колорадского жука. Если своевременно не принять соответствующие меры, то растения на всей посадочной площади будут уничтожены в считанные дни.

Уже многие годы для борьбы с колорадским жуком применяется обработка картофельных полей ядохимикатами. Это довольно дорогостоящая операция. Помимо этого она оказывает вредное токсическое воздействие на растения и почву, что ухудшает экологическую обстановку и сказывается на здоровье человека. Анализ научных литературных источников и патентов показал, что разработаны и другие виды мероприятий по защите картофеля от колорадского жука, по тем или иным причинам не получившие широкого распространения на практике. В результате изучения сущности каждого из способов выяснилось, что наиболее простым по осуществлению и самым безопасным в применении является механический способ уничтожения колорадского жука. Он заключается в использовании устройства, которое под воздействием специальных рабочих органов, представляющих собой вращающиеся битеры с эластичными лопастями, сбрасывает взрослых особей и личинок колорадского жука с кустов картофеля, помещает их в специальную емкость, где осуществляется их уничтожение [1].

При изготовлении такого устройства наибольшее внимание следует уделить расчету оптимальных параметров и режимов работы сбрасывающих рабочих органов. Необходимо правильно подобрать размеры лопастей, материал для их изготовления, рассчитать силу воздействия лопасти на растение, частоту вращения битеров. Нерациональный выбор этих параметров может резко снизить эффективность обработки или же вызвать механические повреждения растений.

Сила удара лопасти по растению должна иметь такое значение, чтобы обеспечить эффективное стряхивание жука и личинок с листьев картофеля и при этом минимально повреждать растение. Экспериментальные данные показывают, что для полного удаления взрослых жуков и личинок старшего (3-го, 4-го) возраста с растения достаточно силы удара равной 2,5 Н, для полного удаления личинок младшего (1-го, 2-го) возраста достаточно силы удара, равной 4,2 Н. Следовательно, минимальный предел силы удара должен быть равен 4,2 Н. Опытные данные свидетельствуют, что величина силы отрыва листа картофеля в период 1-й, 2-й недели вегетационного периода составляет 20...25 Н, в период 3-й и последующих недель вегетационного периода она равняется 25...30 Н. Следовательно, максимальный предел силы удара должен быть равен 20 Н.

Руководствуясь принципом бережного воздействия на растения и в силу достаточной ширины диапазона, имеет смысл принять рабочую силу удара близкой по значению к минимальному пределу (≈ 5 Н).

Взяв за основу теорию расчета силы удара планки мотвила зерноуборочного комбайна по колосьям, определяем силу удара лопасти по листьям картофеля по формуле [3]:

$$F = m \left(\frac{V_{\text{окр}}^2 - V_{\text{окр}} m^2}{L + r_{\text{в}}} \right) = 5 \text{ Н}, \quad (1)$$

где F – силу удара лопасти по листьям картофеля, Н; m – масса лопасти, кг; L – длина лопасти, м; $r_{\text{в}}$ – радиус вала стряхивателя, м (из конструктивных соображений радиус вала стряхивателя принимаем равным 0,02 м); $V_{\text{окр}}$ – окружная скорость вращения конечной точки лопасти, м/с.

Длину лопасти стряхивателя определяем из конструктивных соображений, а также ссылаясь на результаты опытов. Длина лопасти должна быть достаточной для того, чтобы эффективно воздействовать, по крайней мере, на верхнюю половину стеблей взрослого картофеля, где скапливается основная подавляющая часть жуков и личинок. В связи с данным условием длина лопасти не должна быть менее 0,20 м. Следовательно, минимальный предел значения длины лопасти равен 0,20 м. Экспериментально установлено, что увеличение длины лопастей, изготовленных из определенного эластичного материала, более чем 0,27 м, приводит к наматыванию их на вал стряхивателя, что неизбежно влечет за собой уменьшение длины эффективной части лопасти. Следовательно, максимальный предел значения длины лопасти равен 0,27 м. Для обеспечения наибольшей эффективности воздействия на растения целесообразно использовать лопасти длиной 0,27 м.

Требуемую окружную скорость конечной точки лопасти определим, исходя из выражения (1). После преобразования данного равенства таким образом, чтобы в левой его части оказалась только окружная скорость, получаем выражение:

$$V_{\text{окр}} = \frac{\sqrt{F(L + r_{\text{в}})/m}}{1 - m} = \frac{\sqrt{5 \cdot (0,27 + 0,02)/0,05}}{1 - 0,05} = 5,3 \text{ м/с}. \quad (2)$$

Принимаем окружную скорость конечной точки лопасти равной 5,3 м/с.

Частота вращения стряхивателя должна быть такой величины, чтобы обеспечивалась необходимая окружная скорость конечной точки лопасти при определенной длине лопасти. Из курса механики известно, что окружная скорость вычисляется по формуле

$$V_{\text{окр}} = r\omega = \frac{\pi r n}{30}, \quad (3)$$

где r – радиус вращения, м; ω – угловая скорость, рад/с.

В нашем случае радиус вращения отождествляется с суммой длины лопасти стряхивателя и радиуса вала стряхивателя. Выразив из равенства (3) частоту вращения, получаем следующую формулу:

$$n = \frac{30V_{\text{окр}}}{\pi(L + r_{\text{в}})} = \frac{30 \cdot 5,3}{3,14 \cdot (0,27 + 0,02)} = 177 \text{ мин}^{-1}. \quad (4)$$

Принимаем частоту вращения стряхивателя равной 177 мин^{-1} .

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Капустин, В.П. Способы и средства борьбы с колорадским жуком / В.П. Капустин, Н.В. Киселев // Прогрессивные технологии развития : сб. науч. ст. по материалам междунар. науч.-практ. конф. 17–18 дек. 2004 г. – Тамбов, 2004.
- Кленин, И.И. Сельскохозяйственные и мелиоративные машины: элемент теории рабочих процессов, расчет регулировочных параметров и режимов работы / И.И. Кленин, В.А. Сакун. – 2-е изд. перераб. и доп. – М. : Колос, 1980. – 671 с.
- Пугачев, А.Н. Потерям зерна – надежный заслон / А.Н. Пугачев. – 2-е изд. перераб. и доп. – М. : Колос, 1981.
- Основы проектирования и расчет сельскохозяйственных машин / Л.А. Резников, В.Т. Ещенко, Г.Н. Дьяченко [и др.]. – М. : Агропромиздат, 1991.

Кафедра "Механизация сельского хозяйства"

УДК 656

О.В. Баева

ОСОБЕННОСТИ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ И РАЗВИТИЯ АВТОТРАНСПОРТА В ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ И СОЦИАЛЬНОЙ ИНФРАСТРУКТУРЕ РЕГИОНА

Автомобильный транспорт является связующим звеном всех отраслей экономики и тесно взаимодействует с другими видами транспорта и охватывает несколько миллионов человек. Наряду с железнодорожным, водным, воздушным, трубопроводным транспортом он составляет основу транспортной системы нашей страны и обеспечивает транспортные потребности населения и экономики за счет комплекса услуг и работ, выполняемых в сфере автотранспортной деятельности.

По данным официальной статистики в общем объеме работ всех видов транспорта в нашей стране на долю автомобильного транспорта приходится:

- на перевозках грузов – 75...85 %;

- на перевозках пассажиров (без индивидуального легкового) – 50...55 %;
- на туристских поездках – 38...42 %.

Автомобильный транспорт, как основа транспортного комплекса, является важнейшей составной частью производственной и социальной инфраструктуры как Российской Федерации в целом, так и ее регионов. Его эффективное функционирование в регионе, с одной стороны, является необходимым условием жизнедеятельности экономического комплекса и социальной сферы. С другой стороны, экономика и общество региона формируют "общественный заказ" на развитие автотранспортной системы, которая по своим свойствам должна развивать рынок автотранспортных услуг и отвечать заданным потребностям потребителей этих услуг как в отдельно взятом регионе, так и в Российской Федерации в целом.

Основными особенностями функционирования автомобильного транспорта в нашем регионе являются:

1. Нематериальный характер производимой продукции.

Транспорт обеспечивает нормальное функционирование производственной и непроизводственной сфер экономики, удовлетворяет нужды населения и, следовательно, является обслуживающей отраслью. Отсюда и его специфическая роль в обеспечении роста общественного продукта и национального дохода, и улучшение работы отраслей, производящих материальную продукцию:

- своевременная доставка требуемой продукции от производителя к потребителям;
- уменьшение потерь и порчи готовой продукции и сырья;
- сокращение времени омертвления материальных средств, перевозимыми транспортом;
- улучшение транспортного обслуживания населения путем быстрой его доставки в комфортных условиях.

2. Транспорт одновременно выступает и в роли потребителя, и в роли работодателя.

Использование транспортными средствами топлива и другой продукции различных отраслей экономики, а также трудовых ресурсов отличает автомобильный транспорт от других отраслей экономики. Причем экономические интересы требуют опережающего развития транспорта по сравнению с основным производством. Это опережение является необходимым условием высокой эффективности всего общественного производства, что доказано исследованиями ученых, занимающихся проблемами производственной и социальной инфраструктуры как у нас в стране, так и за рубежом.

3. Высокая мобильность автомобильного транспорта.

Широкое использование мобильности автотранспорта на перевозках грузов как внутри городов, районов, так в межрайонном, междугородном и международном сообщениях. На коротких расстояниях автомобильный транспорт является монополистом, а на средних и дальних расстояниях он успешно конкурирует с железнодорожным транспортом. Широкое распространение автомобильного транспорта объясняется способностью осуществлять прямую доставку грузов без участия других видов транспорта, приспособленностью для транспортировки грузов различных по массе и габаритным размерам, способностью развивать большую скорость по благоустроенным дорогам, проникать в отдаленные места области по грунтовым и не благоустроенным дорогам. Автомобили можно эксплуатировать по грузовым дорогам, что обеспечивает значительную экономии первоначальных инвестиций, связанных с открытием движения.

О важности грузового автомобильного транспорта в экономике региона свидетельствует по статистическим данным доля автотранспортных издержек в стоимости продукции в различных ее секторах:

- в промышленности – до 15 %;
- в строительстве – до 30 %;
- в сельском хозяйстве и торговле – до 40 %.

4. Перевозки пассажиров – как единственный вид перевозок.

Пассажирский автомобильный транспорт используется населением для поездок к месту работы и обратно, для поездок, связанных с отдыхом, учебой, лечением и другими личными нуждами, имеет большое социальное значение. В небольших городах и районах области автобусы часто являются единственным видом массового общественного транспорта, обслуживающим внутригородские и пригородные перевозки пассажиров. Около 80 % производственных и транспортно-распределительных структур большинства населенных пунктов региона не имеют других путей, кроме автомобильных.

5. Автомобильный транспорт – межотраслевая система, преобразующая условия жизнедеятельности и хозяйствования.

На современном этапе автотранспортная отрасль рассматривается не только как вид, перевозящий грузы и людей, а, в первую очередь, как межотраслевая система, преобразующая условия жизнедеятельности и хозяйствования. Его устойчивое развитие является гарантией единства экономического пространства, свободного перемещения товаров и услуг, конкуренции и свободы экономической деятельности, обеспечение целостности и национальной безопасности.

Как предприятия, так и индивидуальные предприниматели на автомобильном транспорте осуществляют свою деятельность в следующих направлениях:

- перевозки грузов и пассажиров (транспортные услуги);
- выполнение технического обслуживания и ремонта автотранспортных средств;
- автосервисные услуги.

Развитие автомобильного транспорта в регионе в настоящее время характеризуется следующими особенностями:

- 1) сохранение за автомобильным транспортом ведущего положения в транспортном обслуживании экономики и населения;
- 2) тенденция к увеличению численности автопарка, главным образом за счет автомобилей иностранного производства;
- 3) увеличение протяженности сети автомобильных дорог общего пользования, в том числе с твердым покрытием;
- 4) изменение формы собственности и ликвидация вертикали государственного управления автомобильным транспортом;
- 5) резкое увеличение численности перевозчиков за счет малых предприятий и индивидуальных предпринимателей (в настоящее время число таких субъектов составляет около 550 тыс.);
- 6) рост разномарочности и разнovidности подвижного состава;

7) увеличение ресурса емкости автомобильного транспорта (расход топлива нефтяного происхождения составляет около 60 %, трудовые ресурсы – 70 %) и т.д.

Вышеуказанные особенности усложняют решение вопросов более качественного транспортного обслуживания экономики региона и населения, что вызывает необходимость повышения внимания к проблемам полного и рационального использования автомобильного транспорта.

Все большее внимание уделяется государством развитию автомобильного транспорта и это не случайно: автомобильный транспорт остается одной из важнейшей, ключевой обеспечивающей и связующей отраслью Российской экономики, несмотря на многочисленные проблемы автомобильный транспорт развивается динамично и стремительно, у него большие перспективы.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бычков, В.П. Экономика автотранспортного предприятия : учебник / В.П. Бычков. – М. : Инфра-М, 2006. – 382 с.
2. Бычков, В.П. Предпринимательская деятельность на автомобильном транспорте / В.П. Бычков. – СПб. : Питер, 2004. – 448 с.
3. Лапуста, М.Г. Малое предпринимательство : учебное пособие / М.Г. Лапуста, Ю.Л. Старостин. – М. : ИНФРА-М, 2002. – 272 с.
4. Транспорт не забыт // Транспорт России. – 2008, 21 – 27 янв. – № 4 (500).
5. Социально-экономическое положение Тамбовской области – 2006 г. : сб. Тамбовстата.

Кафедра " Организация перевозок и безопасность дорожного движения"

УДК 662.939

А.П. Прокопчик, С.Н. Кузьмин

ТЕПЛОТА ИЗ БИОМАССЫ

В Российской Федерации значительный сектор экономики занимает аграрный сектор. Как и в любом производстве в сельском хозяйстве образуются отходы растениеводства (солома, лузга проса и т.д.). Зачастую данные отходы попросту выбрасываются или сжигаются на полях, выбрасывая полезную теплоту в атмосферу при этом загрязняя окружающую среду. Поэтому отходы с/х производства можно использовать в качестве топлива, а чтобы процесс горения можно было легко механизировать и автоматизировать предлагается использовать с/х отходы в денсифицированном виде, т.е. в виде топливных гранул (пеллет).

Мировой рынок котельного оборудования работающего на топливных гранулах представлен котлами, названия и некоторые характеристики которых приведены в табл. 1. В этих котлах используются различные технологии сжигания топливных гранул, представленные на рис. 1. Область применения данных технологий ограничивается диапазоном мощностей представленным на рис. 2. По сравнению с древесными топливными гранулами гранулы из отходов с/х производства обладают двумя существенными недостатками: низкой температурой плавления золы и повышенной зольностью (до 9 %). Эксперименты, проведенные на котле с технологией RRF показывают, что при сжигании пеллет из с/х отходов низкоплавкая зола образует шлаковые агломераты (рис. 3), которые приводят к загрязнению поверхностей теплообмена. Упомянутые выше технологии сжигания топливных гранул на практике неприменимы для сжигания пеллет из с/х отходов.

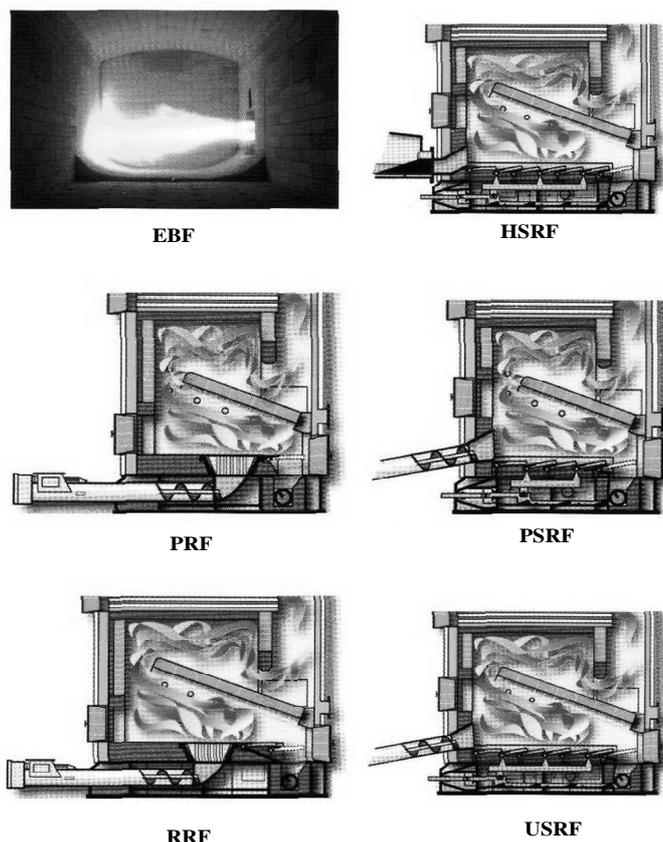


Рис. 1. Технологии сжигания биомассы (по классификации фирмы Binder):
EBF – топка с вдуванием топлива, загрузка с помощью шнека;

HSRF – топка переталкивающей решеткой и гидравлической загрузкой для влажного топлива; PRF – ретортная топка для пеллет, загрузка с помощью шнека; PSRF – топка с переталкивающей решеткой для пеллет, загрузка с помощью шнека для пылеобразного топлива; RRF – ретортно-колосниковая топка, загрузка с помощью шнека, для топлива с низким содержанием золы; USRF – топка с переталкивающей решеткой, загрузка с помощью шнека

Системы сжигания

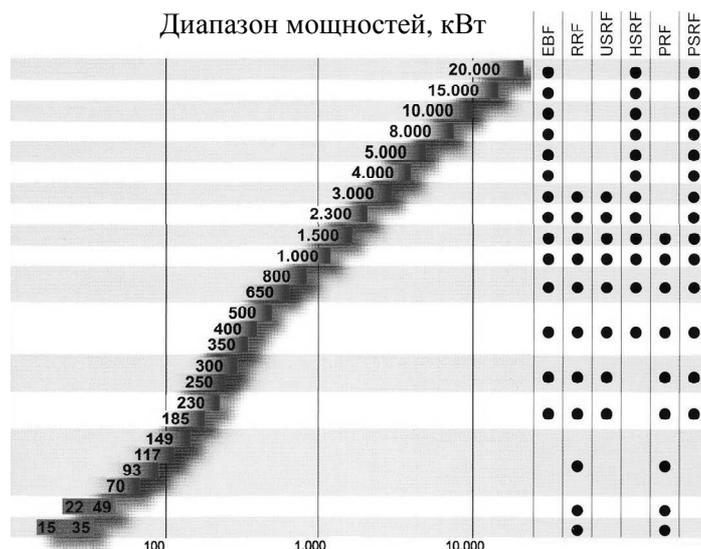


Рис. 2. Область применения технологий сжигания топливных гранул (по данным фирмы Binder)



Рис. 3. Зола топливных гранул из соломы озимой пшеницы

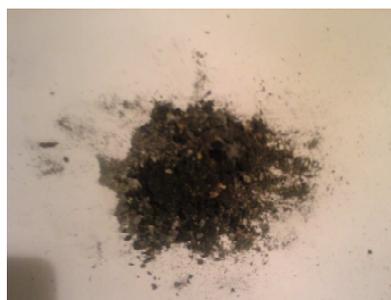


Рис. 4. Зола топливных гранул из древесных отходов

Нами предлагается сжигать данный вид топлива в высокотемпературном кипящем слое (КС), формируемом самими гранулами и частицами их коксового остатка [3]. Повышенная подвижность частиц в КС способствует разрушению шлаковых агломератов, следовательно зола пеллет из с/х отходов становится аналогична золе древесных пеллет (рис. 4).

Технология сжигания в КС становится применимой в котлах мощностью 200 кВт и выше, т.е. в котлах, используемых в коммунальной энергетике.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Солома в коммунальной энергетике / Р.Л. Исьемин, А.Т. Зорин, В.В. Коняхин, А.В. Милованов // Международная биоэнергетика. – Россия. – 2007. – № 2. – С. 14.
2. В Тамбове разработали новую технологию сжигания биогранул и углей / Р.Л. Исьемин, А.Т. Зорин, В.В. Коняхин, А.В. Михалев // Международная биоэнергетика. – Россия. – 2007. – № 1. – С. 19.
3. Об использовании соломы в качестве топлива для котлов коммунальной энергетике / Р.Л. Исьемин, А.Т. Зорин, В.В. Коняхин, А.В. Милованов // Промышленная энергетика. – 2007. – № 6. – С. 40 – 43.
4. Influence of a gas distribution grid on combustion of low-grade solid fuels in a fluidized-bed / Р.Л. Исьемин, В.В. Коняхин, С.Н. Кузьмин, А.В. Михалев, Е.В. Будкова, Н.Б. Кондуков.

Кафедра "Гидравлика и теплотехника"

Секция 13

ИНФОРМАТИЗАЦИЯ ПРАВОВОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

УДК 34:004

Е.В. Бурцева, И.П. Рак, А.В. Селезнев, Э.В. Сысоев

СОВРЕМЕННЫЕ ТЕНДЕНЦИИ ИНФОРМАТИЗАЦИИ ПРАВОВОЙ СФЕРЫ РОССИЙСКОГО ОБЩЕСТВА

Современное общество отличают приоритет информации над продукцией материального производства, становление рыночной экономики, обновление законодательства, информатизация всех сфер деятельности, в том числе правовой, вхождение в мировое информационное пространство.

Выделяют несколько направлений информатизации правовой сферы: информатизация правотворческой деятельности, информатизация правоприменительной деятельности, информатизация правоохранительной деятельности, создание общегосударственной автоматизированной системы правовой информации (ОГАСПИ). Причем создание в России ОГАСПИ, объединяющей региональные подсистемы всех правовых органов и органов власти, является ключевым направлением процесса информатизации.

Комплексному решению проблем информатизации различных ведомств способствует ряд принятых в последнее время федеральных программ и концепций, таких, например, как:

- целевая программа "Электронная Россия (2002 – 2010 гг.)";
- целевая программа МВД России "Создание единой информационно-телекоммуникационной системы органов внутренних дел" (приказ МВД от 14.12.2004 № 896);
- целевая программа № 805 "Развитие судебной системы России" на 2002 – 2006 гг.; Концепция использования информационных технологий в деятельности федеральных органов государственной власти до 2010 г. (одобрена распоряжением Правительства РФ от 27.09.2004 № 1244-р) и других.

Согласно данным программам органы государственной власти, суды, органы внутренних дел, других ведомств оснащаются современными компьютерными технологиями.

Так, Концепция использования информационных технологий в деятельности федеральных органов государственной власти предлагает формирование эффективной системы предоставления государственных услуг на основе использования информационных технологий – "электронное правительство".

Для учета избирателей, кандидатов в депутаты, регистрации избирательных объединений и блоков, планирования этапов избирательной кампании, контроля за поступлением и расходованием средств избирательных фондов, подведения итогов голосования и решения других задач, стоящих перед избирательными комиссиями, применяется государственная автоматизированная система "Выборы", реализующая современные компьютерные технологии.

В целях формирования единого информационного пространства судов общей юрисдикции и системы Судебного департамента при Верховном Суде Российской Федерации создана территориально распределенная Государственная автоматизированная система (ГАС) "Правосудие". Данная система, по заявлению Генерального директора Судебного департамента при Верховном Суде Российской Федерации А.В. Гусева, с 31 декабря 2006 г. функционирует во всех судах общей юрисдикции, в частности и в Тамбовском областном суде.

Для повышения эффективности прокурорского надзора, сбора, обработки, хранения и передачи все возрастающего объема информации разработана автоматизированная система информационного обеспечения (АСИО) органов прокуратуры – "АСИО–Прокуратура". Система обеспечивает объединение региональных и центральной сетей в единую систему органов прокуратуры и способствует наиболее полному и оперативному обеспечению сотрудников всей необходимой информацией.

Работники практически всех государственных и правовых органов для получения актуальной и достоверной нормативно-правовой, справочной информации, информации об изменениях в российском законодательстве используют различные справочно-правовые системы, такие как "Эталон", "ГАРАНТ", "Консультант Плюс" и другие.

Все большее применение в юридической деятельности находят экспертные системы.

Центральную роль в процессе расследования преступлений играют различные виды автоматизированных уголовных учетов – автоматизированные информационно-поисковые и информационно-справочные системы.

Для автоматизации профессионального труда специалиста юриспруденции разработаны и используются автоматизированные рабочие места (АРМ), например:

- АРМ "ЮРИСТ", предназначено для организации индивидуальной и коллективной работы специалистов законодательных органов, юристов, ученых-правоведов, экономистов;
- "АРМ следователя (дознателя)", "СТРАС-СК" – программы ведения уголовных дел и составления процессуальных документов;
- АРМ отдела делопроизводства, например, система "Дело";
- АРМ отдела кадров, в частности, система "Кадры", предназначенная для автоматизации и оптимизации процессов в области управления персоналом.

Современные информационные технологии широко используются для распознавания образов в криминалистике, например: в процессе идентификации личности – системы идентификации голоса, дактилоскопические автоматизированные учеты, биометрические информационно-поисковые системы и другие; для идентификации угнанных автомобилей – специализированные программно-аппаратные комплексы дистанционного распознавания автомобильных номерных знаков (в частности, "ПОТОК"); экспертные системы, позволяющие определять вероятные места повторных преступлений и прочие.

Все чаще для оказания бесплатных юридических консультаций населения стали создаваться компьютерные консультативные юридические службы, работающие по схеме "вопрос-подготовка-ответ".

Таким образом, эффективное решение большинства функциональных задач в области права возможно лишь при условии широкого внедрения и совершенствования информационных технологий.

В свою очередь, использование новых информационных технологий требует подготовки компетентных специалистов – профессионалов в области применения правовых информационных систем, аналитиков по информационным технологиям в области юриспруденции, способных заниматься их созданием, внедрением и сопровождением. В настоящее время перспективными являются специальности, подготавливающие специалистов информатиков в конкретной предметной области, например, "Прикладная информатика в юриспруденции". Эта специальность, новая для Тамбовщины, с 2005 г. открыта в Тамбовском техническом государственном университете (ТГТУ). Образование по специальности "Прикладная информатика в юриспруденции" обеспечивает кафедра криминалистики и информатизации правовой деятельности (КиИПД).

Выпускник специальности получает квалификацию "информатик-юрист". Работники юстиции, судов, органов внутренних дел области сообщают, что подобные специалисты им нужны, так как в настоящее время с правовыми информационными технологиями работают информатики, программисты, т.е. люди, не имеющие образования в области юриспруденции. Так, между студентами ТГТУ специальности "Прикладная информатика в юриспруденции" и Тамбовским областным судом, а также Управлением Судебного департамента при Верховном суде Российской Федерации в Тамбовской области заключены контракты о целевой подготовке специалиста.

По утверждению аналитиков, причем и российских, и зарубежных, в ближайшие годы предвидится недостаток специалистов в области информационных технологий. Поэтому нельзя не согласиться с мнением ректора Российской академии правосудия, доктором юридических наук, профессором В.В. Ершовым, и заведующим кафедрой правовой информатики, информационного права и математики, доктором технических наук, профессором Д.А. Ловцовым и другими специалистами в данных областях в том, что "профессия "информатик-юрист" в последующие десятилетия будет пользоваться достаточно высоким спросом, а дипломированный специалист без труда найдет престижную и интересную работу практически в любой сфере человеческой деятельности".

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Многие проблемы судебной системы России будут разрешены. Интернет-интервью. – Размещено: <http://www.garant.ru/company/p1744.htm> [03.08.07].

2. Ершов, В.В. Информационное право – базовая дисциплина специальности "Прикладная информатика в юриспруденции" / В.В. Ершов, Д.А. Ловцов // Информационное право. – 2006. – № 3. – С. 12.

Кафедра "Криминалистика и информатизация правовой деятельности"

УДК 34:004

Е.В. Бурцева, И.П. Рак

ПРОБЛЕМЫ ПРАВОВОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ ИНФОРМАЦИОННЫХ ОТНОШЕНИЙ В СЕТИ INTERNET

В настоящее время многие области деятельности человека связаны с применением информационных технологий и, в частности, с использованием возможностей глобальной компьютерной сети Internet.

Информация в сети Internet является не только важнейшим фактором общения, обладания новыми знаниями, но также необходимым средством сопровождения товаров и услуг, заключения сделок, подтверждения событий, фактов и т.д. В настоящее время наряду с традиционными формами торговли все большее место занимает электронная коммерция. Объемы электронных сделок быстро растут, и уже многие отечественные и зарубежные торговые компании, банки и иные организации внедрили у себя технологии финансового обслуживания посредством сети Internet.

При этом развитие информационных технологий опережает темпы развития механизма правового регулирования информационных отношений. Возникла ситуация, когда циркуляция информации приобрела масштабный характер и осуществляется в электронно-цифровой форме, а существующие законы, регулирующие вещные отношения, не всегда подходят для регулирования подобных отношений.

В сети Internet возникают ранее неизвестные праву субъекты и объекты, методы правового регулирования выходят за пределы информационного законодательства. В порядке правового обеспечения такого рода деятельности нормы актов финансового (банковского), предпринимательского, трудового, административного и иных отраслей права подлежат адаптации применительно к условиям сети Internet.

Отсутствие географических и политических границ и столкновение национальных законодательств в сети Internet заставляет поднять юрисдикцию законодательства в сети на международный уровень. В этой связи важнейшее значение имеет формирование международных актов, обеспечивающих совместимость национальных законодательств в виртуальной среде Internet. Все без исключения страны мира столкнулись с этими проблемами и сегодня стоят на пороге законодательных реформ в этой области.

Сложность проблемы заключается еще в том, что нет четкого определения, что такое сеть Internet в правовом смысле. В то же время Internet является одной из технологий, и поэтому утверждать, что применительно именно к этой технологии требуется какое-то специальное регулирование, было бы некорректным. Необходимо говорить о регулировании телекоммуникационных, информационных сетей в целом, регулировать вопросы доступа к информации, к нежелательной информации, к распространению нежелательной информации. И здесь сеть Internet выступает всего лишь одной из технологий, требующей специфического регулирования.

В процессе постоянных дискуссий о проблеме правового регулирования отношений в сети Internet сформировались две основные точки зрения. Первая базируется на том, что к отношениям в сети Internet правовое регулирование неприменимо. Сторонники этой точки зрения считают, что деятельность субъектов здесь должна основываться на саморегулировании моральных и этических норм.

В основе второй точки зрения лежит позиция обязательного применения права, но при учете особенностей и юридических свойств объектов, по поводу которых возникают правоотношения в сети Internet.

Относительно имеющих нормативных правовых актов, так или иначе затрагивающих правоотношения в сети Internet, можно выделить следующее:

– ни в одной стране мира нет всеобъемлющего законодательства регулирующего правоотношения в сети Internet. Существующие нормативные акты регулируют частные аспекты функционирования сети, прежде всего вопросы подключения к ней через поставщиков, предоставления соответствующих линий связи и т.п.;

– правовые нормы, которые можно было бы применить к правоотношениям в сети Internet, разбросаны по законодательным актам различных отраслей права.

В ряде стран мира приняты законодательные акты, регулирующие ответственность провайдеров. На этот счет существуют три основных подхода:

1) провайдер несет ответственность за все действия пользователей, вне зависимости от наличия у него, как у субъекта права, знания о совершаемых действиях;

2) провайдер не несет ответственности за действия пользователей в том случае, если выполняет определенные условия, связанные с характером предоставления услуг и взаимодействием с субъектами информационного обмена и лицами, чьи права нарушаются действиями пользователей;

3) провайдер не отвечает за действия пользователей.

Если, например, в Китае и странах Ближнего Востока принят первый подход, в США – третий, то в Европе придерживаются второго подхода. В России проблема ответственности информационного провайдера за действия пользователей решалась главным образом в спорах, связанных с регистрацией доменных имен.

В правительстве Российской Федерации придерживаются мнения о необходимости правового регулирования сети Internet, как и в любой сфере технологической деятельности. Говоря о механизмах регулирования, высказывается мнение, что не столько нужно создавать специальные законодательные акты, сколько научиться применять уже существующие правовые механизмы в новой среде. Необходимо четко разграничить ответственность за распространение в сети Internet незаконной информации: "Если на каком-то сайте появилась незаконная информация, ответственность за это должен нести администратор, владелец этого ресурса". Высказывается мнение, что ответственность за появляющуюся в сети Internet информацию должны нести также и провайдеры: "Выводить провайдеров из зоны ответственности нельзя, это лишено какого-либо смысла".

Таким образом, можно заключить, что правовое регулирование сети Internet – это комплекс законодательных и организационных мер, включая: коммерческое законодательство, меры по развитию и регулированию конкуренции, лицензирование, технологические стандарты, регулирование цен, налоговое обложение, защиту интеллектуальной собственности, защиту прав потребителей, защиту конфиденциальности персональной информации, обеспечение ответственности провайдеров, преследование компьютерных преступлений и др. Следовательно, должны быть заложены единообразные принципы понимания того, как регулировать вопросы, связанные с сетью Internet.

Кафедра "Криминалистика и информатизация правовой деятельности"

УДК 347.78

Э.А. Мамонтова

ЗАЩИТА АВТОРСКИХ И СМЕЖНЫХ ПРАВ В РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Соблюдение правил в сфере интеллектуальной собственности является одним из главных показателей развития общества. Авторское право и смежные права являются видом интеллектуальной собственности, и в соответствии с пунктом "о" статьи 71 Конституции Российской Федерации их правовое регулирование относится к исключительному ведению Российской Федерации.

Законодательство Российской Федерации об авторском праве и смежных правах состоит из Гражданского кодекса Российской Федерации, Закона Российской Федерации от 09.07.1993 № 5351-1 "Об авторском праве и смежных правах" (в редакции Федеральных законов от 19.07.1995 № 110-ФЗ и от 20.07.2004 № 72-ФЗ), Закона Российской Федерации от 23.09.1992 № 3523-1 "О правовой охране программ для электронных вычислительных машин и баз данных" (в ред. Федеральных законов от 24.12.2002 № 177-ФЗ, от 02.11.2004 № 127-ФЗ, от 02.02.2006 № 19-ФЗ) и других законодательных актов, издаваемых в соответствии с вышеуказанными Законами. Это законодательство регулирует отношения, возникающие в связи с созданием и использованием произведений науки, литературы и искусства (авторское право), фонограмм, исполнений, постановок, передач организаций эфирного или кабельного вещания (смежные права).

Принятые с 1992 по 2006 гг. законы об авторском праве и смежных правах способствовали тому, что произведения науки, литературы и искусства, а также объекты смежных прав стали выгодными объектами гражданского оборота. Одновременно законодательством определен баланс прав авторов и интересов общества, в частности, в области образования, научных исследований и доступа к информации.

Вместе с тем широкое использование результатов творческой деятельности сопровождается негативными последствиями, которые в настоящее время являются острой проблемой в связи с высоким уровнем незаконного использования этих результатов. Одним из самых распространенных правонарушений в сфере авторского права и смежных прав является незаконное производство и реализация контрафактной аудио- и видеопродукции, программных продуктов. Популярность контрафактной продукции во многом связана с высокими ценами на лицензионную продукцию. Все большую угрозу правообладателям представляет незаконное размещение произведений и фонограмм в телекоммуникационных сетях, в частности, в сети Интернет и сети сотовой связи.

Объекты авторского права и смежных прав не могут приносить правообладателям прибыль, а государству налоги, если они не обеспечиваются специальной правовой охраной со стороны государственных органов.

В связи с этим к одной из важных задач в деятельности судов общей юрисдикции относится защита интеллектуальной собственности, составной частью которой являются авторское право и смежные права. Особую роль в этом играет правоприменительная практика, которая является реальным механизмом защиты этих прав.

Изучение судебной практики по делам, вытекающим из отношений, связанных с созданием и использованием объектов авторского права и смежных прав, показало, что у судов имеются затруднения в применении законодательства, регулирующего данные правоотношения, в связи с чем Пленум Верховного Суда Российской Федерации своим Постановлением от 19.06.2006 № 15 дал судам следующие разъяснения: "При рассмотрении дел о нарушении законодательства об авторском праве и смежных правах необходимо иметь в виду, что акты субъектов Российской Федерации и органов местного самоуправления, регулирующие отношения, вытекающие из авторского права и смежных прав, не подлежат применению с момента принятия Конституции Российской Федерации (1993).

С введением в действие Федерального закона от 20.7.2004 № 72-ФЗ «О внесении изменений в Закон Российской Федерации "Об авторском праве и смежных правах" не подлежат применению нормативные акты, содержащие нормы об авторском праве и смежных правах, не являющиеся федеральными законами, за исключением случаев издания таких актов во исполнение и в пределах, предусмотренных Гражданским кодексом Российской Федерации и федеральными законами».

Объекты авторского права – это произведения науки, литературы и искусства, являющиеся результатом творческой деятельности независимо от назначения и достоинства произведений, а также от способов их выражения.

Программы для электронных вычислительных машин (ЭВМ) относятся к литературным произведениям, а базы данных – к сборникам, так как по своей природе они являются составными произведениями.

Перечень объектов авторского права, содержащийся в статье 7 Закона Российской Федерации "Об авторском праве и смежных правах", не является исчерпывающим. Для определения иных произведений в качестве объекта авторского права необходимо учитывать положения статьи 6 Закона Российской Федерации "Об авторском праве и смежных правах". Правовой охране в качестве объекта авторского права подлежит произведение, выраженное в объективной форме, а не его содержание. В соответствии со статьей 8 данного Закона простое сообщение в прессе о событиях и фактах не является объектом авторского права (например, ФАС Московского округа своим Постановлением от 06.04.2007 на этом основании отказал в удовлетворении исковых требований о взыскании компенсации за использование ответчиком публикаций в прессе). Не охраняются авторским правом идеи, методы, процессы, системы, способы, концепции, принципы, открытия, факты (пункт 4 статьи 6 Закона Российской Федерации "Об авторском праве и смежных правах"). Например, шахматная партия, методики обучения.

К объектам авторского права могут относиться названия произведений, фразы, словосочетания и иные части произведения, которые могут использоваться самостоятельно, являются творческими и оригинальными.

Международные договоры Российской Федерации являются составной частью ее правовой системы, и если международным договором, в котором участвует Российская Федерация, установлены иные правила, то применяются правила международного договора (статья 3 Закона Российской Федерации "Об авторском праве и смежных правах"). Ряд положений, содержащихся в международных договорах, не закреплен в российском законодательстве.

В настоящее время Российская Федерация является участницей следующих международных договоров, регулирующих данные правоотношения:

- Конвенции, учреждающей Всемирную организацию интеллектуальной собственности (Стокгольм, 14 июля 1967 г., в редакции от 2 октября 1979 г.; вступила в силу для СССР 26 апреля 1970 г.);
- Бернской конвенции по охране литературных и художественных произведений (Берн, 9 сентября 1886 г.; вступила в силу для Российской Федерации 13 марта 1995 г.);
- Всемирной конвенции об авторском праве (Женева, 6 сентября 1952 г.; пересмотрена в Париже 24 июля 1971 г.; вступила в силу для СССР 27 мая 1973 г.);
- Международной конвенции об охране прав исполнителей, изготовителей фонограмм и вещательных организаций (Рим, 26 октября 1961 г.; вступила в силу для Российской Федерации 26 мая 2003 г.);
- Конвенции об охране интересов производителей фонограмм от незаконного воспроизводства их фонограмм (Женева, 29 октября 1971 г.; вступила в силу для Российской Федерации 13 марта 1995 г.).

Судам необходимо учитывать международные принципы охраны прав авторов и смежных прав, которые закреплены, в частности, в Бернской конвенции по охране литературных и художественных произведений, а также в Международной конвенции об охране прав исполнителей, изготовителей фонограмм и вещательных организаций.

Расследование нарушений авторских и смежных прав до сих пор остается одним из самых сложных аспектов в работе следственных и судебных органов не только из-за недостатка специального опыта, но и из-за недостатков в правовой базе. Существующие нормативно-правовые акты не в полной мере регулируют отношения в данной сфере права. Например, В.И. Сергеев и А.С. Марданшина считают, что законодательная норма о переходе авторского права государству при отсутствии наследников устарела, авторские права должны принадлежать обществу в лице соответствующих общественных организаций [1]. Сенников Н.Л. указывает на ряд неточностей в формулировках статей части 4 Гражданского Кодекса [2].

Неточность формулировок и пробелы в законодательстве приводят к трудностям в практике применения правовых норм, что, в конечном счете, отражается на жизни общества в целом. Остается надеяться, что совместные усилия Федерального собрания и Правительства Российской Федерации приведут к скорейшему решению рассматриваемой проблемы.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Сергеев, В.И. Авторское право при отсутствии наследников должно принадлежать обществу / В.И. Сергеев, А.С. Марданшина // Гражданское право. – 2006. – № 4. – С. 10.
2. Сенников, Н.Л. О соответствии части 4 Гражданского Кодекса Российской Федерации общим положениям права интеллектуальной собственности / Н.Л. Сенников // Гражданское право. – 2006. – № 4. – С. 18.

Кафедра "Криминалистика и информатизация правовой деятельности"

УДК 34

М.А. Ментюкова

ВЗГЛЯДЫ П.А. СОРОКИНА И ПСИХОЛОГИЧЕСКАЯ ТЕОРИЯ ПРАВА

Рассматривая правовые взгляды П.А. Сорокина, следует исходить из того, что в области социологии первым и самым влиятельным его наставником стал М.М. Ковалевский, а в области правоповедения следует обратить внимание на бесспорное влияние философско-правовых идей Л.И. Петражицкого, всемирно признанного создателя психологической школы правоповедения, которого «благодарный последователь однажды назовет своим "вторым великим учителем"».

Рассмотрев отличие правовой нормы от других норм поведения, П.А. Сорокин ставит вопрос: где и в каких формах проявляются правовые нормы в жизни?

Прежде всего, такие нормы даны, считает он, в сознании каждого из нас, в нашей психике. Здесь они существуют в виде правовых убеждений, известных всем людям (кроме моральных идиотов) по собственному опыту. Вдумчиво взглядевшись в наше сознание, мы видим, что наша психика буквально кишит такими правовыми убеждениями. Они руководят оценкой

наших собственных и чужих поступков, они дают нам ответ, как должны мы поступить в том или ином случае и как должны относиться к различным поступкам других.

Как и сторонники психологической теории права П.А. Сорокин считал, что право или правовая норма дана не только в виде объективного психического явления, правового убеждения, но она проявляется и во множестве других объективных форм, именно – *во множестве поступков человека*.

Правовое убеждение редко остается чисто психическим явлением, скрытым в душе человека. Напротив, оно почти всегда в той или иной форме проявляется и выходит наружу. Основными формами его проявления служат поступки или поведение людей в широком смысле этого слова.

К первому основному способу выявления правового убеждения П.А. Сорокин относил *речь человека*, так как считал, что человек обычно не только думает про себя, что он имеет право или обязанность, но и постоянно высказывает эти убеждения.

Вторым основным способом выявления правового убеждения он считал символические жесты человека. Образцом может служить рукобיתье, употребляемое до сих пор многими при заключении договоров. Обряд "ударить по рукам" есть символический обряд, говорящий о том, что лица, заключающие правовую сделку, взаимно договариваются об определенных правах и обязанностях. В старину эти символические жесты были гораздо распространены. Обряды "курения трубки мира", "обмена и смешения каплями крови", наложения повязки на обязанного и т.д., все это есть не что иное, как внешнее выражение внутренних правовых убеждений.

Вместе с речью эти символические жесты, до появления писанных законов, составляли распространеннейшие способы выявления правовых убеждений первобытных народов. Немало таких правовых обрядов имеется и теперь.

Третьим основным способом выявления правового убеждения П.А. Сорокин считал *письменность*, причем не только как способ выявления, но и закрепления правовой нормы, но и как более позднее по времени средством проявления или внешнего обнаружения правовых убеждений. Потребность в письменном закреплении правовых норм в каждом обществе огромна. С появлением письменности правовые убеждения данного общества неизбежно должны были быть записаны. Из истории Рима, Спарты и Афин мы знаем, что в раннем периоде их истории зародилась борьба за писанные законы. Итогом этой борьбы явились Законы XI таблиц в Риме, Законы Ликурга и Солона в Греции. Так же происходило дело и в других странах. Теперь писанные законы являются нормальным способом закрепления и проявления правовых убеждений людей, обществ и государств. "Свод законов" любого государства есть не что иное, как совокупность правовых убеждений данного общества, официально признанных государством в качестве обязательных норм поведения.

Надо подчеркнуть, что П.А. Сорокин в целом поведение людей рассматривает как выявление правовых убеждений. Мы живем и действуем, рождаемся и умираем, радуемся и страдаем, окруженные «воздухом права»; в этом смысле право проникает во все поры общественной жизни. Благодаря ему мы негодуем при виде той или иной подлости, благодаря ему мы возмущаемся бесправием и бросаемся в борьбу за право, оно вызывает в нас восхищение "высокими актами исполнения долга", и т.д. – все эти разнообразные поступки, чувства и переживания, вызванные нашими правовыми убеждениями, согласные с ними и осуществляющие их, суть не что иное, как *формы проявления и реализации права или правового убеждения*.

Сорокин П.А., как истинный социолог, не мог не обратить внимание и на роль общественных институтов и иных организаций общества в проявлении правовых убеждений личности. Он справедливо отмечает, что формы проявления, или "объективирования" правовых убеждений или норм весьма многообразны, так как не только отдельные поступки людей, *но все их взаимоотношения, весь уклад общества или государства являются застывшими овеществившимися правовыми нормами или убеждениями*. Из совокупности поступков человека складывается его поведение, из совокупности поведения отдельных членов общества складывается жизнь данного общества и общественные взаимоотношения, а совокупность прочных и постоянных общественных взаимоотношений составляет то, что называется социальной и политической организацией данного общества и государства. Для того, чтобы любое общество или государство могло существовать, в нем должен быть устойчивый порядок. Такой устойчивый порядок или организация создается тем, что члены общества ведут себя установленным, определенным образом в тех или иных случаях; ведут себя так, как указывают правовые нормы или законы данного общества.

В итоге такого определенного поведения, диктуемого правовыми убеждениями, считает П.А. Сорокин, складывается определенная организация данного общества, его социальная и политическая физиономия. Если наиболее сильная часть общества считает лучшим политическим устройством монархию и приписывает монарху право на неограниченное господство, а подданным – обязанность повиновения, то в таком обществе неизбежной формой правления будет монархия. Если же эта часть общества имеет республиканские правовые убеждения или сменит монархические убеждения республиканскими, то эта смена неизбежно приведет к низвержению монархии и к установлению республики, как политической организации общества. Если более сильная часть общества обладает рабовладельческими правовыми убеждениями, то в итоге таких убеждений будет и соответствующее правовое поведение, а в итоге такого поведения неизбежно возникнет и институт рабства. Если такое правовое убеждение сменится обратным, признающим рабство противным праву и справедливости, то в результате неизбежным станет падение рабства и его уничтожение.

Все сказанное о политической форме правления и рабстве применимо и к любому общественному учреждению: к форме семьи, брака, собственности, к форме управления, к организации суда, наказания, образования и т.д. Как определенное общественное учреждение, так и весь уклад общественной жизни, закрепленный в его законах, есть не что иное, как застывшие правовые убеждения данного общества или его наиболее сильной части. Все они представляют "материальное", "вещественное" выражение невещественных правовых убеждений и норм. Вот почему с изменением правовых убеждений общества или сильнейшей части последнего изменяется и общественно-политическая организация государства.

В итоге П.А. Сорокин приходит к выводу о том, что право есть совокупность правил поведения, указывающих дозволенно-должное поведение путем распределения полномочий и обязанностей; такие правила или нормы даны в психике людей в виде правовых убеждений, указывающих должное поведение путем признания и разграничения определенных прав и обязанностей за теми или иными лицами в различных случаях жизни.

Эти правовые убеждения реализуются или объективируются: в правовых устных суждениях; в символически-правовых обрядах; в писанных законах; в поведении и поступках людей, вызванных к жизни этими убеждениями и представляющих

осуществление их; во всей социально-политической организации общества и в укладе его отдельных институтов и учреждений.

Отсюда следует критика позитивизма, когда Сорокин пишет, что "видно, в какую ошибку впадают те, кто под правом привык понимать только мертвые, застывшие статьи официальных кодексов или «безжизненные измышления юристов»; вопреки мнению таких лиц, мы видим, что право – живая реальность, окружающая нас со всех сторон. Оно, в виде убеждений в нас, а в виде словесных и письменных формул, в виде поступков и общественно-правовых институтов – вне нас.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Графский, В.Г. П.А. Сорокин и современное правопонимание / В.Г. Графский // Питирим Сорокин и проблемы современной России : сб. материалов Междунар. науч. симпоз., посвящ. 110-летию со дня рождения П.А. Сорокина (Москва, 4 – 9 февр. 1999 г.) / Приложение к журналу "РУСЬЭКО". – 2000. – № 5.

2. Сорокин, П.А. Элементарный учебник общей теории права в связи с теорией государства / П.А. Сорокин. – Ярославль : Изд-во Ярославского Кредитного Союза кооперативов, 1919.

Кафедра "Криминалистика и информатизация правовой деятельности"

УДК 347.78

О.П. Копылова

ПРОКУРОР ВПРАВЕ ПРИНЕСТИ ПРЕДСТАВЛЕНИЕ НА РЕШЕНИЕ СУДА

В настоящее время имеет место несоответствие норм права. В УПК РФ говорится об обжаловании приговора государственным обвинителем путем принесения представления, по ГПК РФ прокурор, участвующий в гражданском деле может принести представление, а в Федеральном законе от 17 января 1992 г. № 2202-1 "О прокуратуре Российской Федерации" – протест.

В соответствии с требованиями главы 43 УПК РФ судебные решения, не вступившие в законную силу, могут быть обжалованы сторонами в апелляционном или кассационном порядке в течение 10 суток со дня провозглашения приговора.

Согласно ч. 2 и 3 ст. 354 УПК РФ в апелляционном порядке рассматриваются жалобы и представления на не вступившие в законную силу приговоры и постановления, вынесенные мировыми судьями. А в кассационном порядке рассматриваются жалобы и представления на не вступившие в законную силу решения судов первой и апелляционной инстанций.

Право обжалования судебного решения принадлежит осужденному, оправданному, их защитникам и законным представителям, государственному обвинителю или вышестоящему прокурору, потерпевшему и его представителю. При этом следует учесть, что кассационное или апелляционное *представление* подает прокурор, а все иные участники приносят в суд жалобы.

До принятия нового УПК и введения его в действие с 1 июля 2002 г. судопроизводство велось по УПК РСФСР, 1960 г. Прежним законодательством регламентировался порядок подачи кассационного *протеста* на незаконный или необоснованный приговор суда первой инстанции (ст. 325 УПК РСФСР). С сентября 2000 г. в Тамбовской области приступили к рассмотрению уголовных, гражданских дел и материалов об административном правонарушении мировых судьи. Приговоры и решения мировых судей, не вступившие в законную силу, необходимо было обжаловать в апелляционную инстанцию – районный суд. Прокуроров наделили правом опротестовывать незаконный или необоснованный приговор мирового судьи в апелляционном порядке (ст. 478 УПК РСФСР).

С 1 февраля 2003 г. вступил в силу ГПК РФ, в котором речь идет не о протесте прокурора, а об апелляционном или кассационном представлении (ст. 320 и 336 ГПК РФ).

В ст. 36 ФЗ "О прокуратуре РФ" говорится о принесении прокурором в вышестоящий суд *протеста* на незаконный или необоснованный приговор, решение или определение суда. В данный закон много раз вносились различные изменения, дополнения, однако статья 36 осталась в прежней редакции. Текст ч. 2 ст. 36 ФЗ "О прокуратуре РФ" не соответствует новому порядку подачи представления в порядке надзора; уголовное дело должен истребовать не прокурор, а судья (ст. 402, 406 УПК РФ). По нашему мнению тексты ст. 36, 37 и 38 ФЗ "О прокуратуре РФ" необходимо изменить.

Изложив, например, ст. 36 в следующей редакции:

"1. Прокурор или его заместитель в пределах своей компетенции приносит в вышестоящий суд апелляционное или кассационное *представление* либо *представление* в порядке надзора, а в арбитражный суд – апелляционную или кассационную жалобу либо *представление* в порядке надзора на незаконное или необоснованное решение, приговор, определение или постановление суда. Помощник прокурора, прокурор управление, прокурор отдела могут приносить *представление* только по делу, в рассмотрении которого они участвовали.

2. Усмотрев, что решение, приговор, определение или постановление суда являются незаконными или необоснованными, прокурор приносит представление в порядке надзора.

3. *Представление* на решение судьи по делу об административном правонарушении может быть принесено прокурором города, района, вышестоящим прокурором и их заместителями".

Изменить ст. 37 необходимо следующим образом:

"Статья 37. Отзыв представления.

Представление на решение, приговор, определение или постановление суда до начала его рассмотрения судом может быть отозвано прокурором, принесшим представление".

Предлагаем также изменить редакцию ст. 30.11 Кодекса РФ об административных правонарушениях, вместо слова "протест", указать "представление", чтобы был единый порядок и единое название документа, приносимого прокурором на незаконное или необоснованное решение судьи, независимо от того, какое производство ведется: гражданское, уголовное, административное.

Кафедра "Криминалистика и информатизация правовой деятельности"

Секция 14

НОВЫЙ ПОДХОД К КОНСТРУИРОВАНИЮ УСТРОЙСТВА ЗАЩИТЫ ОРГАНОВ ДЫХАНИЯ НОВОРОЖДЕННЫХ ДЕТЕЙ

Традиционно устройства для защиты органов дыхания новорожденных детей при пожарах содержат в своей основе фильтрующие элементы, при этом побудитель расхода – взрослый человек – создает разрежение за счет вдыхания воздуха [1]. Такие конструкции характеризуются рядом недостатков:

- работа устройства под разрежением резко снижает надежность работы устройства в аварийных ситуациях из-за возможного подсоса токсичных веществ из окружающей среды при малейших нарушениях герметичности оболочки;
- сам принцип использования в качестве побудителя расхода очищаемого воздуха взрослых людей на практике вызывает большие сложности. Как правило, палату с новорожденными обслуживает всего несколько человек в смену. Это означает, что возникает опасность спасения не всех детей.

Для обеспечения эффективности использования устройств для защиты органов дыхания детей в чрезвычайных ситуациях они должны постоянно находиться в пределах досягаемости пользователя. В такой ситуации минимальные масса и габариты, а также простота и надежность в использовании становятся главными требованиями, предъявляемым к такому типу устройств.

Использование в средствах защиты органов дыхания новорожденных детей в качестве источника кислорода и поглотителя углекислого газа регенеративных продуктов на основе надпероксидов щелочных металлов позволяет соблюсти эти требования. При прохождении через данный продукт выдыхаемого воздуха происходит процесс его полной регенерации, включающий фазы поглощения углекислого газа и влаги и добавления выделившегося кислорода. При этом скорость выделения кислорода пропорциональна объемной скорости поглощения углекислого газа, в связи с чем обеспечивается экономное расходование имеющегося запаса кислорода.

Применение регенеративных продуктов на основе надпероксидов щелочных металлов существенно упрощает конструкцию средства защиты органов дыхания новорожденных детей, так как не требуется использование тяжелого баллонного оборудования, сложных легочных автоматов и громоздких поглотительных патронов. Все эти устройства заменяет одна емкость с химическим регенеративным продуктом.

В ОАО «Корпорация "Росхимзащита"» был разработан новый регенеративный продукт на основе надпероксида калия, синтезированного на подложке из ультратонкого стекловолокна [2, 3]. Продукт представляет собой пористые волокнистые пластины из стекловолокнистой матрицы с частицами (поликристаллитами) супероксида металла, прочно "закрепленными" в порах и на поверхности матрицы. Практически продукт состоит из частиц активного компонента супероксида металла, что обеспечивает его высокую газопроницаемость, оптимальные условия диффузии, высокую реакционную способность и исключает его "оплывание" в процессе регенерации, так как матрица хорошо структурирована. Размещение надпероксида калия на подложке из ультратонкого стекловолокна позволило увеличить механическую прочность регенеративного продукта.

Были разработаны и изготовлены макетные образцы устройства защиты органов дыхания новорожденных детей, снаряженного регенеративным продуктом на матрице. В качестве основы для устройства защиты органов дыхания новорожденных на химически связанном кислороде использовали серийно выпускаемые кровати – куветы, внутри которых размещали пластины регенеративного продукта на основе надпероксида калия, помещенные в карманы из фторопластовой пленки.

Конструкция устройства для защиты органов дыхания новорожденных детей представлена на рис. 1 [4].

Устройство работает следующим образом.

При возникновении угрозы и необходимости срочной эвакуации из вакуумной упаковки, которая разрывается по заранее выполненным надрезам, извлекается газонепроницаемая оболочка 1, которая в свою очередь надевается на кровать для новорожденного 2. Газонепроницаемая оболочка 1 фиксируется от смещения относительно кровати 2 стяжками 3 с замком 4.

С помощью концевых выключателей (не показаны) включаются вентиляторы 6, которые получают питание от блока питания 11. Вентиляторами 6 воздух прогоняется через рукава 5, в которых размещены пластины регенеративного продукта на пористой матрице 7. При этом пластины регенеративного продукта 7 выделяют кислород и поглощают диоксид углерода, т.е. обеспечивают ребенка пригодным для дыхания воздухом в течение всего времени защитного действия системы регенерации воздуха.

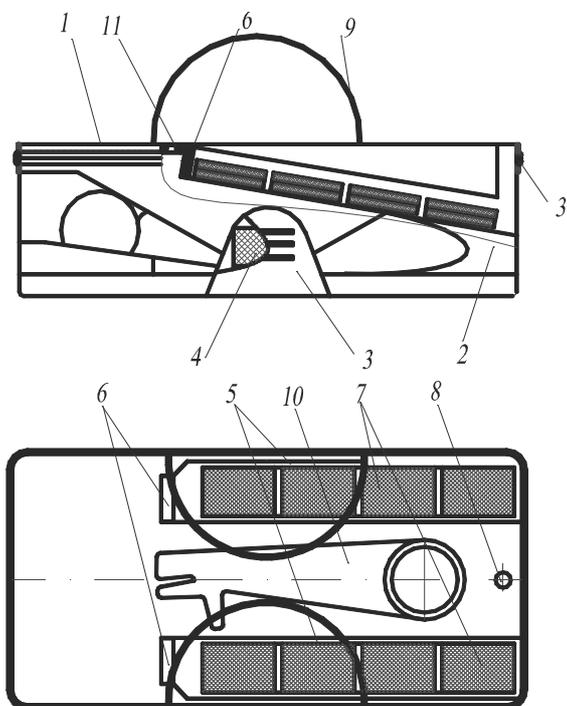


Рис. 1. Конструкция устройства для защиты органов дыхания новорожденных детей

При повышении давления в устройстве избыток газовой смеси сбрасывается через клапан избыточного давления 8. Обычно время защитного действия устройства составляет 15...30 мин и при необходимости может быть увеличено путем увеличения количества пластин регенеративного продукта на матрице 7. За ручки 9 кровать для новорожденного 2 вместе с ребенком может транспортироваться в безопасное место. При необходимости обслуживание ребенка во время переноски используется рукавица 10, в которую просовывается рука для фиксации ребенка, либо для изменения его положения в кровати. После эвакуации ребенка газонепроницаемая оболочка 1 удаляется и кровать для новорожденного 2 используется в стационарном режиме.

В ходе экспериментов был исследован состав газовой среды в устройстве для защиты органов дыхания новорожденных детей. Полученные результаты свидетельствуют о соответствии состава газовой среды в аппарате современным европейским нормам безопасности [5].

Состав газовой среды исследовался на наличие вредных примесей. Было установлено, что регенерированный воздух чистый, количество вредных веществ во вдыхаемом воздухе находится на уровне ПДК жилой зоны.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Пат. 2142299 РФ, МПК А 62 В 31/00. Устройство для защиты дыхания и кожи / С.В. Будаков. – 1999.
2. Пат. 2225241 РФ, МПК А 62 D 9/00. Регенеративный продукт и способ его получения / Т.В. Гладышева, Н.Ф. Гладышев, О.Н. Глебова, Б.В. Путин, В.П. Андреев. – 2004.
3. Поиск путей интенсификации процесса получения регенеративного продукта на матрице в вакууме / Р.В. Дорохов, Н.Ф. Гладышев, С.И. Дворецкий, Т.В. Гладышева, Э.И. Симаненков // Вестник Тамбовского государственного технического университета. – 2006. – Т. 12, № 4А. – С. 1057 – 1064.
4. Заявка 2006129720 РФ, МПК А 62 В 31/00. Устройство для защиты органов дыхания детей / Н.Ф. Гладышев, Т.В. Гладышева, Н.Ю. Холодилин, Р.В. Дорохов, Л.Э. Козадаев, Э.И. Симаненков, Б.В. Путин, С.Б. Путин. – 2006.
5. Европейский стандарт EN 13794:2001 Автономные дыхательные устройства. – Автономные дыхательные аппараты замкнутого цикла для самосохранения – требования, испытания, маркировка.

ОАО «Корпорация "Росхимзащита"»

УДК 621.385.6-036/8.0086

Н.А. Малков

ОПТИМИЗАЦИЯ ИЗМЕРЕНИЙ ДИЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ РЕЗИНОВЫХ СМЕСЕЙ НА СВЧ

Наиболее удобным для дефектоскопии на сверхвысоких частотах (СВЧ) оказался такой подход, при котором излучение падает нормально на исследуемый образец, изготовленный в виде плоскопараллельной пластинки. В эксперименте регистрируются параметры волны, прошедшей через образец или отраженной от него, т.е. измеряемыми величинами могут являться коэффициент пропускания T , соответствующий фазовый набег волны в образце φ_T , коэффициент отражения R и фазовый сдвиг при отражении φ_R . В предположении, что волна плоская, выражение для коэффициента пропускания пластинки вещества толщиной d на длине волны λ может быть записано в виде [1]:

$$T = \frac{[(1-R)^2 + 4R \sin^2 \varphi_R] \exp(-4\pi kd / \lambda)}{[1 - R \exp(-4\pi kd / \lambda)]^2 + 4R \exp(-4\pi kd / \lambda) \sin^2(2\pi nd / \lambda + \varphi_R)}, \quad (1)$$

а соответствующая фаза

$$\varphi = \frac{2\pi nd}{\lambda} - \operatorname{arctg} \frac{k(n^2 + k^2 - 1)}{(k^2 + n^2)(2+n) + n} + \operatorname{arctg} \frac{R \exp(-4\pi kd / \lambda) \sin(2\varphi_R + 4\pi nd / \lambda)}{1 - R \exp(-4\pi kd / \lambda) \cos(2\varphi_R + 4\pi nd / \lambda)}, \quad (2)$$

где n и k – искомые диэлектрические параметры материала, а именно n – показатель преломления и k – показатель поглощения. Входящие в выражения R и φ_R – коэффициент отражения и фазовый сдвиг волны при отражении от "бесконечного слоя" данного вещества. Эти величины также однозначно определяются диэлектрическими параметрами вещества n и k и связаны с ними хорошо известными соотношениями:

$$R = \frac{(n-1)^2 + k^2}{(n+1)^2 + k^2}; \quad (3)$$

$$\varphi_R = \operatorname{arctg} \frac{2k}{n^2 + k^2 - 1}. \quad (4)$$

Любая пара из приведенных выражений (1) – (4) может рассматриваться в качестве уравнений для расчета искомого n и k . Имеются, очевидно, и другие возможности получить два уравнения для расчета n и k . Это можно сделать, измерив, например, коэффициенты пропускания T_1 и T_2 для двух образцов разных толщин. С учетом толщины образца могут быть записаны также и величины R и φ_R . Тогда n и k могли бы быть получены на основании измерений либо R , либо φ_R , выполненных для двух образцов с разными толщинами. Понятно, однако, что выбор той или иной пары экспериментальных величин в значительной степени определяется теми техническими трудностями, с которыми сопряжено измерение T , R , φ_T , φ_R . Существует определенная иерархия экспериментальных методов измерения этих величин с точки зрения трудоемкости выполнения измерений. Наиболее широко в экспериментальной практике применяются сейчас следующие сочетания измеряемых величин: T_1 и T_2 , T и φ_T , T и R , R и φ_R . Поскольку в каждом из этих четырех случаев n и k получаются в результате решения системы уравнений, существенно нелинейных, то неопределенность в полученных n и k в значительной мере зависит не только от погрешностей измерения T , R , φ_T , φ_R , но и от абсолютных значений самих n и k . Диапазон же изменения диэлектрических параметров резиновых смесей в области миллиметровых волн чрезвычайно широк. В обычных диэлектриках n не превышает нескольких единиц и k может оставаться на уровне $10^{-5} \dots 10^{-3}$ вне зависимости от температуры.

Различные возможности получения n и k из данных по T , R , φ_R , φ_T иллюстрируются рис. 1 и 2. Представленные графики по сути дела демонстрируют несколько случаев графического решения уравнений (1) – (4). Каждому материалу на плоскости (n , k) соответствует вполне определенная точка, которая находится на пересечении кривых постоянных коэффициентов пропускания, отражения и соответствующих фаз при фиксированных значениях d/λ .

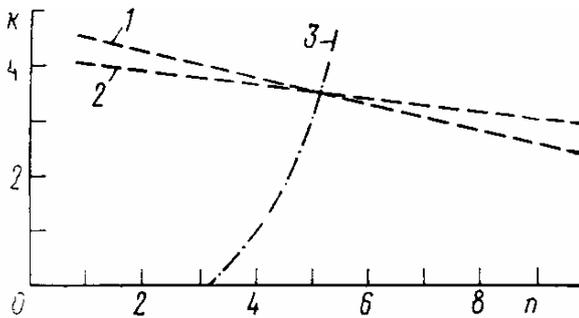


Рис. 1. Кривые постоянного коэффициента пропускания T (1, 2) и фазового сдвига в образце φ_T (3); $\lambda = 10$ мм: 1 – $d = 6$ мм, $T = 0,017$; 2 – $d = 4$ мм, $T = 0,0008$; 3 – $d = 2$ мм, $\varphi_R = 80^\circ$

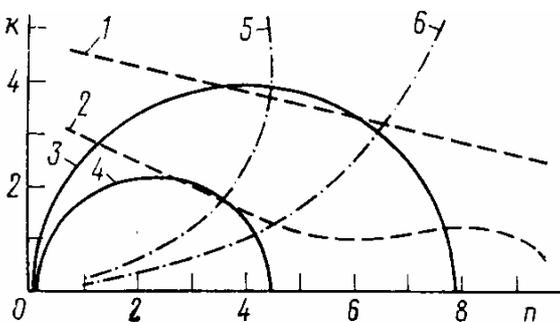


Рис. 2. Кривые постоянного коэффициента пропускания T (1, 2), коэффициента отражения R (3, 4) и фазового сдвига волны при отражении φ_R :

1 – $d = 6$ мм, $T = 0,017$, $\lambda = 10$ мм; 2 – $d = 3$ мм, $T = 0,1$, $\lambda = 10$ мм;
3 – $R = 0,6$; 4 – $R = 0,4$; 5 – $\varphi_R = 13^\circ$; 6 – $\varphi_R = 7^\circ$

Необходимо отметить, что в координатах n и k кривые постоянных T_1 и T_2 , а также T и R в общем случае не являются по отношению друг к другу ортогональными и для некоторых сочетаний n и k могут пересекаться под очень малыми углами. В этом случае при конечной точности измерений T и R точность определения координат точки пересечения этих кривых

оказывается весьма низкой (кривые 1 и 2 на рис. 1 и кривые 1 и 3, 2 и 4 на рис. 2). Отсюда следует, что, например, для метода T и R (рис. 2) определение n и k в области значений $n \sim 3 \dots 3,5$, $k \sim 1 \dots 2$ (кривые 2 и 4) значительно менее эффективно, чем измерение этим методом n и k в области $n \sim 7 \dots 8$ и $k \sim 1$ (кривые 2 и 3). В этом отношении методы T и φ_T , R и φ_R являются более универсальными.

В силу того, что величины T и φ_T , а также R и φ_R представляют собой соответственно квадраты модулей и фазы комплексных функций –коэффициента пропускания и коэффициента отражения, кривые постоянных T и φ_T , как и R и φ_R , на плоскости (n, k) всегда пересекаются под прямыми углами.

Таким образом, на основании вышесказанного понятно, что для некоторого конкретного диэлектрика при заданном уровне экспериментальных погрешностей в измерении T , R , φ_T и φ_R существует вполне определенная пара из этих величин, выбор которой является оптимальным с точки зрения наиболее точного определения n и k .

В настоящей работе на основании соотношений (1) – (4) нами производалась оценка точностей определения n и k , которые могут быть получены в эксперименте при помощи вышеупомянутых четырех методов T_1 и T_2 , T и φ_T , R и φ_R при учете реальных ошибок измерения величин T , R , φ_T и φ_R . В расчетах использовались такие числовые величины этих ошибок, которые сейчас можно считать типичными для измерений в диапазоне миллиметровых волн. Они соответствуют, в частности, тем экспериментальным методикам определения T , R , φ_T и φ_R , при помощи которых нами проводилось изучение диэлектрических свойств резиновых смесей.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Измерения на миллиметровых и субмиллиметровых волнах: методы и техника / под ред. Р.А. Валитова. – М. : Радио и связь, 1984. – 296 с.

Кафедра "Радиоэлектронные средства бытового назначения"

УДК 532.137:53.082.32

Н.М. Гребенникова, Д.М. Мордасов

СТРУЙНЫЙ МЕТОД И УСТРОЙСТВО КОНТРОЛЯ ВЯЗКОСТИ ЖИДКОСТИ

Пневматические струйные методы разделяются на две группы. К одной группе относятся методы, в которых истечение струи происходит из сопла погруженного в контролируемую жидкость, например, пневмометрический (пузырьковый) метод. Однако метод имеет ряд недостатков, и одним из наиболее существенных является то, что происходит погружение сопла в исследуемую жидкость. Другая группа объединяет методы, в которых истечение струи происходит из сопла расположенного над поверхностью жидкости и основаны на применении режима автоколебаний или сдвиговом режиме. Применение автоколебательного режима имеет ряд ограничений по составу жидкости. В частности, автоколебательный режим не применим для жидкостей, имеющих твердые или газовые включения. Сдвиговый режим, основанный на зависимости изменения размеров углубления на поверхности жидкости от вязкости, позволяет проводить контроль вязкости неоднородной жидкости и в нем не предусмотрен контакт рабочего сопла с поверхностью контролируемой жидкости. Этот метод недостаточно широко изучен с целью применения в измерительной технике. Таким образом, актуальной является задача поиска, разработки и исследования новых бесконтактных пневматических методов контроля вязкости жидкостей и реализующих их устройств.

Анализ экспериментальных исследований процессов роста и восстановления углубления при сдвиговом режиме показал, что для контроля вязкости целесообразно использовать процесс роста глубины лунки до размера полусферы, когда значения глубины и радиуса лунки по поверхности жидкости равны.

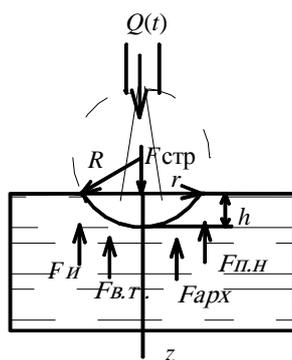


Рис. 1. Силы, действующие в двухфазной системе "струя газа–жидкость"

На поверхности раздела фаз (рис. 1) действуют:

– сила струи

$$F_{\text{стр}} = khr;$$

– выталкивающая сила

$$F_{\text{арх}} = \pi \rho g h^2 \left(R - \frac{h}{3} \right);$$

– результирующая сил поверхностного натяжения

$$F_{п.н} = \pi \frac{2\sigma}{R} h(2R - h);$$

– сила вязкого трения

$$F_{в.т} = 3\pi\mu R \left(1 - \frac{R-h}{R}\right) \frac{dh}{dt};$$

– инерционная сила

$$F_{и} = \frac{1}{3} \pi \rho R^3 \left(\left(1 - \frac{h}{R}\right)^3 - 1 \right) \frac{d^2h}{dt^2},$$

где ρ – плотность жидкости, кг/м³; g – ускорение свободного падения, м/с²; R – радиус погружаемой полусферы, м; h – глубина лунки, м; σ – коэффициент поверхностного натяжения, Н/м; μ – динамическая вязкость, Па·с; k – коэффициент пропорциональности, Н/м.

Баланс сил на поверхности раздела фаз [1] имеет вид

$$F_{стр} = F_{арх} + F_{п.н} + F_{в.т} + F_{и}. \quad (1)$$

Подставив зависимости для расчета каждой из сил получим обобщенное дифференциальное уравнение баланса сил

$$kh = \pi \rho g h^2 \left(R - \frac{h}{3} \right) + \pi \frac{2\sigma}{R} h(2R - h) + 3\pi\mu R \left(1 - \frac{R-h}{R}\right) \frac{dh}{dt} + \frac{1}{3} \pi \rho R^3 \left(\left(1 - \frac{h}{R}\right)^3 - 1 \right) \frac{d^2h}{dt^2}. \quad (2)$$

Полученное уравнение является нелинейным и аналитического решения не имеет. Решить уравнение можно, если пренебречь влиянием инерционной составляющей, что в нашем случае вполне оправдано, так как формирование лунки происходит медленно. С учетом этого уравнение (2) примет вид.

$$kh = \pi \rho g h^2 \left(R - \frac{h}{3} \right) + \pi \frac{2\sigma}{R} h(2R - h) + 3\pi\mu R \left(1 - \frac{R-h}{R}\right) \frac{dh}{dt}. \quad (3)$$

Решая дифференциальное уравнение (3) относительно h при нулевых начальных условиях, получим зависимость, описывающую изменение глубины лунки (ее центральной точки) от времени воздействия:

$$h(t) = \frac{k_1 \left[1 - \exp\left(\frac{a(k_1 - k_2)}{3\mu} t \right) \right]}{1 - \frac{k_1}{k_2} \exp\left(\frac{a(k_1 - k_2)}{3\mu} t \right)}, \quad (4)$$

$$\text{где } a = \frac{\rho g}{3}, \quad k_{1,2} = -\frac{\left(\frac{2\sigma}{R} - \rho g R \right)}{\frac{2\rho g}{3}} \pm \sqrt{\frac{\left(\frac{2\sigma}{R} - \rho g R \right)^2}{4 \left(\frac{\rho g}{3} \right)^2} - \frac{\frac{k}{\pi} - 4\sigma}{\frac{\rho g}{3}}}.$$

Для контроля вязкости при неизменных ρ и σ образцовой и контролируемой жидкости

$$\mu_x = \mu_{обр} \frac{\Delta t_x}{\Delta t_{обр}}. \quad (5)$$

Выражение (5) представляет собой математическую модель метода контроля вязкости, сущность которого заключается в следующем: контроль вязкости жидкости, для которой плотность и поверхностное натяжение остается постоянным, осуществляется сравнением времени изменения деформации образцовой жидкости и контролируемой при струйном воздействии на них на заданную величину.

Разработано устройство, реализующее предложенный метод, схема которого приведена на рис. 2.

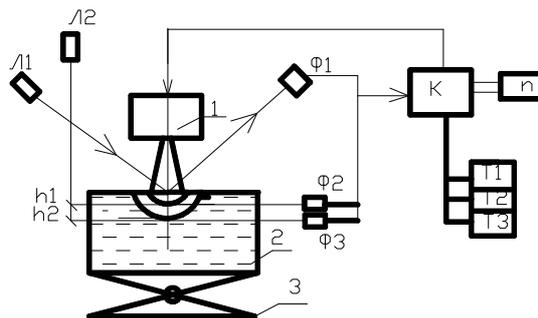


Рис. 2. Принципиальная схема устройства для контроля вязкости жидкости

Кювету 2 с образцовой жидкостью (с известными значениями вязкости, поверхностного натяжения, плотности) помещают на подъемный механизм вертикального перемещения 3. Кювету с помощью подъемного механизма устанавливают так, чтобы отраженный от поверхности луч лазера Л1 попал на фотодатчик Ф1. Это обеспечивает контроль заданного расстояния от сопла до поверхности жидкости.

На счетчике n устанавливается количество повторов измерений.

Получив команду "измерение", контроллер К обнуляет таймеры Т1, Т2, Т3 затем включает электропневматический генератор 1 турбулентной струи. Струя воздействует на поверхность жидкости, формируя на ней лунку. Деформация поверхности газовой струей нарушает условие отражения лазерного луча, при этом срабатывает фотодатчик Ф1, включаются таймеры Т1, Т2. Под действием струи глубина лунки увеличивается. При достижении значения h_1 срабатывает фотодатчик Ф2 "глубина h_1 ". Контроллер останавливает таймер Т1 и включает таймер Т3. При достижении нижней границей "растущей" лунки глубины h_2 срабатывает фотодатчик Ф3 "глубина h_2 " и контроллер К останавливает таймеры Т2, Т3; при этом включается электропневматический генератор турбулентной струи. Начинается процесс восстановления поверхности жидкости. При полном восстановлении срабатывает фотодатчик Ф1. Контроллер анализирует количество повторов (заданных и выполненных) и при несовпадении этих значений цикл повторяется. Время деформации образцовой жидкости рассчитывается как среднее значение установленного числа повторений.

Процесс повторяют для контролируемой жидкости.

О значении вязкости судят по отношению времени прохождения фиксированного расстояния образцовой жидкости и контролируемой.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гребенникова, Н.М. Модель вертикального движения лунки, образованной на поверхности вязкой жидкости / Н.М. Гребенникова, В.Б. Вязовов // Теплофизика в энергосбережении и управлении качеством : материалы Шестой междунар. теплофиз. школы : в 2 ч. – Тамбов, 1 – 6 окт. 2007 г. / Тамб. гос. техн. ун-т. – Тамбов, 2007. – Ч. 1. – С. 214–215.

Кафедра "Автоматизированные системы и приборы"

УДК 539.216

И.В. Иванова, З.А. Михалева

АНАЛИЗ МЕТОДОВ НАНЕСЕНИЯ КАТАЛИЗАТОРОВ ДЛЯ СИНТЕЗА УГЛЕРОДНЫХ НАНОМАТЕРИАЛОВ В ЗОЛЬ-ГЕЛЬ ТЕХНОЛОГИИ

С целью выявления способа введения катализатора в процесс синтеза углеродных наноматериалов был проведен аналитический обзор литературы.

Существенное влияние на процесс синтеза углеродных наноматериалов оказывает химический состав активных компонентов катализатора, метод их нанесения, а также тип носителя, его пористая структура, физико-химические параметры (текстура).

Методы каталитического пиролиза газов подразделяются по способу введения катализаторов на два вида:

- пиролиз с катализатором на носителе (или на подложке);
- пиролиз с "летучим" катализатором.

Для получения порошкообразных катализаторов применяют соосаждение гидроксидов, пропитку (импрегнирование) мелкодисперсных или мезопористых носителей растворами солей металлов с последующим разложением солей и восстановлением металлов водородом, восстановление металлов, метод "мокрого сжигания", золь-гель процесс. Реже используют ионный обмен.

При каталитическом пиролизе с катализатором на носителе важное значение имеет химический состав поверхности подложки.

В большинстве случаев для получения пленок используются различные варианты каталитического выращивания на подложках с нанесенным катализатором. Изменение состава и толщины напыленных слоев позволяет регулировать плотность углеродных нанотрубок (УНТ) на подложке. Различное действие подложек на рост УНТ связано с разной шероховатостью поверхности подложки. Шероховатость влияет на величину $S_{уд}$, плотность дефектов и, как следствие, на размеры частиц катализатора. Считается, что наиболее предпочтительны шероховатые подложки. При использовании порошкообразных катализаторов важную роль играет взаимодействие металла с носителем.

Одним из основных требований является способность покрытия формировать на поверхности подложки тонкие и равномерные слои, имеющие прочное сцепление с поверхностью металла при минимальном количестве дефектов (таких как участки несмачиваемости, наплывы, точечные сколы).

Состояние поверхности, на которое наносится покрытие, оказывает большое влияние на процесс формирования покрытия и на его качество. Огромное значение имеет предварительная обработка поверхности подложки, цель которой состоит в очистке поверхности от жиров и других загрязнений, чтобы обеспечить надлежащее сцепление покрытия с подложкой. Предварительное окисление поверхности подложки является обязательным. В противном случае вместо образования сплошного слоя раствор собирается в капли.

Важнейшим этапом процесса получения УНТ является отделение углеродной фракции от подложки с катализатором и последующая ее очистка, направленная на удаление примесей аморфного углерода и наночастиц углерода.

Пиролиз на плоских и рельефных подложках имеет свои особенности, поскольку позволяет получать ориентированные УНТ и структуры из УНТ. На плоские или фигурные подложки катализаторы наносят напылением (например, магнетронным), осаждением аэрозолей, "капельным" методом, центрифугированием жидких составов с последующей термической обработкой (сушкой, прокаливанием, восстановлением), пневматическим распылением растворов или суспензий, методом микропечати. Используют также метод погружения подложки в раствор с последующим ее вытягиванием с определенной скоростью (например, $4 \text{ см} \cdot \text{мин}^{-1}$). Тонкие пленки металла, напыленные на плоские подложки, при отжиге в инертной среде

превращаются в островки или нанометровые частицы. Напыление проводят с помощью магнетронов, электронного или ионного луча, лазерной абляции мишени.

Оригинальной разновидностью метода центрифугирования является получение тонких пленок состава $\text{V}_{12}\text{SiO}_{20}$. Прекурсор наносят на вращающуюся со скоростью 3000 об/мин подложку, сушат на воздухе и обжигают при 400 °С. Для получения заданной толщины наносят последовательно нужное количество слоев, промежуточно обжигая каждый слой при 400 °С. Формирование кристаллической структуры силикосилленита осуществляют термическим обжигом при 650 °С в течение часа.

Метод обратных мицелл обычно сочетают с нанесением коллоидного раствора путем погружения, центрифугирования или пневматического распыления.

Для нанесения на подложку очень маленьких (1...2 нм) и одинаковых по размеру индивидуальных частиц катализатора можно использовать ферритин, апоферритин и подобные ферритину белки или дендримеры.

Напыление может проводиться через маски, обеспечивая рост УНТ на определенных участках подложки и организацию их в виде тех или иных структур. Своеобразными масками для получения индивидуальных однослойных УНТ (ОУНТ) или их сростков могут служить упорядоченные массивы микросфер SiO_2 .

Особый интерес представляет получение УНТ на катализаторах, нанесенных методом микропечати. Для микропечати обычно используют полиметилсилоксановые штампы. Метод довольно прост и гибок: он позволяет получать значительное число копий на сравнительно больших (более 1 см^2) площадях с разрешающей способностью от менее 100 нм до более 1 мкм. Для нанесения катализатора применяют "чернила" – спиртовые (этанол, изопропиловый спирт) растворы нитратов металлов. Изменение концентрации наносимого раствора и температуры пиролиза позволяет регулировать диаметр УНТ.

При холодном напылении металлических покрытий основным фактором, определяющим качество покрытия, становится кинетическая энергия частиц металла покрытия и частиц керамики. Частицы керамики играют роль микроскопических кувалд – они передают свою кинетическую энергию нижележащим слоям, уплотняют их, снижая пористость покрытия. Некоторые керамические частицы застревают в покрытии, другие отскакивают от него. Таким способом получают покрытия только из относительно пластичных металлов – меди, алюминия, цинка, никеля и др.

Основой аппарата для напыления металлических порошков стали сверхзвуковое сопло и малогабаритный электрический нагреватель сжатого воздуха, способный доводить температуру потока до 500...600 °С. В конструкции аппарата с воздушной струей применяется принцип пульверизатора. Когда газ проходит по каналу переменного сечения, то в узком месте его скорость увеличивается, а статическое давление падает и может даже быть ниже атмосферного. Канал, по которому порошок поступает из питателя, расположен как раз в таком месте, и порошок перемещается в сопло за счет подсоса воздуха.

Переносной аппарат имеет ряд достоинств:

- для работы аппарата нужны электросеть и воздушная магистраль или компрессор, обеспечивающий давление сжатого воздуха 5...6 атм и подачу 0,5 $\text{м}^3/\text{мин}$;
- при нанесении покрытий температура подложки не превышает 150 °С;
- покрытия обладают высокой адгезией (40...100 $\text{Н}/\text{мм}^2$) и низкой пористостью (1...3 %);
- оборудование не выделяет вредных веществ и излучений;
- можно напылять покрытия практически любой толщины.

В состав установки входят: напылитель массой 1,3 кг, который оператор держит в руке или закрепляет в манипуляторе; нагреватель воздуха; порошковые питатели; блок контроля и управления работой напылителя и питателя. Все это смонтировано на стойке. Следует отметить, что данный метод напыления является наиболее приемлемым по сравнению с другими методами напыления.

В результате анализа литературных источников выявлены методы нанесения катализатора на подложку, допустимые в золь-гель-технологии: центрифугирование и холодное напыление.

На данном этапе проведены экспериментальные исследования способа нанесения катализатора методом центрифугирования. Цитратным золь-гель методом был приготовлен золь, который выдерживали при температуре 80 °С в течение двух часов и наносили на вращающуюся со скоростью 3000 об/мин подложку, затем проводили термообработку при 550 °С в течение часа. Для синтеза углеродного наноматериала обычный Ni/Mg катализатор и Ni/Mg катализатор, приготовленный в магнитном поле. Для получения необходимого количества катализатора последовательно наносили на подложку несколько слоев золя, обжигая при этом каждый слой. Подложки из кремния, алюминия и стекла предварительно обезжиривались. Синтез углеродного наноматериала проводили в реакторе периодического действия. Удельный выход углерода на намагниченных алюминиевых подложках составил 7,1 г/г; стеклянных – 1,72 г/г; кремниевых – 1,1 г/г; на обычных алюминиевых подложках – 4,8 г/г; стеклянных – 3,7 г/г; кремниевых – 2,7 г/г.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Раков, Э.Г. Получение тонких углеродных нанотрубок каталитическим пиролизом на носителе / Э.Г. Раков // Успехи химии. – 2007. – Т. 76, № 1. – С. 3 – 26.
2. Тонкие золь-гель пленки силиката висмута / Е.О. Клебанский [и др.] // Физика твердого тела. – 1999. – Т. 41. – Вып. 6. – С. 1003 – 1005.
3. Тарасюк, Е.В. Формирование гибридной органо-неорганической изоляции на обмоточных проводах непрерывным способом нанесения из золь / Е.В. Тарасюк, О.А. Шилова, С.В. Хашковский // Технологии. Инструменты. – 2003. – Т. 8, № 3. – С. 82 – 87.

Кафедра "Техника и технологии машиностроительных производств"

УДК 661.66

М.С. Попов, А.Д. Зеленин, Н.Р. Меметов

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОСНОВНЫХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ПРОЦЕССА СИНТЕЗА УГЛЕРОДНЫХ НАНОСТРУКТУРНЫХ МАТЕРИАЛОВ В ВИБРООЖИЖЕННОМ СЛОЕ

Анализ оборудования, используемого в процессах каталитического синтеза углеродных наноструктурных материалов (УНМ), показал, что его можно условно разделить на две подгруппы: с неподвижным катализатором и с перемешиваемым. Несомненным достоинством аппаратов с перемешиваемым слоем катализатора является то, что реакция разложения в них идет во всем объеме материала. Поскольку катализаторы, используемые в данных процессах, чаще всего представляют собой мелкодисперсные порошки, одним из основных способов перемешивания катализатора является виброожижение. Поэтому дальнейшие исследования были посвящены созданию конструкции реактора для получения УНМ в виброожиженном слое.

В качестве углеродсодержащего сырья наиболее часто используются такие углеводороды как метан, пропан, бутан, ацетилен, поэтому нами была выбрана пропан-бутановая смесь, являющаяся дешевой и доступной.

Конструкция реактора для синтеза УНМ (рис. 1) представляла собой цилиндрическую обечайку 1, обогреваемую снаружи электрическим нагревателем 2. Корпус в верхней части был снабжен коническим раструбом 3 для предотвращения уноса материала. В крышке корпуса 4 установлены термопара 5 типа ХА, конец которой заглублен в слой материала, патрубки подачи 6 и отвода газа 7. Реактор был установлен на вибростоле 8. Источником вибрации служил вибратор ИВ-99Н с возможностью регулирования амплитуды колебаний за счет изменения взаимного расположения дебалансов. Температура контролировалась и регулировалась с помощью ПИД-регулятора ТРМ10. Расход газа измерялся и контролировался ротаметром РМА-0,1 Г.

УНМ синтезировали следующим реактор, который герметизировался. После (аргон) для удаления воздуха, включали температуры в реакционной зоне значения. По истечении времени проведения варьировалось, отключали нагрев и аппарата инертном для удаления инертного газа реактор охлаждался до извлекался полученный продукт.

Продувка реактора инертным газом реакции необходима, поскольку восстановление реакционной смесью в к формированию каталитических размеров и последующему росту. Вместе с тем, формирование непосредственно в условиях реакции, т.е. в зародышей с малым критическим нанотрубок [1].

Изучение влияния массы проводили следующим образом. Порошок Ni-MgO после взвешивания засыпался в реактор. Включался нагрев и вибропривод. Относительное ускорение вибрации составляло 3,8. После достижения температуры слоя величины 600 °С, подачу аргона прекращали и подавали углеродсодержащий газ (пропан-бутановую смесь (пропан/бутан = 70/30)). Время процесса пиролиза составляло 30 мин, после чего в реактор вновь подавали аргон и охлаждали до температуры окружающей среды. Полученный продукт извлекали и взвешивали.

Установлено, что при увеличении массы катализатора при неизменных времени пиролиза и расходе газа удельный выход снижается, что можно объяснить низкой концентрацией пироуглерода в зоне реакции. Вместе с тем, уменьшение массы загружаемого катализатора нецелесообразно, поскольку при таких параметрах не образуется виброожиженный слой катализатора, что приводит к неравномерному температурному полю в зоне реакции и ухудшает однородность получаемого продукта.

Увеличение расхода газа способствует увеличению удельного выхода, однако при значении расхода газа выше 120 л/ч инициируется унос катализатора.

При значительных расходах газа (> 80 л/ч) наблюдалось существенное (до 570 °С) снижение температуры синтеза, что сопровождалось ростом количества аморфного углерода. Поэтому в последующих опытах углеводород предварительно подогревался в теплообменнике до температуры 450 °С, что позволяло в ходе реакции избегать значительных колебаний температуры, тем самым стабилизируя условия пиролиза, обеспечивая повышение удельного выхода продукта и снижение объема примесей.

В результате изучения влияния времени проведения процесса на удельный выход продукта K установлено, что увеличение времени процесса способствует росту УНМ. При достижении значений 12...12,8 г/г_{кт} рост УНМ практически останавливается. Замедление роста УНМ и далее практически полное его отсутствие свидетельствует о том, что катализатор теряет свою активность и дальнейшее проведение процесса является нецелесообразным.

После обработки полученных экспериментальных данных была получена зависимость, позволяющая оценить удельный выход продукта в реакторе каталитического пиролиза пропан-бутановой смеси в виброожиженном слое катализатора, на который влияют время проведения процесса и коэффициент k_n , учитывающий избыток газа,

$$k_n = f\left(\frac{V_r}{m_{kt}}\right), \quad (1)$$

где V_r – расход газа, л/ч; m_{kt} – масса катализатора, г.

Для катализатора Ni-MgO и пропан-бутановой смеси коэффициент k_n выбирается из следующих соображений:

$$k_n = 1 \text{ при } V_r / m_{kt} > 45;$$

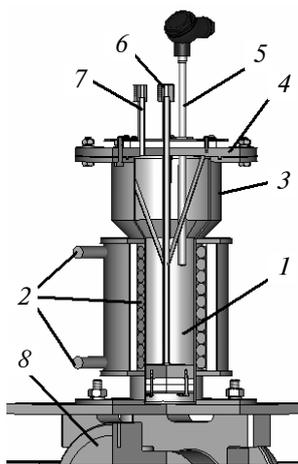


Рис. 1. Реактор с виброожиженным слоем материала

образом. Навеску катализатора помещали в этого в реакционную зону подавали инертный газ нагреватель и вибропривод. При достижении 600 °С аргона заменяли пропан-бутановой смесью. процесса, которое в различных опытах вибропривод и снова проводили продувку газообразных продуктов пиролиза. В токе температуры окружающей среды и из реактора

перед подачей пропан-бутановой смеси в зону предварительное восстановление катализатора или ходе постепенного подъема температуры приводит металлических частиц с широким распределением углеродных отложений различной структуры. металлических частиц при высокой температуре радиусом, приводит к образованию однородных

катализатора на удельный выход про- дукта

Включался нагрев и вибропривод. Относительное ускорение вибрации составляло 3,8. После достижения температуры слоя величины 600 °С, подачу аргона прекращали и подавали углеродсодержащий газ (пропан-бутановую смесь (пропан/бутан = 70/30)). Время процесса пиролиза составляло 30 мин, после чего в реактор вновь подавали аргон и охлаждали до температуры окружающей среды. Полученный продукт извлекали и взвешивали.

при $V_r / m_{kt} \leq 45$ $k_{и}$ рассчитывается по формуле

$$k_{и} = \frac{1}{-5,4848 \cdot 10^{-3} \left(\frac{V_r}{m_{kt}} \right)^2 + 3,4564 \ln \left(\frac{V_r}{m_{kt}} \right) + \frac{m_{kt} \cdot 59,509}{V_r}}. \quad (2)$$

После определения коэффициента $k_{и}$ удельный выход продукта K можно рассчитать по следующей зависимости [2]:

$$K = \frac{13(1 - e^{-k_{и}t})}{19e^{-k_{и}t} + 1}, \quad (3)$$

где K – удельный выход продукта $г_с/г_{кт}$; t – время проведения процесса, мин.

В результате комплексных экспериментальных исследований процесса пиролиза пропан-бутановой смеси в виброожигенном слое Ni-MgO катализатора были определены основные технологические параметры оборудования для синтеза УНМ. Полученные зависимости позволили создать достаточно простую и удобную методику расчета реакторов для синтеза УНМ в виброожигенном слое [3].

Установлено, что время проведения процесса зависит от отношения расхода газа V_r к массе катализатора $m_{кт}$. Отношение $V_r / m_{кт}$ должно выбираться таким образом, чтобы обеспечить отсутствие уноса материала из зоны реакции. При расходах газа более 80 л/ч требуется предварительный подогрев газа для обеспечения стабильного температурного режима реакционном пространстве. Максимальное значение удельного выхода для данных условий $K = 12 \dots 12,8$ $г_с/г_{кт}$.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Усольцева, А.Н. Физико-химические основы каталитического синтеза углеродных нанотрубок : автореф. дис. ... канд. хим. Наук : 02.00.15 / А.Н. Усольцева. – Новосибирск, 2007. – 19 с.
2. Меметов, Н.Р. Перспективы промышленного синтеза углеродных нановолокон каталитическим пиролизом углеводородов / Н.Р. Меметов, А.А. Пасько, А.Г. Ткачев // Теоретические и экспериментальные основы создания нового оборудования : сб. тр. VII междунар. науч. конф. – Иваново, 2005. – С. 213 – 216.
3. Меметов, Н.Р. Методика расчета реакторов для синтеза углеродных наноструктурных материалов в виброожигенном слое / Н.Р. Меметов, А.Г. Ткачев, А.Д. Зеленин // Вопросы современной науки и практики. Университет им. В.И. Вернадского. – 2006. – № 3(5). – С. 124 – 130.

Кафедра "Техника и технология машиностроительных производств"

УДК 661.66 + 662.951.28

А.А. Баранов, С.А. Мельников, М.С. Чуриков

РАСЧЕТ РЕАКТОРА СИНТЕЗА УГЛЕРОДНЫХ НАНОСТРУКТУРНЫХ МАТЕРИАЛОВ НА БАЗЕ АППАРАТА ПУЛЬСИРУЮЩЕГО ГОРЕНИЯ

Наиболее простыми источниками тепловой энергии, которые на сегодняшний момент широко применяются для обеспечения необходимых температур в реакторах синтеза углеродных наноструктурных материалов (УНМ), являются различного рода электронагреватели. Их достоинствами являются простота устройства и монтажа, а также удобство регулирования. Недостатки – большие эксплуатационные затраты из-за высокой стоимости электроэнергии.

Альтернативным вариантом, обеспечивающим необходимые температурные диапазоны в процессах синтеза УНМ, может служить использование различного рода горелочных устройств, в которых сжигается органическое топливо. В этом направлении весьма перспективным представляется реализация процессов горения в пульсирующем режиме в аппаратах специальной конструкции. Такой режим горения позволяет обеспечить максимальную полноту тепловыделения топлива, существенно интенсифицировать тепло- и массообменные процессы и повысить теплонапряженность. При таких условиях очевидно уменьшение металлоемкости конструкции, сокращение затрат на монтаж и обслуживание теплогенерирующего оборудования. Кроме того, продукты сгорания отвечают самым жестким экологическим требованиям.

Одним из вариантов исполнения реактора синтеза УНМ периодического действия на базе аппарата пульсирующего горения (АПГ) может служить конструкция, представленная на рис. 1.

Реактор включает аппарат пульсирующего горения с аксиальным расположением камеры сгорания 1, аэродинамического клапана 2 и резонансной трубы 3. Реакционный объем 5, в котором расположен слой катализатора 8, образован полым герметичным цилиндром, жестко установленным на верхнем торце камеры сгорания 1. Через реакционный объем проходит резонансная труба 3. Камера сгорания содержит патрубок подачи топлива 4 и запальник. Реакционный объем 5 снабжен крышкой для загрузки катализатора и выгрузки продукта, а также патрубком 6 для подачи углеводородсодержащего газа и патрубком 7 для отвода и утилизации газообразных продуктов синтеза УНМ.

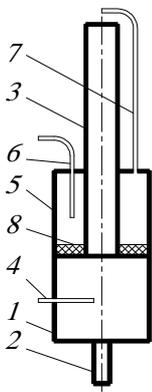


Рис. 1. Реактор синтеза УНМ на базе АПГ:
 1 – камера сгорания; 2 – аэродинамический клапан;
 3 – резонансная труба; 4 – патрубок подачи топлива;
 5 – реакционный объем; 6 – патрубок подачи углеродсодержащего газа; 7 – патрубок отвода и утилизации продуктов пиролиза;
 8 – слой катализатора

Основной задачей расчета такого реактора является определение необходимой поверхности теплообмена, обеспечивающей прогрев газа в реакционном объеме до необходимой температуры синтеза, и нахождение параметров АПГ.

Упрощенно расчетную схему реактора можно представить в виде теплообменника типа "труба в трубе", в котором в центральную трубу поступают продукты сгорания, а в наружное кольцевое пространство подается углеводородсодержащий газ (рис. 2).

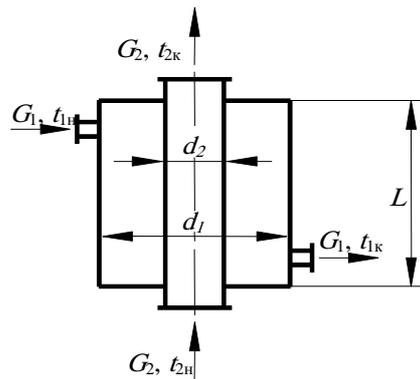


Рис. 2. Расчетная схема реактора на базе АПГ

Расчет включает следующие этапы.

1. Ввод и расчет исходных данных: производительность реактора по УНМ, температура синтеза, расход углеводорода, поступающего на пиролиз, теплофизические свойства углеводорода и продуктов сгорания в АПГ (плотность, теплоемкость, вязкость, теплопроводность). Для продуктов сгорания эти данные определяются термодинамическим расчетом процесса горения, например по методике [1], при заданном массовом соотношении воздух/топливо.

2. Предварительный выбор диаметра резонансной трубы d_2 и средней скорости движения продуктов сгорания $w_2 = 50 \dots 70$ м/с.

3. Расчет внутреннего диаметра корпуса реакционной зоны d_1 из условия получения заданного количества УНМ по удельному выходу на данном катализаторе ($k = 8 \dots 10$ г_с / г_{кат} для Ni–MgO катализатора). Выбор из конструктивных соображений высоты реакционной зоны, например $L = 2d_1$.

4. Тепловой расчет с целью определения необходимой поверхности теплообмена F для прогрева газа до температуры синтеза $t_{1к}$:

$$F = \frac{Q}{K\Delta t_{cp}},$$

где Q – необходимое количество тепла; K – коэффициент теплопередачи от продуктов сгорания к реагентному газу; Δt_{cp} – средний температурный напор по поверхности теплопередачи.

При этом количество необходимого тепла определяется по выражению

$$Q = G_1 c_{p1} (t_{1к} - t_{1н}) + Q_{эф} + Q_n,$$

где первое слагаемое учитывает тепло, необходимое для нагрева реагентного газа с теплоемкостью c_{p1} в количестве G_1 от начальной температуры $t_{1н}$ до температуры синтеза $t_{1к}$; $Q_{эф}$ – тепловой эффект реакции разложения углеводорода (реакция идет с поглощением тепла); Q_n – потери тепла.

Основная сложность теплового расчета заключается в определении коэффициентов теплоотдачи, входящих в зависимость для определения коэффициента теплопередачи K .

Для расчета коэффициента теплоотдачи от стенки к углеводородсодержащему газу можно использовать критериальные уравнения для ламинарного режима движения, применяемые в случае несовпадения естественной и вынужденной конвекции [2]. Реагентные газы синтеза УНМ являются многоатомными и способны поглощать тепло, передаваемое излучением от нагретой стенки резонансной трубы. Поэтому при расчете суммарного коэффициента теплоотдачи α_1 , кроме коэффициента теплоотдачи при конвекции $\alpha_{1к}$, необходимо учитывать коэффициент теплоотдачи излучением $\alpha_{1л}$:

$$\alpha_{1л} = \frac{q_{изл}}{t_c - t_r} = \frac{q_c - q_r}{t_c - t_r} = \frac{\epsilon_s C_s \left(\frac{T_c}{100} \right)^4 - q_r}{t_c - t_r},$$

где $q_{изл}$ – удельное количество тепла, переданное излучением от стенки с температурой t_c газу с температурой t_r ; q_c – удельное количество тепла, излучаемое стенкой; q_r – удельное количество тепла, поглощаемое многоатомным газом (определяется по эмпирическим формулам, так как поглощающая способность газов не подчиняется закону Стефана-Больцмана); ϵ_s – степень черноты стенки; $C_s = 5,67 \text{ Вт} / (\text{м}^2 \cdot \text{К}^4)$ – коэффициент излучения абсолютно черного тела.

Для расчета коэффициента теплоотдачи α_2 от продуктов сгорания к стенке резонансной трубы можно воспользоваться формулой В.С. Северянина [3]:

$$\text{Nu}_2 = 0,7 \text{Re}_2^{0,5} \text{Pr}_2^{0,4}.$$

4. Сравнение полученного значения поверхности теплопередачи с рассчитанным по ранее принятым геометрическим параметрам. В случае значительного расхождения – корректировка значения диаметра резонансной трубы d_2 и повтор расчета с пункта 3.

5. Расчет необходимой тепловой мощности АПП по выражению

$$W = \frac{G_2 W_H^p \eta}{(k_m + 1)},$$

где G_2 – массовый расход продуктов сгорания через резонансную трубу; W_H^p – низшая теплотворная способность топлива; η – КПД АПП; k_m – массовое соотношение воздух/топливо.

6. Расчет основных параметров аппарата пульсирующего горения, например, по методике [4], где предложен итерационный метод расчета АПП на заданную тепловую мощность.

По предложенной методике рассчитан и спроектирован лабораторный реактор синтеза УНМ периодического действия с производительностью 0,16 кг УНМ за цикл синтеза (30 мин). В конструкции реактора для нагрева реагентного газа используется АПП с тепловой мощностью 6 кВт, при этом расход топливной пропан-бутановой смеси составляет менее 200 л/ч.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Термодинамические и теплофизические свойства продуктов сгорания : справочник / под ред. В.П. Глушко. – М. : АН СССР ВИНТИ, 1971. – Т. 1. – 267 с.
2. Павлов, К.Ф. Примеры и задачи по курсу процессов и аппаратов химической технологии / К.Ф. Павлов, П.Г. Романков, А.А. Носков ; под ред. чл.-корр. АН СССР П.Г. Романкова. – Л. : Химия, 1987.
3. Северянин, В.С. Пульсирующее горение – способ интенсификации теплотехнических процессов : дис. ... д-ра техн. наук : 05.14.04 ; защищена 05.06.87 ; утв. 25.12.87 / В.С. Северянин. – Саратов, 1987. – 431 с.
4. Быченко, В.И. Метод расчета геометрических размеров устройств пульсирующего горения на заданную тепловую мощность / В.И. Быченко, А.А. Коптев, А.А. Баранов // Вестник Тамбовского государственного технического университета. – 1998. – Т. 4, № 1. – С. 59 – 63.

Кафедра "Техника и технологии машиностроительных производств"