

**Министерство образования и науки Российской Федерации
Санкт-Петербургский государственный политехнический университет**



НАУКА И ИННОВАЦИИ В ТЕХНИЧЕСКИХ УНИВЕРСИТЕТАХ

**МАТЕРИАЛЫ ВОСЬМОГО ВСЕРОССИЙСКОГО ФОРУМА СТУДЕНТОВ,
АСПИРАНТОВ И МОЛОДЫХ УЧЕНЫХ**

27 – 29 октября 2014 года

**Санкт-Петербург
Издательство Политехнического университета
2014**

Наука и инновации в технических университетах : материалы Восьмого Всероссийского форума студентов, аспирантов и молодых ученых. – СПб. : Изд-во Политехн. ун-та, 2014.– 170 с.

В сборнике публикуются материалы докладов, представленных на секциях Восьмого Всероссийского форума студентов, аспирантов и молодых ученых «Наука и инновации в технических университетах»: «Прикладные разработки и моделирование в области инженерных наук», «Инновационные разработки в сфере высоких технологий», «Информационные технологии и системы», «Новые материалы и технологии», «Энергоресурсосбережение и экология», «Физические науки», «Экономика и управление», «Инновационные технологии в образовании».

Представляет интерес для специалистов в области фундаментальных, технических и гуманитарных наук.

Форум проведен при финансовой поддержке Комитета по науке и высшей школе Правительства Санкт-Петербурга.

Печатается по решению редакционно-издательского совета Санкт-Петербургского государственного политехнического университета.

СЕКЦИЯ

***«ПРИКЛАДНЫЕ РАЗРАБОТКИ И МОДЕЛИРОВАНИЕ
В ОБЛАСТИ ИНЖЕНЕРНЫХ НАУК»***

**ПРИМЕНЕНИЕ СЕКЦИОННОГО РЕАКТОРА ДЛЯ ОГРАНИЧЕНИЯ ВОЗДЕЙСТВИЙ
ПРОВАЛОВ НАПРЯЖЕНИЯ НА ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЯХ**

И.Р. Абдулвелеев, Г.П. Корнилов

Магнитогорский Государственный Технический Университет им. Г.И. Носова

На промышленных предприятиях с непрерывным технологическим циклом кратковременные провалы напряжения приводят к отключению ответственных электроприводов и, как следствие, к нарушению производственного процесса. Подобные провалы возникают, как правило, по причине однофазных коротких замыканий в питающих сетях, а именно, в кабельно-воздушных линиях напряжением 110-220 кВ. Например, весьма распространенным вариантом построения систем электроснабжения современных промышленных предприятий является применение схемы глубокого ввода в центр электрических нагрузок. Следствием этого является сильная зависимость потребителей предприятия от электрических процессов, происходящих на линиях высокого напряжения. Однофазные замыкания на землю в таких системах составляют порядка 70% от общих нарушений и связаны с нарушением изоляции, разрушением опор, обрывами проводов и грозовыми перенапряжениями. Глубина провалов напряжения на шинах 6-10 кВ составляет при этом 20-30%, а их длительность определяется временем действия релейной защиты от замыканий на землю и составляет обычно 0,1-0,3 с.

На сегодняшний день в целях снижения продолжительности простоев электрооборудования (сопряженных со значительным экономическим ущербом), разработан ряд мер по ограничению последствий провалов напряжения. Весьма эффективной мерой является установка на подстанции 6-10 кВ секционного реактора, способствующего поддержанию напряжения на питающих шинах в аварийных условиях.

Для определения необходимых рабочих параметров секционного реактора в зависимости от параметров системы и питающей сети, использован метод имитационного моделирования в программной среде Matlab Simulink. Схема расчетной модели приведена на рис. 1. Начальные условия моделирования сведены в табл. 1.

Таблица 1. Начальные условия

Величина	Обозначение	Значение	Единица измерения
Напряжение системы	U_c	10	кВ
Мощность короткого замыкания системы	$S_{кз}$	100...500	МВА
Время срабатывания выключателей	t_{cp}	0,2	с

Выключатель Q2 производит короткое замыкание на 1-й секции шин 10 кВ, после чего выключатель Q1 отключает питающую шины линию 1, а секционный выключатель QS в свою очередь подключает 1-ю секцию шин к питающей линии 2 через реактор.

В результате моделирования получены зависимости сопротивления реактора X_R от сопротивления питающих линий X_{L1} и X_{L2} для различных $S_{кз}$.

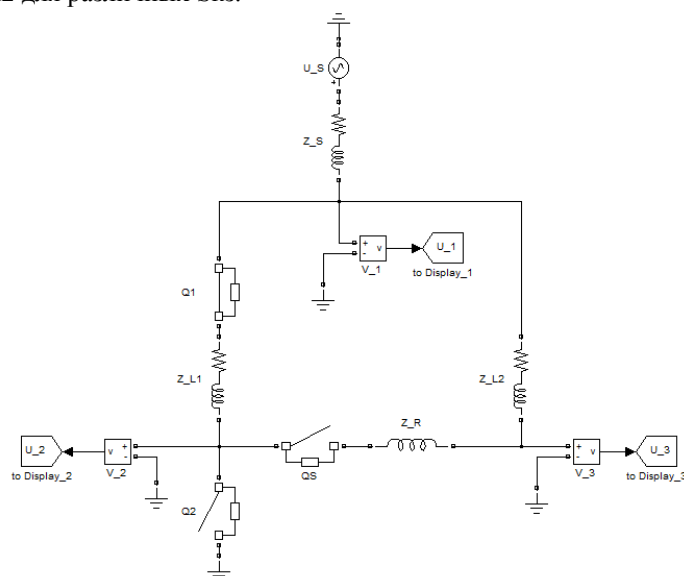


Рис. 1. Схема имитационной модели в Matlab Simulink

(U_S – напряжение системы, Z_S – сопротивление системы, Z_{L1} , Z_{L2} – сопротивление питающих линий, Z_R – сопротивление реактора, Q1, Q2, QS – выключатели)

Согласно существующим нормам электроснабжения промышленных предприятий, уровень остаточного напряжения на резервном вводе должен составлять не менее 0,7 от номинального напряжения при к.з. в сети и не менее 0,9 от номинального в послеаварийном режиме. Таким образом, расчеты параметров секционного реактора производились для двух значений остаточного напряжения $U_{ост}$: 0,7 $U_{ном}$ (рис. 2, а) и 0,9 $U_{ном}$ (рис. 2, б).

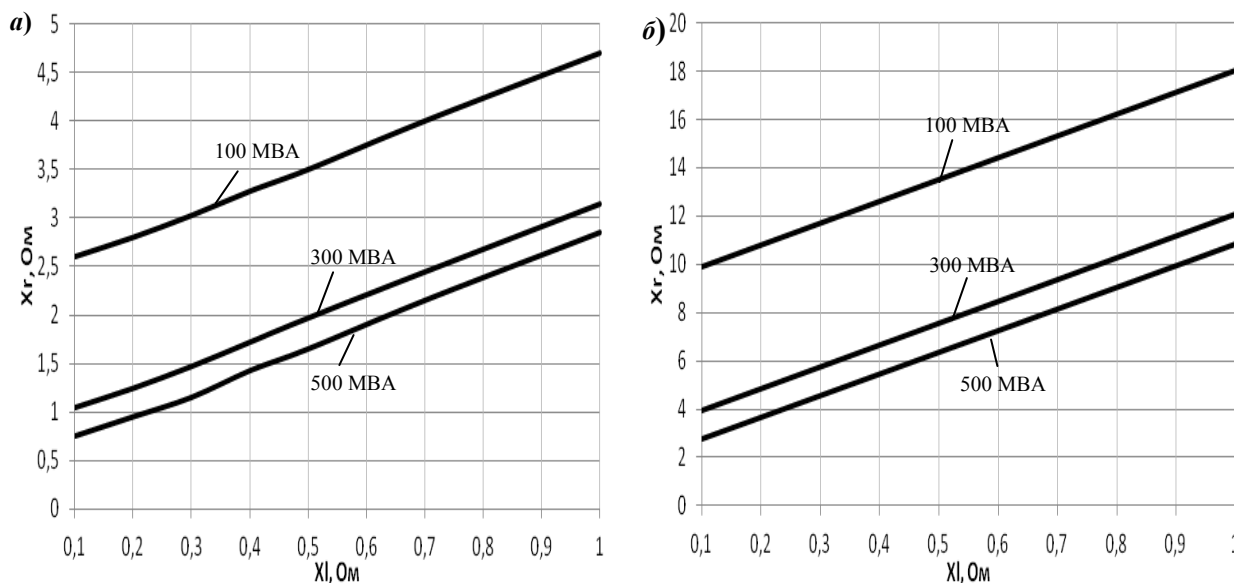


Рис. 2. Зависимости сопротивления реактора от параметров питающих линий

Из полученных в ходе исследования зависимостей видно, что значение сопротивления секционного реактора прямо пропорционально значению сопротивления питающей линии и обратно пропорционально значению мощности короткого замыкания системы. Выбор секционного реактора согласно полученным зависимостям позволит уменьшить число отключений электроприемников промышленных предприятий при провалах напряжения питающей сети и сократить время аварийных простоев электрооборудования.

РАЗРАБОТКА ЛАБОРАТОРНОГО СТЕНДА «УСТАНОВКА ОБРАТНОГО ОСМОСА И ХИМИЧЕСКОГО ОБЕССОЛИВАНИЯ»

Н.В. Власов

*ФГБОУ ВПО «Ивановский Государственный Энергетический Университет
им. В.И. Ленина»*

Традиционно на ТЭС для получения добавочной и питательной воды, удовлетворяющей нормам определенного качества, используют установки химического обессоливания. Суть данного метода очистки заключается в процессе ионного обмена между ионами, находящимися в составе воды, и ионами функциональных групп ионообменных материалов Н-катионитных и ОН-анионитных фильтров.

В настоящее время все большее внимание уделяется новым перспективным технологиям обработки воды на ТЭС и АЭС, которые способны уменьшить экономические затраты и имеют большой экологический эффект. В связи с перспективными направлениями развития техники и технологии объявленными президентом РФ, необходимо проведение исследований в области энергоэффективных технологий.

Одним из таких направлений для ВПУ ТЭС и АЭС является применение технологий мембранной обработки для подготовки воды в соответствии с повышенными требованиями к нормам качества водного теплоносителя. Как правило, эта технология включает в себя очистку воды на установках обратного осмоса и ультрафильтрации [1].

На кафедру ХХТЭ ИГЭУ было поставлено оборудование для стенда, моделирующего мембранную очистку воды методом обратного осмоса и химическую очистку методом ионного обмена. Студентами и магистрами кафедры под руководством преподавателей был смонтирован и подготовлен для ввода в учебный процесс стенд «Установка обратного осмоса и химического обессоливания» (рис. 1). В часть установки обратного осмоса входит насос, который питает водой исходного качества всю установку, угольный механический фильтр, предназначенный для очистки воды от коллоидных примесей и взвешенных веществ; мембранный фильтр; служащий для задержки молекул и ионов растворенных веществ на полупроницаемой мембране; напорный бак и мембранный клапан, необходимые для запаса и питания дальнейших элементов химической очистки водой, прошедшей мембранный фильтр; ФСД, служит как последняя ступень очистки. В

часть установки химического обессоливания входит насос, угольный механический фильтр и две колонки заполненные Н-катионитным и ОН-анионитным ионообменными материалами, которые служат для очистки воды с помощью обмена между ионами, входящими в состав воды, и ионами функциональных групп, входящих в состав ионитов. По ходу движения обрабатываемой воды стенд оснащен задвижками, предназначенными для смены режимов работы установки и для отбора проб воды после каждого элемента очистки, для дальнейшего лабораторного анализа.

Данная установка дополняет в комплексе существующий стенд «Обработка воды на ТЭС и АЭС» по методам термического и химического обессоливания.

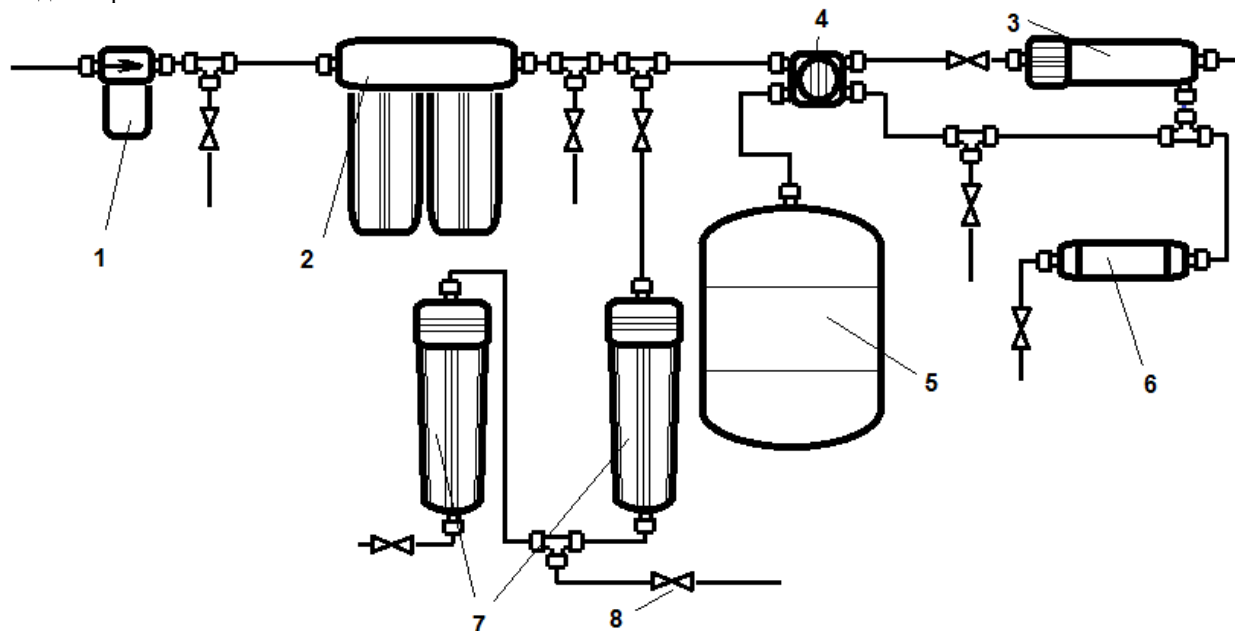


Рис. 1. Принципиальная схема стенда «Установка обратного осмоса и химического обессоливания»:
1 – питательный насос; 2 – механический фильтр; 3 – мембранный фильтр; 4 – мембранный клапан;
5 – напорный бак; 6 – ФСД; 7 – колонки с ионообменным материалом; 8 – задвижки

Таким образом, для студентов старших курсов существует возможность натурального изучения технологий обессоливания воды по всем трем возможным методам, а именно, термическое и химическое обессоливание и обратноосмотическая установка.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Пантелеев А.А., Рябчиков Б.Е., Хоружий О.В., Громов С.Л., Сидоров А.Р. Технологии мембранного разделения в промышленной водоподготовке. Москва, ДеЛи плюс. – 2012. – с.179-239.

УНИВЕРСАЛЬНАЯ ПЕРЕДВИЖНАЯ ШАГОВАЯ ПЛАТФОРМА ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ТУНДРЫ И АРКТИКИ

А.А. Скворцова, Э.Д. Папиашвили

*Муниципальное общеобразовательное учреждение «Гимназия № 5» города Юбилейного
Московской области, Центр физико-математического образования*

Каждый день мы сталкиваемся с колесом: едем на автобусе, на поезде, на автомобиле, шасси самолёта тоже с колёсами, и детская коляска, и строительная тачка... Много, много, много колёс! Колесо – это величайшее изобретение человека. Оно помогает людям уже несколько тысячелетий. Помогает или помогало? Конечно, в будущем никто не собирается отменять колёса. Однако... Так ли хорошо колесо для передвижения, для транспорта, как нам кажется? Автомобилисты, вспомните о стоимости колёс и о нервах на дорогах!

Время отказа от колеса как средства передвижения уже наступает. Из средней полосы люди постепенно начинают перемещаться к северу, в тундру, в Арктику. Это связано с освоением новых промышленных районов. Залежи полезных ископаемых в Заполярье практически не тронуты человеком. Очень богатые залежи, к которым стремятся многие страны и корпорации! Прочитайте статью Президента России В.В.Путина об освоении Арктики: 36 млрд. баррелей и \$100 млрд. инвестиций в ближайшие 10 лет [1]. В военно-стратегическом отношении Арктика очень привлекательна. Почти полвека назад Россия, тогда СССР, провела запуск ракеты с подводной лодки «Арктика» в Северном ледовитом океане – это было 17 августа 1977 г. Сейчас

Россия создаёт военно-морскую арктическую базу на Новосибирских островах [2]. Страны, корпорации, фирмы, военные – многие стремятся в Арктику. А на чём они будут там передвигаться? Лёд – это не асфальтовая или бетонная дорога. Не ездить надо по Арктике, а шагать!

Но перед Арктикой находится громадная полоса тундры. В тундру люди уже пришли, осваивают её ресурсы и одновременно уничтожают. Природа, растительность тундры очень скудные, хрупкие. След гусеницы вездехода остаётся на десятилетия, а когда затянется, то растения на нём будут совершенно другие. На колёсах по тундре практически не передвигаются, потому что дорог нет. Да и последствия от колеса будут ещё хуже, потому что давление на грунт больше, чем у гусениц. Сейчас гусеница единственное средство наземного передвижения в тундре. Почему единственное? Разве нельзя прошагать по тундре, опираясь не на всю поверхность, а только на некоторые точки? Разве нельзя сделать площадь опоры настолько большой, что давление уменьшится, растения даже не почувствуют касания тяжелейшей машины? Это вполне реально.

И по обычным дорогам лучше не ездить на колёсах, а шагать. Сколько средств затрачивается на ремонт дорог? И для инвалидов шагоход удобнее. Этим сказано всё.

Вывод напрашивается один – в тундре, в Арктике, да и по обычным дорогам надо шагать, а не ездить на колёсах или гусеницах. Шаг не травмирует поверхность и природу, а колёса разрушают их. Полтора века назад гениальный русский учёный и инженер Пафнутий Львович Чебышев понял преимущества шага и предложил замечательную стопоходящую машину, о которой настало время вспомнить [3,4].

Цель работы: предложить техническое решение движителя транспортного средства по малопрочным поверхностям.

Актуальность: начало промышленного освоения тундры и Арктики, борьба за полезные ископаемые, прежде всего нефть и газ, истощение традиционных месторождений.

Новизна: использование цепного привода, удаление одного пассивного звена из нового варианта механизма, переход от четырёх- и многостоповых шагающих движителей к двустоповым.

Решаемые задачи:

уменьшение давления на малопрочный грунт;

обеспечение устойчивости двустопного шагающего механизма.

Практическая значимость и экономический эффект: доступ в новые регионы для их промышленного освоения.

Принцип действия шагающих механизмов основан на преобразовании вращательного движения в поступательное, при котором точка движется по прямолинейному отрезку или почти по прямолинейному отрезку, с небольшим отклонением. П.Л.Чебышев предложил два четырёхзвенных механизма с почти прямолинейным движением – перекрёстный и лямбдаобразный четырёхзвенники, схемы которых представлены на рис. 1. Лямбдаобразный механизм часто называют механизмом Хойкена, хотя П.Л.Чебышев демонстрировал четыре таких механизма в составе стопоходящей машины на Всемирной выставке в Париже в 1878 году. Соотношение между длинами шарниров преобразовано и вычислено приблизительно до тысячных долей на основе формул из оригинальной статьи П.Л.Чебышева [4]. Стопоходящая машина П.Л.Чебышёва [3] основана на синхронизации работы четырёх лямбдаобразных механизмов. Если смотреть на механизм сверху, то диагональные стопы двигаются в синфазе, а соседние – в противофазе. Таким распределением фаз обеспечивается принцип шагового передвижения механизма. Для достижения поставленной цели были изучены работы П.Л.Чебышева, а потом изготовлены перекрёстный и лямбдаобразный механизмы [5]. Четыре лямбдаобразных механизма с правильным распределением фаз вращения были установлены на раму. Электродвигатель – от механизма стеклоочистителя автомобиля «ВАЗ», аккумулятор 12В ёмкостью 4,5А·ч обеспечивает 2-3 часа работы. Изготовлен и испытан шагающий механизм с доработанной схемой [7,8]. Доработка механизма коснулась цепного привода на модели машины. Цепь может обеспечить синхронизацию вращения двух пар ведомых кривошипов в четырёх лямбдаобразных механизмах. Но тогда не нужны синхронизирующие шатуны в этих парах. Однако эти шатуны в модели оставили в качестве пассивных звеньев.

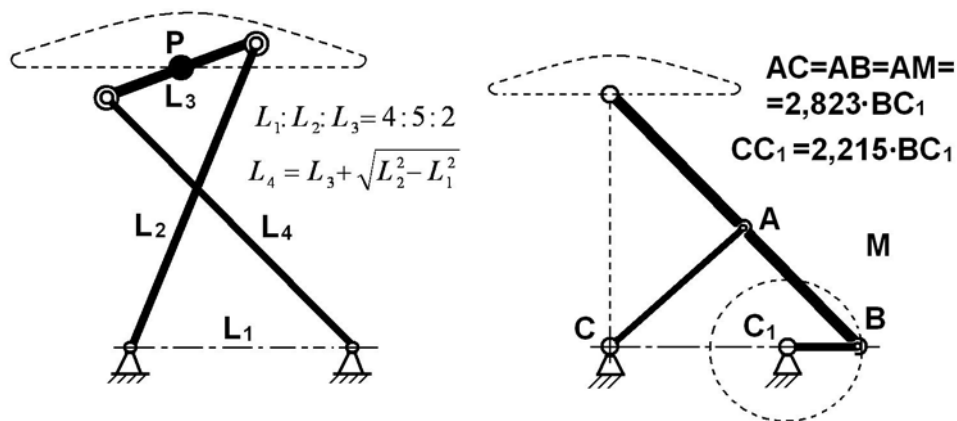


Рис. 1. Перекрёстный и лямбдаобразный четырёхзвенные механизмы П.Л.Чебышева

Шагающий механизм может быть основой или подвижным фундаментом для зданий и сооружений различного назначения. Если этот механизм рассматривать как фундамент для зданий, то надо определить площадь стоп, потому что различные грунты выдерживают различную нагрузку. Методика расчёта опорной площади приведена в статье [6]. Однако новизна работы заключается в учёте явления вымывания грунта из-под стопы при шаговом передвижении по мелководью. Это актуально для освоения шельфовых месторождений полезных ископаемых. В работе приводятся конкретные оценочные значения для площадей поверхностей шаговых опор. При такой реализации шагающей конструкции тундрового или арктического здания грунт не будет повреждаться, потому что давление на него меньше, чем в детском воздушном шарике. Экология тундры будет полностью сохранена в смысле воздействия на грунт. Не будут образовываться незарастающие колеи, как от колёс или гусениц современных машин. Если же окажется, что и этой площади мало, то стопа может быть увеличена на месте практически неограниченно.

Выводы.

1. Цель работы достигнута, предложен вариант транспортного средства, способного передвигаться по малопрочным грунтам, по мелководью шельфа, даже по тонкому льду. Это шагающая машина.

2. Шагающая машина особенно актуальна в тундре и в Арктике, которые начинают активно осваиваться для добычи полезных ископаемых, прежде всего, нефти и газа.

3. Шагающая машина П.Л.Чебышева актуальна в наше время, потому что это простой и надёжный механизм, позволяющий выполнять практически любые требования по давлению на грунт.

4. Шагающая машина может быть выполнена в виде универсальной платформы с различным целевым назначением: передвижные жилые здания, буровые вышки, заводы, стартовые комплексы ракет и т.д.

5. Шагающие машины могут потеснить обычные автомобили из-за многих проблем с колёсами – это многомиллиардный рынок для инновационных исследований и инвестиций.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Eni и "Роснефть": за нефтью в Арктику // Энергобеларусь. Электронный ресурс (дата обращения 06.09.2014, 10:33): http://energobelarus.by/news/V_mire/eni_i_quot_rosneft_quot_zh_na_neftyu_v_arkтику/.
2. На расположенных в Арктике Новосибирских островах Вооруженные силы Российской Федерации создают постоянную базу для Северного флота // Интерфакс. Электронный ресурс (дата обращения 06.09.2014, 10:37): <http://news.mail.ru/politics/19438335/?frommail=1>.
3. Экспонат Московского Политехнического музея. – Отел Автоматики. – Экспонат ПМ №19472. – Стопоходящая машина П.Л.Чебышева.
4. О преобразовании вращательного движения в движение по некоторым линиям при помощи сочленённых систем / Полное собрание сочинений П.Л.Чебышева. – Том IV. – Теория механизмов. – М.-Л.: Изд-во АН СССР, 1948. – С.161-166.
5. Электронный ресурс (дата обращения 06.09.2014, 19:27): ru.wikipedia.org/wiki/Механизм_Хойкена.
6. Электронный ресурс «Конструкции и материалы» (дата обращения 10.09.2014, 10:37): <http://acadomia.ru/faq/376/478/>.
7. Папиашвили Э.Д., Сковцова А.А. Электронный ресурс (дата обращения 27.09.2014, 14:07) «Шагоход для тундры, Арктики и для быта». - <http://youtu.be/7oJY7M-ON0M> (демонстрация механизма с 7-й минуты).
8. Папиашвили Э.Д., Сковцова А.А. Электронный ресурс (дата обращения 27.09.2014, 14:15) «Шаговые двигатели, или чего не было у Пафнутия Львовича Чебышева» // Intel Education Galaxy / Конкурс «Новые проекты из старых журналов» - http://youtu.be/2de2t__lBtU.

РАЗРАБОТКА ПОЛИГОННОЙ АСУТП ДУБЛЬБЛОКА 300 МВТ

А.В. Добров, А.Н. Никоноров

Ивановский государственный энергетический университет им. В.И. Ленина

Одной из основных задач современной теплоэнергетики является повышение надежности, экономичности и маневренности действующего оборудования. Решение этой задачи возможно с помощью проведения экспериментальных исследований. Испытания на реальном оборудовании весьма сложны, трудоемки, экономически невыгодны и опасны, так как они приводят к нарушению нормальных режимов работы объекта. Поэтому целесообразным является использование специализированных программно-технических средств (полигоны АСУТП). Под полигонной АСУТП понимается система, которая отличается от основного прототипа меньшим информационным масштабом и ограничениями по режимам работы.

Для функционирования полигонная АСУТП должна в себя включать подсистему управляющего объекта и подсистему объекта управления. Подсистема управляющего объекта выполняется максимально идентичной реальной АСУТП, а объект управления замещается его адекватной имитационной моделью, работающей в режиме реального времени. Моделирование технологических объектов управления позволяет осуществлять

разработку и отладку систем автоматического управления за счет адекватного отображения процессов, протекающих в реальных объектах [1].

На электростанциях России широко распространены энергоблоки на сверхкритические параметры пара мощностью 300 МВт. Для исследования режимов работы и повышения эффективности функционирования энергоблока 300 МВт была разработана его динамическая модель, включающая в себя прямоточный котел типа ТГМП-314 и паровую турбину К-300-240. Основой модели паровой турбины служат уравнения математического представления процесса расширения рабочего тела в проточной части, в которое входят уравнения:

- расхода пара через турбинные отсеки,
- энтальпии пара за блоком ступеней,
- расхода пара из камеры отбора в подогреватель,
- материального баланса,
- теплового потока от пара к металлу турбины,
- сохранения энергии.

Эти уравнения являются обязательными для моделирования процессов, протекающих в промежуточных объемах, соответствующим камерам отборов или камерам межцилиндровых пространств [2].

Модель предполагает, что основная масса металла сосредоточена в окрестностях рассматриваемых камер с объемами V_i , т.е. теплообмен между рабочим телом и металлом приведен к паровому объему. В связи с этим тепловой процесс в i -ом паровом объеме представляется следующим образом: пар из предыдущего $i-1$ узла с давлением p_{i-1} и температурой T_{i-1} проходит через группу ступеней в рассматриваемый паровой объем. Затем в этом объеме происходит теплообмен между паром и металлом и отвод пара в отбор, и последующий отсек турбины [2].

Расчетная схема промежуточного объема турбины представлена на рис. 1.

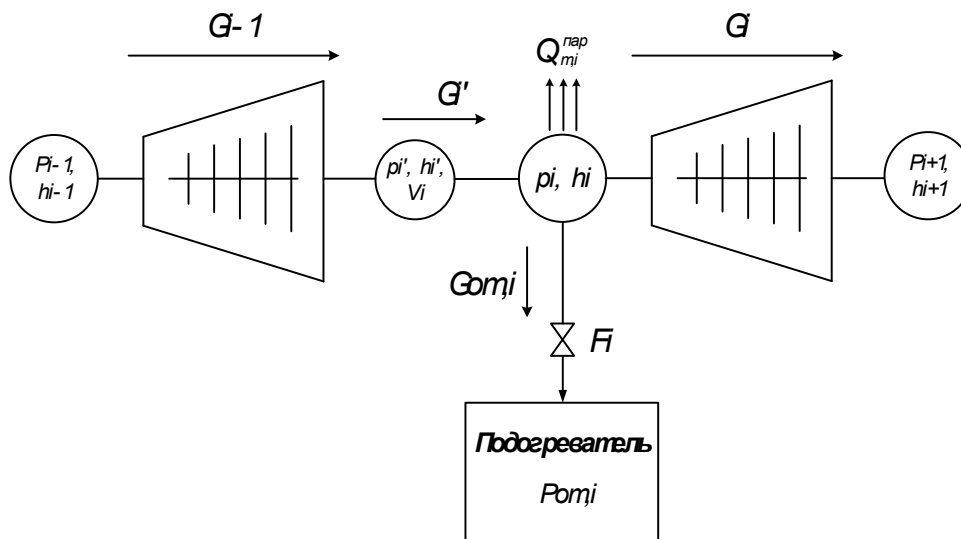


Рис. 1. Расчетная схема промежуточного объема турбины

Подсистема управления энергоблока включает в себя турбинный регулятор мощности, котельный регулятор давления, механизм управления турбиной и регулятор топлива.

Нижний уровень АСУТП реализуется через исполнительные механизмы стенда типовых электрических устройств. Стенд предназначен для демонстрации дистанционного и автоматического управления типовыми электрическими исполнительными устройствами. Физические контроллеры, которые образуют верхний уровень АСУТП, необходимы для обеспечения связи между подсистемой управления и исполнительными механизмами.

Таким образом, разработанная полигонная АСУТП энергоблока 300 МВт позволяет проводить экспериментальные исследования для совершенствования сложных функций систем управления и изучение поведения объекта.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Тверской Ю.С., Никоноров А.Н., Пронин Д.А. Прикладное обеспечение полигонов АСУТП электростанций; под ред. Ю.С. Тверского / ФГБОУВПО «Ивановский государственный энергетический университет имени В.И. Ленина». – Иваново, 2012. – 174 с.
2. Киселев А.И. Разработка и реализация комплексной модели паротурбинной установки для компьютерного тренажера // Энергосбережение в городском хозяйстве, энергетике, промышленности: Материалы Четвертой Российской науч.-технич. конф. В 2 т. Т. 2. – Ульяновск: УлГТУ, 2003. –С. 52-57.

НЕСТАЦИОНАРНЫЕ ТЕМПЕРАТУРНЫЕ ПОЛЯ В СТРОИТЕЛЬНОЙ БАЛКЕ

Е.С. Дорошенко

ФГБОУ ВПО «Московский государственный строительный университет» (НИУ)

Теплоизоляция жилых помещений – это экономия энергии. Однако с теплофизической точки зрения и с позиции технологии строительных или ремонтных работ это требует введения дополнительных требований в регламент. Такие требования необходимы, чтобы предотвратить аварийные последствия, причины которых часто оказываются неустановленными.

В настоящее время расчёт строительных конструкций выполняется по строгому регламенту: статические нагрузки, динамические нагрузки, вибростойкость, сейсмостойкость и т.д. При таком подходе априорно можно ожидать существование нерасчётных случаев работы конструкции. Простейшим примером служит нагрузка от снега на кровлях зданий, приводящая к разрушениям. Причины разрушения многих конструкций до сих пор не выяснены окончательно. Следовательно, чем больше факторов были учтены при расчёте строительного сооружения, тем надёжнее будет его конструкция. В предлагаемой работе внимание конструкторов обращено на влияние последствий температурных ударов на функционирование основного строительного элемента – балки с различными видами заделки концов с теплофизической точки зрения. Обычно температурные поля определяются методами математической физики. При этом предполагаются типовые схемы функционирования конструкции. В работе показано, что такой подход часто не достаточен, приводит к занижению тепловых нагрузок в некоторых частях конструкции. Так как тепловые воздействия связаны с механическими нагрузками, то конструкция может потерять работоспособность не только во время нерасчётного температурного удара, а значительно позднее. Более того, работоспособность может быть нарушена не в месте максимума теплового воздействия, а в совершенно другом сечении.

Цель работы – доказать существенное последствие нестационарных температурных полей в балке как основном элементе строительной конструкции при различных способах её заделки.

Актуальность – увеличение объёма строительства, ремонтных, восстановительных и особенно реконструкционных работ.

Новизна исследования заключается в решении обратной задачи математической физики, то есть в определении краевых условий, которые допустимы или, наоборот, не желательны для конкретной конструкции.

Практическая значимость работы планируется в рекомендациях и дополнениях к Техническому заданию, снижающих риск разрушения или потерю работоспособности конструкции при воздействии на неё нерасчётных температурных ударов.

Причиной выбора сформулированной цели исследования послужил анализ нормативной конструкторской и технологической документации [1-3]. В этой документации не регламентирован период воздействия и контроля температурных ударов. Сварщик может добросовестно выполнить поставленную перед ним задачу, сварной шов будет принят, но, например, через час в здании может возникнуть пожар. Вполне возможно, что пожара не будет, но произойдёт разрушение конструкции или частично отслаивание материала не в окрестности места сварки, а совершенно в другом месте. При таком подходе к оценке последствий температурных ударов задача становится обратной в математическом понимании. Это означает не исследование нестационарных температурных полей по заданным краевым условиям, а наоборот, выяснение опасности или особенностей краевых условий с позиции неблагоприятного развития температурных полей.

Для теоретического решения задачи о нестационарном температурном поле в стержне было записано параболическое уравнение в частных производных для одномерного случая [4]. Параболическое одномерное дифференциальное уравнение описывает нестационарный процесс распространения тепла в стержне. Это уравнение появляется в задачах строительной механики при расчёте нагрузок вследствие температурных колебаний в конструкции. В частности, даже кратковременное повышение температуры балки в отдельной локальной области вызывает процесс распространения тепла по всей конструкции со всеми вытекающими отсюда последствиями: тепловыми разрушениями, расширением конструкции, возникновением температурных напряжений, деформаций и т.д. В работе выявлено, какие способы теплофизических заделок балки наиболее неблагоприятны для дальнейшего развития нестационарных температурных полей. Одновременно выяснено, при каких способах заделки можно проводить температурные воздействия, например, сварочные работы, без опасения за разрушение конструкции. Рассматриваются четыре основные теплофизические способа заделки двух концов балки – термостатирование и теплоизоляция концов в четырёх различных возможных сочетаниях [5]. Для каждого способа строится нестационарное температурное поле, которое в последующем анализируется на предмет опасности для разрушения конструкции после прекращения теплового воздействия. Для иллюстрации на рис. 1 представлено нестационарное температурное поле при интенсивном быстром температурном ударе в левую половину балки [7]. На рисунке это пик температуры до 800°C в начальный момент времени. На практике это соответствует сварочным работам на левой части балки. После прекращения температурного воздействия, то есть после прекращения сварочных работ, тепло начинает распространяться по балке. В одних областях, ближе к области воздействия, температура уменьшается, а в других повышается. Температура может достигать 200°C через несколько часов, в зависимости от свойств материала и способа заделки балки. Этого вполне достаточно, чтобы вызвать, например, пожар в здании, когда рабочие его уже

давно покинули. Конечно же, самым неблагоприятным случаем является теплоизоляционная заделка концов балки. С позиции экономии бытового тепла зимой это очень хорошо, но с позиции пожарной безопасности требует дополнительных оговорок в регламенте технологических операций.

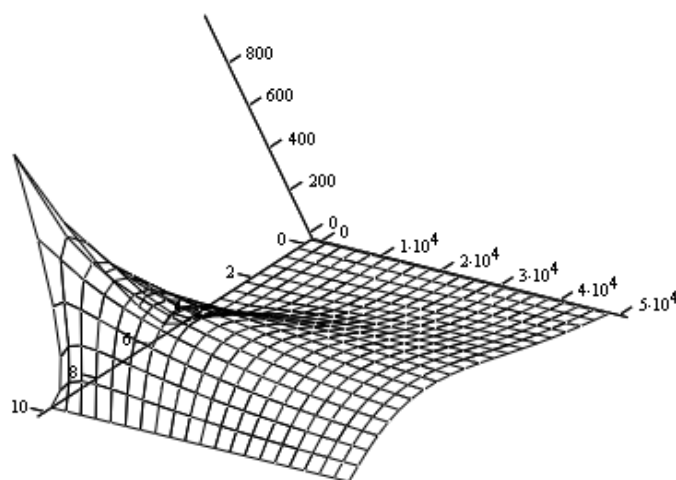


Рис. 1. Нестационарное температурное поле после нагрева части балки

Сформулированы выводы из проведённых исследований:

1. Температурный удар обладает свойством существенного последствия. Даже при термостатировании концов балки, то есть при интенсивном отводе тепла от концов стержня, остаточная температура в отдельных сечениях конструкции может достигать 20% от максимальной температуры в начальный момент времени.

2. Теплоизоляция обоих концов балки является причиной детального исследования возможности проведения, например, сварочных работ. При такой конструкции тепло в балке сохраняется очень долго. Остывание происходит только за счёт контакта поверхности балки с внешней средой, тогда как концы балки никакого отвода тепла не обеспечивают.

3. Если один конец балки теплоизолирован, а другой термостатирован, то особое внимание следует обратить на сечения вблизи теплоизолированного конца. Если температурный удар наблюдался вблизи теплоизолированного конца балки, то эта заделка может нагреться до 30-40% от максимального температурного воздействия.

4. Если температурное воздействие наблюдалось вдали от теплоизолированного конца балки, то этот конец может нагреться до 10% от начальной максимальной температуры.

5. В случае температурных ударов обследование конструкции необходимо проводить не только сразу после воздействия, но как минимум, через сутки после него. При этом желательным является анализ динамики температурного поля после нештатного воздействия на конструкцию.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Слоистое разрушение сварных соединений строительных сварных конструкций. Стандарт организации. Требования при проектировании, изготовлении и монтаже. СТО 02494680-0056-2007.
2. Руководство по инженерно-техническому обследованию, оценке качества и надежности строительных конструкций зданий и сооружений. РТМ 1652-9-89.
3. Рекомендации по предотвращению прогрессирующих обрушений крупнопанельных зданий. – Правительство Москвы. МОСКОМАРХИТЕКТУРА, 1999.
4. Дорошенко Е.С. Передача тепла лазерного пятна с параболическим распределением температуры в стержне // Международная молодёжная конференция «XXXIX Гагаринские чтения» / Научные труды в 9 томах. – Том 5. – М.: РГТУ-МАТИ им. К.Э.Циолковского, 9-13 апреля 2013. – ISBN 978-5-932-71-690-8. – С.52-53.
5. Дорошенко Е.С. Влияние способов заделки балки на нерасчётные температурные воздействия // Сборник трудов Семнадцатой международной межвузовской научно-практической конференции студентов, магистрантов, аспирантов и молодых учёных, посвящённой фундаментальным научным исследованиям в строительстве «Строительство – формирование среды жизнедеятельности». – М.: Московский государственный строительный университет, 23-25 апреля 2014. – С.526-528. – ISBN 978-5-7264-0875-0.
6. Дорошенко Е.С. Влияние способов заделки балки на нерасчётные температурные воздействия // Научные труды в 9 томах. Секция 15 / Молодёжная научная международная конференция «Гагаринские чтения – 40». – Москва: РГТУ-МАТИ им. К.Э.Циолковского, 7-11 апреля, 2014.
7. Дорошенко Е.С., Лебедев В.В. Передача тепла лазерного пятна с параболическим распределением температуры в стержне // Строительство: наука и образование. - №1. – 2013. ISSN 2305-5502 (online) Stroitel'stvo: nauka i obrazovanie.

А.М. Жусупова

ФГБОУ ВПО «Московский государственный строительный университет» (НИУ)

В курсе высшей математики известна задача определения координат центра масс геометрической фигуры или тела. Однако на практике встречаются более сложные случаи. Например, необходимо обеспечить доступ загруженного раствором цемента бетоновоза на строительную площадку, у которой есть существенный уклон. Не опрокинется ли бетоновоз? Такая же ситуация наблюдается в авиационной технике. Во время полёта топливо в баках летательного аппарата расходуются, поэтому центр масс смещается. Смещение центра масс конструкции, хоть строительной, хоть авиационной, может оказаться таким, что устойчивость будет потеряна. Следовательно, актуальной является задача определения положения центра масс конструкции, наполняемой жидкими или сыпучими средами.

Для примера решим задачу о наполнении цилиндрического стакана водой плотностью $\rho = 1000 \text{ кг/м}^3$. Затем рассмотрим процесс заполнения другими жидкостями, например, раствором бетона. Будем предполагать, что цилиндрический стакан имеет дно радиуса R и высоту H , но не имеет крышки сверху. Материал стакана – стальной лист толщиной 1 мм с поверхностной плотностью материала $\sigma = 7,8 \text{ кг/м}^2$. Систему координат выбираем следующим образом: начало O – в центре основания стакана, ось Ox – вертикально вверх. Расчётная схема такой наполняемой конструкции показана на рис. 1. Определяем массу стакана $m_{CT} = m_{ДН} + m_{БОК} = \sigma \pi R(R + 2H)$.

Определяем координату центра масс пустого стакана:

$$x_c^{CT} = \frac{m_{ДН} \cdot x_c^{ДН} + m_{БОК} \cdot x_c^{БОК}}{m_{ДН} + m_{БОК}} = \frac{H^2}{R + 2H}.$$

Если уровень воды в стакане равен h , то масса воды $m_B = \pi R^2 h \rho$.

Координата центра масс воды: $x_c^B = \frac{h}{2}$.

Определяем координату центра масс наполненного водой до уровня h стакана:

$$x_c^{CT} = \frac{m_{CT} \cdot x_c^{CT} + m_B \cdot x_c^B}{m_{CT} + m_B} = \frac{2\delta H^2 + Rh^2}{2\delta(R + 2H) + 2Rh}, \text{ где } \delta = \frac{\sigma}{\rho} \text{ и имеет размерность длины (метры).}$$

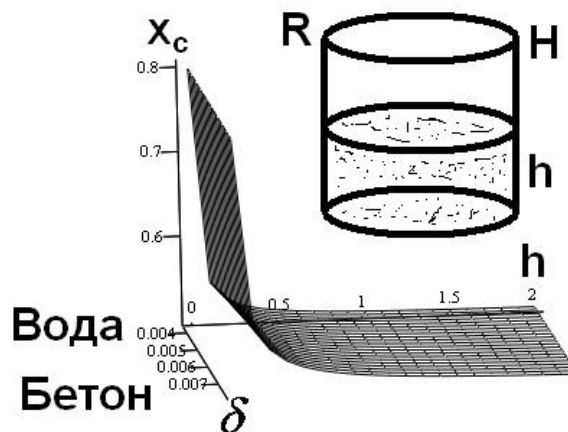


Рис. 1. Смещение центра масс наполняемого цилиндра

Проведём анализ полученной формулы, в предположении, что диаметр стакана равен его высоте и равен $2R = H = 2 \text{ м}$. Анализ выполним с помощью программы MathCAD. На рис. 1 представлены графики зависимости положения центра масс системы от уровня жидкости и от вида жидкости. Рассмотрен диапазон жидкостей с плотностями воды и строительного раствора бетона. Пустая ёмкость имеет центр масс, расположенный на высоте 0,8 м. При наполнении жидкостью центр масс начинает смещаться вниз, система становится более устойчивой. Ниже всего центр масс будет при целиком заполненном стакане, приблизительно на половине высоты стакана. Это следствие того, что пустой стакан лёгкий, а заполняющая его жидкость тяжёлая, быстро смещает центр масс к основанию цилиндра.

Однако такое смещение центра масс наблюдается далеко не для всех наполняемых конструкций. На рис. 2 показано смещение центра масс полусферического стакана при наполнении жидкостью.

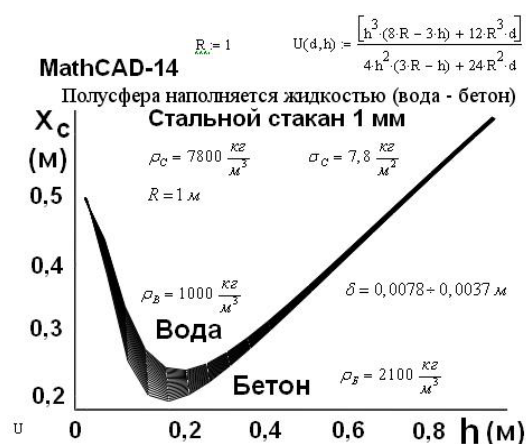


Рис. 2. Смещение центра масс полусферического стакана при наполнении водой-бетоном

В полусферическом стакане центр масс системы сначала резко снижается, но потом начинает подниматься, потому что ёмкость сильно расширяется в верхней части. Приблизительно на 20% заполнения ёмкости по высоте центр масс системы занимает самое нижнее положение, в котором система наиболее устойчива.

Смещение центра масс системы зависит от вида жидкости. На рис. 3 показано смещение центра масс полусферического стакана при наполнении его жидким водородом.



Рис. 3. Смещение центра масс полусферического стакана при наполнении водородом-бетоном

При наполнении полусферического стакана жидким водородом наибольшая устойчивость будет не при 20%, а при 40% от максимально возможного уровня.

Приведённые примеры не являются какими-то отвлечёнными от практики задачами. В повседневной жизни существует множество машин и ёмкостей для перевозки воды. Где гарантия, что такая машина не перевернётся на косогоре? В строительстве бетоновозам часто приходится подъезжать на неподготовленные участки. Где гарантия, что бетоновоз не перевернётся? А если надо срочно залить строительный раствор в подготовленную ёмкость? Срочная заливка может быть обусловлена, например, «горячим» сращиванием бетонных слоёв. Залить строительный раствор надо срочно, а бетоновоз на косогоре опрокидывается. Что делать? Одно из решений – слить в сторону 80% строительного раствора, пусть пропадает. Но зато 20% раствора можно доставить по назначению и не нарушить технологический процесс заливки конструкции. А после этого можно подвозить на этот косогор строительный раствор в бетоновозах, загруженных только на 20%. Конечно, это грубый пример технологического решения задачи. Однако этот пример доказывает возможность решения, казалось бы, неразрешимых на практике задач. Жидкий водород – это тоже не отвлечённая задача. Хранилище жидкого водорода на космодроме Байконур для ракетно-космического комплекса «Энергия-Буран» имело сферическую форму для снижения тепловых потерь. Сферические баки – самые лёгкие, что важно для авиационной техники.

В авиационной и ракетной технике смещение центра масс конструкции при выработке топлива имеет ещё большее значение. Например, летательный аппарат может потерять устойчивость, если центр тяжести окажется позади центра давления. А если не потеряет, то энергетические затраты на процесс управления резко возрастут. Для кораблей смещение центра масс может грозить потерей устойчивости судна.

Следовательно, учёт смещения центра масс в наполняемой жидкостью конструкции позволяет, во-первых, обеспечить безопасность её функционирования. Во-вторых, раскрыть новые возможности применения этой конструкции, не предусмотренные эксплуатационной документацией.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА ТЕЧЕНИЯ ГАЗА В СУШИЛЬНОМ ПРОСТРАНСТВЕ ШАХТНОЙ ЗЕРНОСУШИЛКИ

М.А. Иванов¹, А.В. Николаенко², Ли Джэн³, Н.М. Андрианов^{1,2}

¹Новгородский государственный университет им. Ярослава Мудрого, Россия

²Уханьский текстильный университет, Китай

В шахтных сушилках вследствие особенностей их аэродинамической структуры не обеспечивается равномерное распределение теплоносителя вдоль распределительных коробов. Это обуславливает неравномерный нагрев, сушку зерна и нередко ведет к снижению его качественных показателей. Требование к равномерности выполнения рабочего процесса накладывает ограничения на конструктивное выполнение элементов рабочей камеры сушки, что не всегда удобно, поскольку связано с увеличением материалоемкости ее изготовления.

Один из путей оптимизации сушилок – выравнивание условий сушки, что требует совершенствования системы распределения теплоносителя. Эту задачу целесообразно решить методами моделирования, для чего нужно изучить влияние длины и высоты распределительных коробов на равномерность распределения газа. Принимая ряд допущений [1], задачу можно упростить, описав течение газа двумерным уравнением Лапласа. Использование метода электрогидродинамических аналогий позволяет применить для моделирования физическую модель.

Моделирование течения в сушилках с коробами различной высоты, при их стандартной длине – 1000 мм, подтверждает, что с уменьшением высоты коробов увеличивается неравномерность распределения газа вдоль них. Коэффициент неравномерности расходов газа (который оценивали, как отношение максимального расхода к минимальному $V_{\max}/V_{\min}$) в зависимости от высоты короба меняется по параболическому закону (рис. 1). Причем увеличение высоты короба относительно стандартного значения ($h = 200$ мм) ведет к незначительному понижению коэффициента неравномерности, а уменьшение высоты – к его интенсивному росту. Таким образом, изменение высоты короба не позволяет достичь существенного повышения равномерности распределения газа в сушилке.

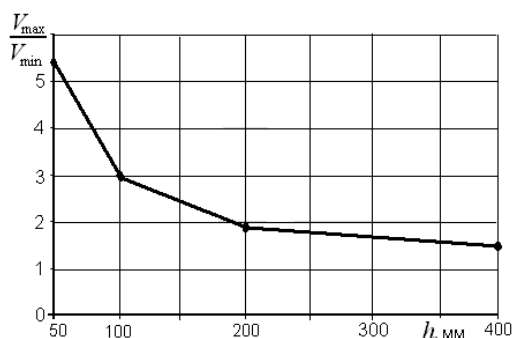


Рис. 1. Зависимость коэффициента неравномерности расходов газа от высоты распределительного короба

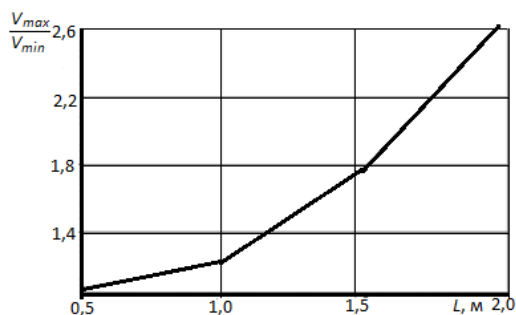


Рис. 2. Зависимость коэффициента неравномерности расходов газа от длины распределительного короба

В результате моделирования сушилок с коробами различной длины (500, 1000, 1500, 2000 мм) установлено, что при стандартной высоте коробов – 200 мм увеличение их длины ведет к значительному ухудшению равномерности условий сушки зерна. Коэффициент неравномерности расходов газа по длине

короба возрастает значительно быстрее, чем его длина (рис. 2). Таким образом, увеличение длины коробов также не обеспечивает должного эффекта, так как качество сушки будет значительно ухудшаться.

Для выравнивания условий сушки можно применить устройства [2-4], которые позволяют эффективно перераспределить потоки газа и теплоты вдоль коробов, что фактически снимает ограничение на их длину и обеспечивает возможность дальнейшей оптимизации сушилок. На этой основе должны вырабатываться инновационные подходы к проектированию новых серий зерновых сушилок шахтного типа.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Андрианов Н. М. Особенности газораспределения по длине коробов в шахтной зерносушилке // Техника в сельском хозяйстве. 2004. № 5.
2. Андрианов Н. М., Николаенко А. В. Совершенствование системы распределения газа шахтных зерносушилок // Вестник Новгородского государственного университета. 2013. № 71. Т. 2.
3. Андрианов Н. М. Устройство распределения газа в шахтной зерносушилке // Патент РФ 2269079. 2006. Бюл. № 3.
4. Андрианов Н. М., Иванов М. А. Способ распределения газа в шахтной зерносушилке и устройство для его осуществления // Решение о выдаче патента по заявке на изобретение РФ 2013126336 от 22.09.2014 г.

РАЗРАБОТКА БИОНИЧЕСКОГО ПРОТЕЗА РУКИ

Ю.Д. Акулишин, О.О. Ковалев

Санкт-Петербургский Государственный Политехнический Университет

В современном мире широко ведутся работы по созданию бионических, антропоморфных роботов, похожих на людей, как по внешнему виду, так и по функционалу (робот asimo, inmoov). Одной из важнейших областей приложения достижений в данном направлении является медицина. Развитие данной области позволяет создавать автономные механические системы, удаленно управляемые парализованными людьми; экзоскелеты для их передвижения; а так же механические природоподобные конечности, позволяющие заменять утраченные.

Идея создания бионических протезов не нова и на данный момент ряд европейских и американских компаний выпускают их массово. Одним из наиболее известных представителей данной области является компания TouchBionics. Также активно ведутся разработки для военных приложений, например, под руководством американского агентства по военным разработкам (DARPA). Главный недостаток выпускаемых и разрабатываемых протезов заключается в их большой цене (25000\$ в базовой комплектации) и недоступности для пациентов РФ. Завершенные отечественные разработки в данном направлении отсутствуют.

Целью данной работы является разработка бионического протеза, позволяющего частично возмещать функции утраченной конечности; организация системы управления на основе регистрации мышечной и мозговой активности; создание обратной связи для определения усилий, с которыми сжимается предмет.

Для создания электромеханической руки используется технология 3D печати. У данной технологии есть свои плюсы и минусы. Минусы заключаются в том, что печать занимает довольно много времени, а детали обладают невысокой прочностью и износостойкостью. Главный плюс состоит в том, что в процессе роста человек с ампутированной конечностью вынужден менять протез каждые полгода. Технология 3D печати удешевляет и ускоряет процесс создания новой модели.

В данной работе разработана электромеханическая модель руки, приведенная на рис. 1. Она представляет собой предплечье с кистью и пятью пальцами. Каждый палец обладает одной степенью свободы, может сгибаться и разгибаться независимо от остальных. Пальцы приводятся в движение при помощи серводвигателей с цилиндрическим редуктором. Приводы расположены в предплечье, по одному приводу на палец. Передача усилия с двигателей на пальцы осуществляется с помощью лески (коэффициент растяжения – 10%, что обеспечивает демпфирование). На каждом двигателе установлен вал, к которому привязаны две жилки лески. При вращении вала в одном направлении происходит сгибание пальца, при вращении в противоположном – разгибание. Управление приводами осуществляется при помощи микроконтроллера на базе arduino.



Рис. 1. Собранная модель руки

Управление осуществляется при помощи беспроводной перчатки (рис. 1). В перчатку вшиты тензометрические датчики изгиба, регистрирующие сгибание отдельных пальцев. Передача сигнала осуществляется при помощи по радиоканалу.

На данный момент также разработана компьютерная модель механического протеза (рис. 2) в программе SolidWorks. Размеры соответствуют реальной руке пациента в возрасте 14ти лет. Механика руки организована аналогично описанной выше модели. Крепление к руке пациента осуществляется при помощи специализированной медицинской гильзы, которая монтируется в предплечье. Для управления планируется использование одноэлектродного нейрошлема neurosky и браслета MYO.

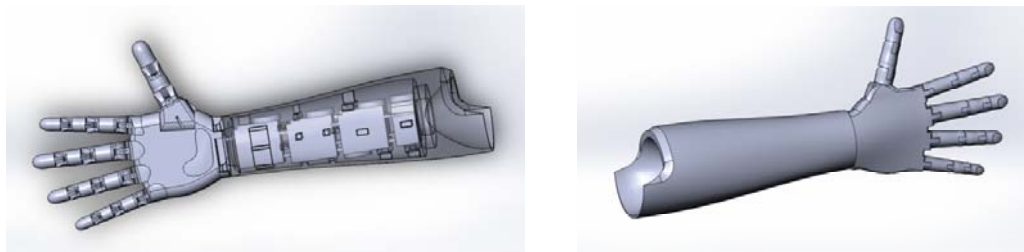


Рис. 2. Разработанная модель протеза

Для регистрации мышечной активности ведется разработка специального устройства.

Задачу по регистрации мышечной и мозговой активности можно разделить на три части. Первая, это выбор системы регистрации электрического сигнала (датчика электрического потенциала). Вторая, это сбор данных и первичная фильтрация сигналов получаемых с датчиков электрического потенциала. Третья, фильтрация и выделение сигналов, получаемых при регистрации биоимпульсов. В данной работе предлагается использование нового поколения датчиков электрического потенциала, производящихся компанией PLESSEY (рис. 1), которые обладают рядом полезных достоинств [1]. Технология обеспечивает исключительно высокое входное сопротивление датчика, который фактически представляет собой высокостабильный, чувствительный бесконтактный вольтметр. Для регистрации биопотенциала достаточно сухого контакта с поверхностью тела, что обуславливает удобство их использования. Конструкция данных датчиков такова, что усилитель расположен непосредственно вблизи электрода, что значительно повышает помехоустойчивость системы. Принципиальная схема устройства датчика приведена на рис. 3.



Рис. 3. Датчик электрического потенциала. Схема датчика

Датчик помещен в корпус, покрытый слоем проводящего материала (алюминиевая фольга) с целью уменьшения помех, создаваемых окружающими прибор источниками электрического поля (рис. 2). Для изготовления корпуса использована технология быстрого прототипирования на базе 3D принтера Центра Фаблаб Политех.



Рис. 4. Датчик электрического потенциала в корпусе

С целью фильтрации помех, для снятия электрического потенциала используется несколько датчиков, сигналы которых вычитаются.

Для сбора данных используется следующая система: регистрируемые сигналы от измерительных каналов поступают на модуль сбора и обработки E14-140. Модуль сбора данных обеспечивает преобразование поступающей от блока усилителей аналоговой информации в цифровую форму. Устройство сбора данных подключается к персональному компьютеру по USB порту. Программа Power Graph 3.3 позволяет выбрать необходимую частоту и объем сбора данных, выполнить необходимую фильтрацию и нормирование сигнала, найти спектральные и корреляционные характеристики.

Выделение необходимого сигнала из потока непрерывно поступающих данных представляет собой отдельную и довольно сложную задачу. Основная проблема заключается в отделении исследуемого сигнала от шумов в режиме реального времени, а также сопоставление получаемых сигналов с вызывающими их сокращениями мышц или мозговой активностью [2].

Традиционные методы фильтрации сигналов включают в себя метод интегральных квадратов, абсолютных величин и нулей [3]. Данные методы удобны с вычислительной точки зрения и позволяют выделять исследуемые сигналы. Недостатком данных методов является то, что при одном и том же сокращении мышц, получаемый сигнал сильно зависит от скорости и силы сжатия. Данная проблема решается путем использования нескольких датчиков электрического потенциала.

В результате работы собрана система, позволяющая регистрировать слабые изменения электрического поля вблизи поверхности сенсоров. В качестве используемого датчика выбран датчик электрического потенциала PS25401A [1]. Проведен ряд тестов по проверке работы системы (реакции на изменение электрического поля вблизи поверхности датчиков). Проведен обзор существующих методов фильтрации сигналов.

ЛИТЕРАТУРА:

1. C. J. Harland, T. D. Clark, N. S. Peters, M. J. Everitt and P. B. Stiffell, A compact electric potential sensor array for the acquisition and reconstruction of the 7-lead electrocardiogram without electrical charge contact to the skin.
2. Xueyan Tang, Yunhui Liu, Congyi Lv and Dong Sun, Hand Motion. Classification Using a Multi-Channel Surface Electromyography Sensors.
3. М. Г. Серебrenников, А. А. Первозванский. Выявление скрытых периодичностей. Физматгиз, 1965 год.

РАЗРАБОТКА МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ ЗДАНИЯ

А.В. Кондрашин, Н.Н. Смирнов, Ю.С. Колосова, А.А. Яблоков

Ивановский государственный энергетический университет им. В.И. Ленина

Внедрение инновационных энергоэффективных технологий в строительстве и переоснащении зданий, повышение их энергоэффективности является одной из первоочередных задач согласно Федеральному закону № 261 «Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации» от 23 ноября 2009 г. Достичь необходимые показатели энергоэффективности можно только с использованием современных систем автоматизации и диспетчеризации: «наиболее эффективно экономить энергию не за счет повышения теплозащиты ограждающих конструкций, а за счет автоматизации и интеллектуализации систем теплоснабжения и климатизации зданий...» [1].

Современное законодательство способствует продвижению энергоэффективных технологий по всему миру. Например, в Европе критерии энергоэффективности зданий определяются европейским стандартом EN 15232. Для оценки влияния систем автоматизации и управления оборудованием на энергопотребление зданий вводятся четыре класса эффективности, от А до D.

Оптимизация энергопотребления в зданиях означает:

- что энергия потребляется только тогда, когда это действительно необходимо;
- что энергия потребляется только в необходимом объеме;
- что энергия потребляется с максимально возможной эффективностью.

Гибкость и функциональность интеллектуального управления зданием позволяет достигать значительных результатов в энергосбережении, добиваться снижения эксплуатационных расходов современных зданий, а также вносит существенный вклад в защиту окружающей среды.

Автоматизированная система управления зданием (далее АСУЗ) предназначена для автоматизации процессов и операций, которые реализуются в современных зданиях.

В больших и сложных зданиях можно выделить несколько десятков инженерных систем. АСУЗ является технической основой так называемых интеллектуальных зданий, позволяющих обеспечить энергосбережение, соответствующее классу А энергоэффективности.

Для разработки данной системы необходимо проведение экспериментальных исследований непосредственно на действующем оборудовании (в реальных условиях). Однако такие испытания весьма сложны и трудоемки.

Наиболее оптимальным решением задачи видится проведение предварительных исследований на динамической универсальной модели теплоснабжения.

Возникает необходимость в разработке математической и имитационной моделей теплоснабжения здания.

Модель теплоснабжения здания состоит из модели теплогенерирующего оборудования (котла) и модели обогреваемого помещения. Универсальность модели состоит в том, что параметры здания могут быть настроены для конкретного объекта.

Математическая модель котла включает в себя:

- уравнение закона сохранения энергии для обогреваемого теплоносителя;
- уравнение закона сохранения энергии для металла поверхности нагрева;
- уравнение закона сохранения энергии для греющего теплоносителя, дымовых газов.

Математическая модель обогреваемого помещения включает в себя следующие уравнения:

- расчет теплопотерь через ограждающие конструкции;
- расчет статей тепловыделений в помещениях от работающего оборудования, искусственного освещения, солнечной радиации и людей;
- уравнения закона сохранения энергии для теплоносителя в контуре отопления;
- расчет тепловыделений от системы отопления.

Математическая модель теплоснабжения здания (рис. 1) была реализована в среде имитационного моделирования.

Разработанная математическая модель теплоснабжения зданий позволяет исследовать различные характеристики моделируемого помещения и теплогенерирующего оборудования. Основными из них, относящимися к энергосбережению, являются:

- расход топлива на котел, который следует минимизировать;
- температура воздуха внутри помещения, которую необходимо поддерживать на оптимальном для человека уровне;
- сопротивление теплопередаче светопрозрачных конструкций, с помощью повышения которого имеется возможность еще более рационально расходовать топливо.

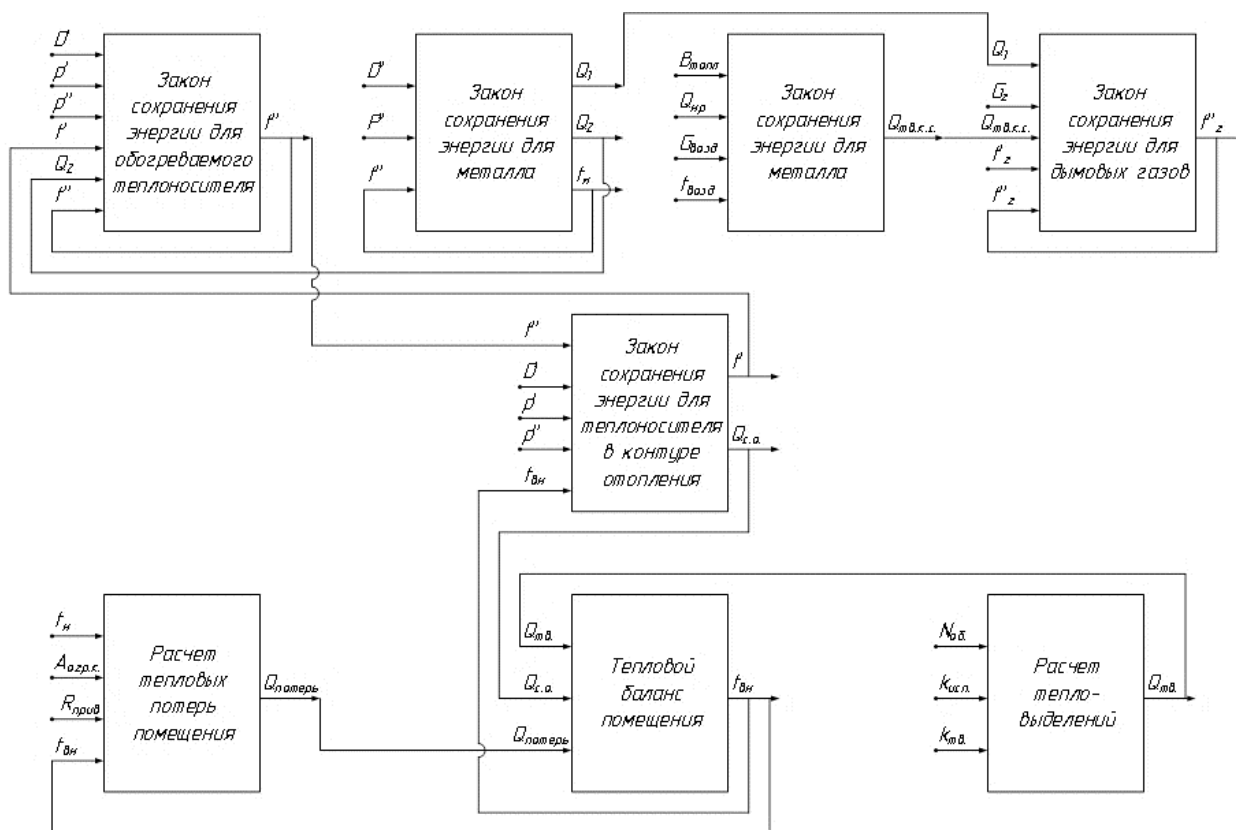


Рис. 1. Схема модели теплоснабжения типа «черный ящик»

Следовательно, появляется необходимость разработки системы управления теплоснабжением с применением энергосберегающих ограждающих конструкций, которая поддерживала бы перечисленные выше параметры на оптимальном для потребителя уровне, что позволит снизить затраты топливно-энергетические ресурсы.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Федеральный закон от 23 ноября 2009 г. N 261-ФЗ «Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации».

ИЗОТРОПИЯ ЖЁСТКОСТИ ТРИМЕТАЛЛИЧЕСКОЙ ЖИЛЫ

О.О. Кузьмицкая

ФГБОУ ВПО «Московский государственный строительный университет» (НИУ)

В электротехнике всё чаще стали упоминать биметаллическую токоведущую жилу [1]. Такая токоведущая жила состоит из двух металлов, комбинируя которые можно получить желаемые свойства прочности, электропроводимости и стоимости [2]. Если в поперечном сечении биметаллической жилы получается симметричная фигура, чаще всего круг, то такой провод имеет изотропную жёсткость при изгибах в различных направлениях. Если же в поперечном сечении фигуры будут не симметричные, то наблюдается анизотропия жёсткости. Провод легко изгибается в одном направлении, но намного хуже в другом.

В литературе появились данные о разработке триметаллической жилы с переходным эллиптическим сечением. Вариант конструкций биметаллической и триметаллической жил представлено на рис. 1. Обсуждался вопрос об электропроводимости, плотности и стоимости такой жилы. Отмечались достоинства жилы для токов высокой частоты. Однако вопросы прочности и жёсткости предложенной конструкции не рассматривались.

Триметаллическая жила подбором составных металлов позволяет регулировать не только электротехнические, массовые и стоимостные характеристики, но и прочностные. Если требуется изотропия жёсткости при изгибе провода в различных направлениях, то этого вполне можно добиться регулировкой приведённых моментов инерции и моментов сопротивления относительно основных осей сечения жилы. Если, наоборот, требуется анизотропия изгиба в различных направлениях, то и это можно сделать, ослабив один из двух внешних металлов.

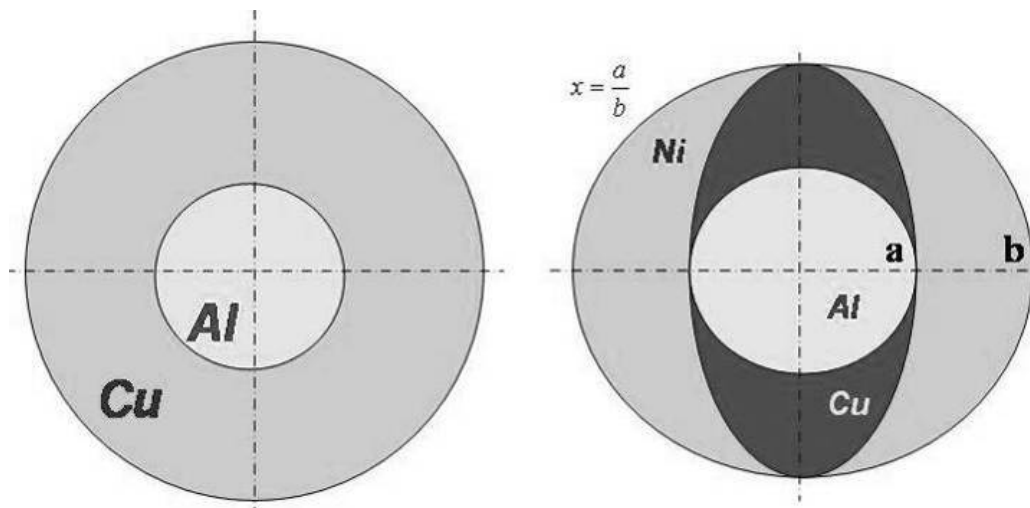


Рис. 1. Биметаллическая и триметаллическая жила

Закономерен вопрос, при каких условиях будут наблюдаться свойства изотропии изгиба, а при каких анизотропии? Для ответа на этот вопрос были определены моменты инерции и моменты сопротивления триметаллического сечения с учётом приведения величин в зависимости от их модуля Юнга [3].

Моменты инерции малого и больших кругов с радиусами a и b соответственно равны

$$I_{1x} = I_{1y} = \frac{\pi b^4}{4} \quad \text{и} \quad I_{3x} = I_{3y} = \frac{\pi a^4}{4}.$$

Определяем моменты инерции относительно горизонтальной (на чертеже) оси OX .

$$\text{Моменты инерции эллипса относительно осей равны} \quad I_{2x} = \frac{\pi a^3 b}{4} \quad \text{и} \quad I_{2y} = \frac{\pi b^3 a}{4}.$$

$$\text{Момент инерции эллипса без малого круга равен} \quad I_{2-1x} = \frac{\pi a^3 b}{4} - \frac{\pi b^4}{4} = \frac{\pi b(a^3 - b^3)}{4}.$$

$$\text{Момент инерции большого круга без эллипса равен} \quad I_{3-2x} = \frac{\pi a^4}{4} - \frac{\pi a^3 b}{4} = \frac{\pi a^3(a - b)}{4}.$$

$$\text{Момент инерции составного сечения} \quad I_x = I_{1x} + I_{2-1x} + I_{3-2x}.$$

Подставляем полученные выражения и получаем

$$I_x = \frac{\pi b^4}{4} + \frac{\pi b(a^3 - b^3)}{4} + \frac{\pi a^3(a - b)}{4} = \frac{\pi a^4}{4}.$$

Определяем моменты инерции относительно горизонтальной (на чертеже) оси OY .

Моменты инерции малого и больших кругов с радиусами a и b соответственно равны $I_{1x} = I_{1y} = \frac{\pi b^4}{4}$

$$\text{и } I_{3x} = I_{3y} = \frac{\pi a^4}{4}.$$

Момент инерции эллипса без малого круга равен $I_{2-1y} = \frac{\pi b^3 a}{4} - \frac{\pi b^4}{4} = \frac{\pi b^3(a - b)}{4}$.

Момент инерции большого круга без эллипса равен $I_{3-2y} = \frac{\pi a^4}{4} - \frac{\pi b^3 a}{4} = \frac{\pi a(a^3 - b^3)}{4}$.

Момент инерции составного сечения $I_y = I_{1y} + I_{2-1y} + I_{3-2y}$.

Подставляем полученные выражения и получаем

$$I_y = \frac{\pi b^4}{4} + \frac{\pi b^3(a - b)}{4} + \frac{\pi a(a^3 - b^3)}{4} = \frac{\pi a^4}{4}.$$

Приведённые моменты сопротивления с весовыми коэффициентами равны

$$W_x = A \cdot \frac{\pi b^4}{4b} + B \cdot \frac{\pi b(a^3 - b^3)}{4a} + C \cdot \frac{\pi a^3(a - b)}{4a};$$

$$W_y = A \cdot \frac{\pi b^4}{4b} + B \cdot \frac{\pi b^3(a - b)}{4b} + C \cdot \frac{\pi a(a^3 - b^3)}{4a}.$$

При каких условиях моменты сопротивления относительно осей OX и OY будут равны, то есть $W_x = W_y$?

Решив полученное уравнение, получим

$$\begin{cases} A - \text{любое значение;} \\ \frac{C}{B} = \frac{x+1}{x^2+x} = \frac{1}{x}, \quad \text{где } x = \frac{a}{b}. \end{cases}$$

Вывод.

Математически доказана возможность создания триметаллической жилы с одинаковой жёсткостью относительно изгиба по главным осям. При заданных характеристиках материалов можно подобрать размеры внутреннего эллипса так, что будет выполнено условие изотропии изгиба по различным осям.

По сравнению с предыдущей работой [4], новизной является конкретный пример конструктивных материалов для триметаллической жилы, которые обеспечат изотропию жёсткости. В качестве таких материалов предложены никель во внешнем слое и медь – в среднем. Внутренний материал круглого сечения не влияет на свойство изотропии жёсткости всей системы.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Кабели и провода с алюмомедными жилами. – Электронный ресурс <http://saransklabel.ru/index.php/categories/category/alcu>. – Дата обращения 15.03.2014.
2. Маркитантова Н.К., Полехина Г.Е. Удельное сопротивление биметаллической токоведущей жилы // М.: Московский государственный строительный университет. - Строительство: наука и образование. – №2, 2013. – Электронный ресурс (дата обращения 28.09.2014): <http://www.nso-journal.ru/index.php/sno/pages/view/02-2013>. – ISSN 2305-5502.
3. Варданян Г.С. и др. Сопротивление материалов с основами теории упругости и пластичности. – М.: Изд. Ассоциации строительных ВУЗОВ, 1995.
4. Кузьмицкая О.О. Прочность и жёсткость триметаллической жилы // Сборник трудов. 17-я Международная научно-практическая конференция студентов, магистрантов, аспирантов и молодых учёных, посвящённая фундаментальным научным исследованиям в строительстве. – М.: ФГБОУ ВПО «МГСУ». – 23-25.04.2014. – С.268-270. – ISBN 978-5-7264-0875-0.

**ПОВЫШЕНИЕ РАЗРЕШАЮЩЕЙ СПОСОБНОСТИ ДАТЧИКА МИКРОПЕРЕМЕЩЕНИЙ
НА ОСНОВЕ ИНТЕРФЕРОМЕТРА ФАБРИ-ПЕРО С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ОПОРНОГО
ИНТЕРФЕРОМЕТРА**

А.А. Маркварт, Н.А. Ушаков, Л.Б. Ликумович

Санкт-Петербургский Государственный Политехнический университет

На протяжении последних двух десятилетий волоконно-оптические интерферометрические датчики стали объектом обширных научных исследований и интереса со стороны промышленности [1]. Одной из наиболее популярных схем волоконно-оптических интерферометрических датчиков является внешний волоконный интерферометр Фабри-Перо (ВИФП) [1, 2], в котором резонатор Фабри-Перо формируется торцом волоконного световода и внешним зеркалом (нередко, торцом другого световода). Оба варианта представлены на рис. 1. На основе ВИФП предложены датчики температуры, давления, влажности, микроперемещений, натяжений и других физических величин.



Рис. 1. Схема ВИФП на основе торцов двух волокон и на основе торца волокна и внешнего зеркала

Одним из наиболее перспективных методов опроса датчиков на основе ВИФП является так называемая частотно-сканирующая интерферометрия, принцип которой заключается в измерении спектральной передаточной функции $S'(\lambda)$ (СПФ) интерферометра и её последующем анализе. Были предложены методы обработки измеренных спектров [3], заключающиеся в аппроксимации измеренной СПФ $S'(\lambda)$ аналитическим выражением

$$S_1(L, \lambda) = I_1 + I_2 + 2\sqrt{I_1 I_2} \cos \left[\frac{4\pi n \Delta L}{\lambda} + \gamma(L, \lambda) \right],$$

где I_1, I_2 – интенсивности интерферирующих лучей, λ – длина волны, L_0 – расстояние между зеркалами (база интерферометра), n – показатель преломления среды в интерферометре, γ определяется отражениями от зеркал и фазовыми сдвигами из-за дифракционной расходимости пучка между зеркалами. Разрешающая способность определяется среднеквадратическим отклонением измеренных значений базы σ_L , которая может достигать очень низких значений: для $L_0 = 90$ мкм была достигнута σ_L менее 10 пикометров [4]. Данная величина хорошо согласуется с аналитической оценкой разрешающей способности такого интерферометра [4], обусловленной характеристиками использованного для измерения СПФ опросного устройства. Как следует из [4], основными факторами, ограничивающими разрешающую способность измерений с использованием частотно-сканирующей интерферометрии, являются шумы фотоприёмника, шумы интенсивности лазера, а также смещения точек спектральной шкалы λ из-за флуктуаций в системе синхронизации опросного устройства и дрожание отдельных точек спектральной шкалы, вызванное флуктуациями моментов отсчета. Целью данной работы является преодоление ограничений разрешающей способности, вызванных указанными флуктуациями и повышение разрешающей способности.

Одной из базовых идей, используемых для повышения точности интерферометрических измерений, является установка дополнительного (опорного) интерферометра, не подверженного внешним воздействиям. Таким образом, опорный интерферометр регистрирует флуктуации параметров измерительной аппаратуры (такой подход часто используется для подавления частотных шумов лазера), показания измерительного (сигнального) интерферометра корректируются с учётом показаний опорного.

С учётом анализа математической модели [4], описывающей влияние параметров опросного устройства на разрешающую способность ВИФП, был предложен оригинальный метод коррекции сигналов. Он предусматривает использование измерительного и опорного интерферометров с близкими значениями базы L_0 и позволяет компенсировать влияние смещения точек спектральной шкалы и шумов интенсивности лазера.

Была разработана математическая модель данной системы из двух интерферометров, учитывающая шумы фотоприёмника и интенсивности лазера, смещение точек спектральной шкалы λ из-за флуктуаций в системе синхронизации опросного устройства и дрожание отдельных точек спектральной шкалы, вызванное флуктуациями моментов отсчета. Непосредственный анализ модели показал корреляционные свойства результирующих шумов нахождения базы, необходимые для работы предложенного метода параметры интерферометров, а также достижимую эффективность метода.

Экспериментальная реализация показала работоспособность метода и подтвердила теоретические оценки. При этом продемонстрировано существенное улучшение разрешающей способности. Для

интерферометров с L_0 в диапазоне от 200 до 800 мкм исходное значение σ_L составляло 15 пм (для нижней границы диапазона) – 45 пм (для верхней границы диапазона), в то время как при применении предложенного метода компенсации уровень σ_L был снижен до 10–20 пикометров.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Lee B.H., Kim Y.H., Park K.S., Eom J.B., Kim M.J., Rho B.S., Choi H.Y., Interferometric fiber optic sensors, Sensors (Basel), 12, 2467–2486 (2012).
2. Chang K., Fang Z., Chin K., Qu R., Cai H., Fundamentals of Optical Fiber Sensors, John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, 395-426, 2012.
3. Ushakov N.A., Liokumovich L.B., Medvedev A.V., EFPI signal processing method providing picometer-level resolution in cavity length measurement, Proceedings of SPIE, 8789, 87890Y, 2013.
4. Ushakov N.A., Liokumovich L.B., Resolution limits of EFPI displacement sensors utilizing wavelength scanning interrogation, Applied Optics, ID 211722 (posted 8 July 2014, in press).

**ИЗМЕРИТЕЛЬ ПОКАЗАТЕЛЯ ПРЕЛОМЛЕНИЯ И ЕГО ДИСПЕРСИИ НА ОСНОВЕ
ИНТЕРФЕРОМЕТРА ФАБРИ-ПЕРО И АНАЛИЗАТОРА ОПТИЧЕСКОГО СПЕКТРА**

С.А. Михайлов, Н.А. Ушаков

Санкт-Петербургский Государственный Политехнический Университет

Показатель преломления - важный параметр вещества. Измерения показателя преломления применяются для определения состава и чистоты вещества, концентрации его в растворах в различных разделах физики, химии и биологии.

Интерферометрические методы измерений показателя преломления являются одними из наиболее точных и перспективных.

Одним из классических методов измерений является метод на основе интерферометра Маха-Цендера. В одно из плеч помещается емкость с исследуемым образцом. Из-за разности показателей преломления волноводной среды и исследуемого образца свет в образце распространяется со скоростью отличной от скорости света в волноводе, вызывая изменение интерференционной картины. Отследив это изменение, можно найти показатель преломления вещества в емкости.

Также используются методы, основанные на анализе интерференционных полос спектральной функции интерферометра [1]. Контраст интерференционной картины будет отличен для разных исследуемых образцов из-за разницы их коэффициента преломления. Следовательно, коэффициент преломления можно найти по полученному интерференционному контрасту.

Другой высокоточный метод измерения показателя преломления основан на использовании плазмонного резонанса. При распространении моды в волокне часть поля проникает за пределы сердцевины. Часть оболочки волокна удаляется, и на очищенный участок напыляется тонкий слой металла (например, золота). Энергия поля, выходящего за пределы сердцевины волокна, может поглощаться поверхностными плазмонами на границе металл/волокно. Явление такого поглощения носит название плазмонного резонанса. Частота плазмонного резонанса зависит от множества факторов, в том числе от показателя преломления вещества вокруг металла. Исследуемое вещество наносится на металлическое напыление, изменяя частоту резонанса. По изменению резонансной частоты можно найти показатель преломления исследуемого вещества.

Показатель преломления исследуемого образца может изменяться с длиной волны, поэтому для получения правильного результата при измерениях необходимо учитывать эту дисперсию.

Мы предлагаем метод, позволяющий находить значение показателя преломления и его дисперсию. Данный метод является методом с использованием частотно-сканирующей интерферометрии (ЧСИ). В методах ЧСИ регистрируется спектральная функция интерферометра, которая затем обрабатывается для получения значения базы интерферометра.

После регистрации спектральной функции $S'(\lambda)$ с помощью различных методов демодуляции может быть найдена база интерферометра L . Простейший подход основан на частотной оценке синусоидального сигнала. Для этого необходимо найти число интерференционных полос N спектральной функции и затем вычислить значение базы согласно следующему выражению

$$L = \frac{N \cdot \lambda_{\max} \lambda_{\min}}{2 \left(n_0 - \lambda_0 \frac{dn}{d\lambda} \right) \cdot (\lambda_{\max} - \lambda_{\min})}, \quad (1)$$

где $\lambda_{\min}$ и $\lambda_{\max}$ – граничные длины волн интервала сканирования, λ_0 – среднее значение длины волны, n_0 – среднее значение показателя преломления на интервале сканирования.

Таким образом, можно найти показатель преломления среды внутри интерферометра Фабри-Перо с известной базой. Однако если имеет место дисперсия n , то в выражении (1) появляются две неизвестные величины, и для нахождения показателя преломления требуется дополнительная информация. Эта информация

может быть получена из интерференционного контраста спектральной функции, как, например, в [1]. Тогда задача нахождения показателя преломления разбивается на два шага:

1. нахождение среднего значения показателя n_0 . Для этого предварительно была построена градуировочная зависимость показателя преломления от контраста спектра интерферометра с параметрами, использованными при экспериментальной демонстрации. Затем эта градуировка используется для нахождения показателя преломления исследуемого вещества по контрасту зарегистрированного спектра.
2. нахождение дисперсии с использованием полученного на первом этапе n_0 , вычисленной разности оптических путей в интерферометре с исследуемым материалом внутри L_e и реального значения базы интерферометра L_0 . Тогда выражение для дисперсии запишется в следующем виде

$$\frac{dn}{d\lambda} = \left(n_0 - \frac{L_e}{L_0} \right) / \lambda_0.$$

Вычисление L_e должно производиться для интерферометра с воздушным зазором между отражающими поверхностями.

Был разработан макет рефрактометра на основе двух волоконных интерферометров Фабри-Перо. Первый интерферометр используется для нахождения среднего значения показателя преломления, второй – для нахождения дисперсии (рис. 1). Отражающие поверхности первого интерферометра сформированы границами раздела волокно/кремний и кремний/исследуемое вещество. Исследуемое вещество, находящееся на кремниевой пластинке, влияет на коэффициент отражения от второй поверхности, вследствие чего изменяется контраст интерференционной картины. Второй интерферометр сформирован торцом волокна и внешним зеркалом, между которыми находится исследуемое вещество.

Для оценки работоспособности методы было проведено численное моделирование. Параметры моделирования, соответствующие параметрам экспериментального макета, следующие: число спектральных отсчетов 20001, длина волны λ менялась от 1510 до 1590 нм с шагом 4 пм, значение базы первого интерферометра $L_1 = 250$ мкм, значение базы второго интерферометра $L_2 = 1500$ мкм. Параметры моделирования, соответствующие параметрам исследуемого вещества: среднее значение показателя преломления n_0 лежало в диапазоне от 1 до 2, дисперсия – от 0,001 до 0,1 мкм⁻¹. При моделировании относительная ошибка в определении среднего показателя преломления и дисперсии составила порядка 10⁻⁴.

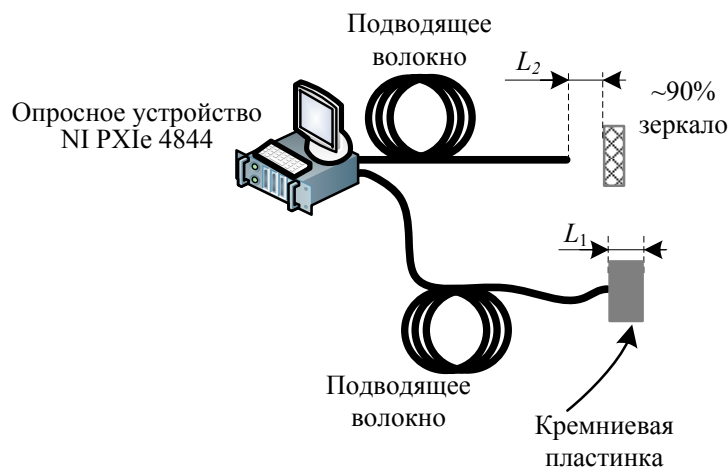


Рис. 1. Лабораторная установка

Для экспериментальной проверки метода в качестве исследуемого вещества была выбрана вода. Экспериментально были получены следующие значения: средний показатель преломления $n_0 = 1.315$, дисперсия $dn/d\lambda = -0.0218$ мкм⁻¹. Теоретические значения: $n_0 = 1.316$, $dn/d\lambda = -0.0221$ мкм⁻¹.

В работе предложен метод нахождения коэффициента преломления и дисперсии вещества, основанный на применении частотно-сканирующей интерферометрии, проведена его экспериментальная демонстрация. В дальнейшем планируется установка интерферометров в единый корпус и миниатюризация устройства.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Chen, J.-H., Zhao, J.-R., Huang, X.-G., Huang, Z.-J., "Extrinsic fiber-optic Fabry-Perot interferometer sensor for refractive index measurement of optical glass.," Appl. Opt. **49**(29), 5592–5596 (2010).

**ВЫПОЛНЕНИЕ ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ СТУПЕНИ ДИСТАНЦИОННОЙ ЗАЩИТЫ
АВТОТРАНСФОРМАТОРОВ, ОБЕСПЕЧИВАЮЩЕЙ РАСПОЗНАВАНИЕ РЕЖИМОВ
НА СТОРОНЕ НИЗШЕГО НАПРЯЖЕНИЯ**

В.В. Можжухина

Ивановский государственный энергетический университет имени В.И. Ленина

При осуществлении дистанционной защиты (ДЗ) возникают значительные трудности в обеспечении требуемой чувствительности к коротким замыканиям (КЗ) на стороне низшего напряжения (НН) автотрансформатора (АТ).

Для повышения чувствительности ДЗ АТ к КЗ на стороне НН предлагается выполнить дополнительное реле сопротивления, включаемое на сумму токов сторон ВН и СН и напряжение на шинах в месте установки защиты, компенсированное падением напряжения на сопротивлении обмотки соответствующей стороны автотрансформатора (рис. 1). Замер сопротивления ДЗ стороны ВН АТ определяется следующим образом:

$$\underline{Z}_{\text{зам}} = \frac{\dot{U}_{\text{ВН}} - \dot{I}_{\text{ВН}} \cdot \underline{Z}_{\text{ВН}}}{\dot{I}_{\text{ВН}} + \dot{I}_{\text{СН}} / K_{\text{ТВН-СН}}},$$

где $\dot{U}_{\text{ВН}}$ – напряжение на шинах ВН АТ, $\underline{Z}_{\text{ВН}}$ – сопротивление обмотки ВН АТ, $\dot{I}_{\text{ВН}}$ – ток на стороне ВН АТ, $\dot{I}_{\text{СН}}$ – ток на стороне СН АТ, $K_{\text{ТВН-СН}}$ – коэффициент трансформации автотрансформатора.

В качестве подведенных величин, как и в традиционных ИОС, возможно использование междуфазных напряжений и соответствующих им разностей фазных токов. Для предлагаемого ИОС также возможно включение на фазные величины, что позволит обеспечить эффективное распознавание двухфазных КЗ на стороне НН АТ.

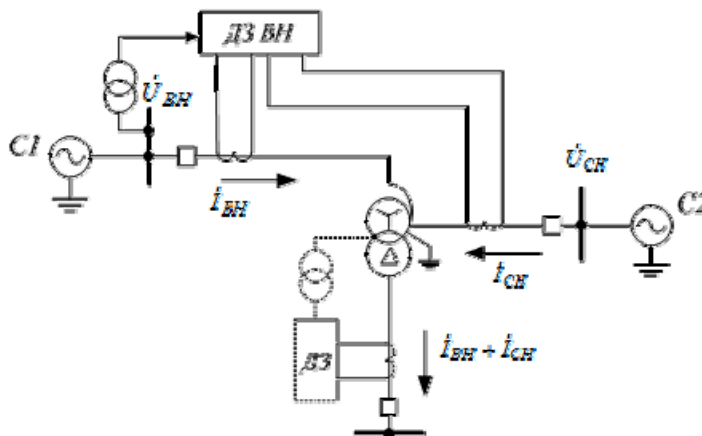


Рис. 1. Схема подключения дополнительного ИО сопротивления ДЗ стороны ВН АТ

При трехфазном КЗ на стороне НН АТ сопротивление на зажимах защиты будет равно:

$$\underline{Z}_{\text{зам}}^{(3)} = \underline{Z}_{\text{НН}} + r_n,$$

где $\underline{Z}_{\text{НН}}$ – сопротивление обмотки стороны НН АТ; r_n – переходное сопротивление электрической дуги.

При использовании фазных напряжений и токов в случае двухфазных КЗ замер одного из фазных реле будет таким же, как и при трехфазных КЗ:

$$\underline{Z}_{\text{зам}}^{(2)} = \underline{Z}_{\text{НН}} + r_n.$$

При КЗ на стороне ВН АТ замер сопротивления равен:

$$\underline{Z}_{\text{зам}} = -\underline{Z}_{\text{ВН}} \cdot \frac{\dot{I}_{\text{ВН}}}{\dot{I}_{\text{ВН}} + \dot{I}_{\text{СН}} / K_{\text{ТВН-СН}}}.$$

При КЗ на стороне СН АТ замер сопротивления равен:

$$\underline{Z}_{\text{зам}} = \underline{Z}_{\text{СН}} \cdot \frac{\dot{I}_{\text{ВН}}}{\dot{I}_{\text{ВН}} + \dot{I}_{\text{СН}} / K_{\text{ТВН-СН}}}.$$

При внешнем КЗ «за спиной» замер сопротивления равен:

$$\underline{Z}_{\text{зам}} = (\underline{Z}_{\text{C1-КЗ}} - \underline{Z}_{\text{ВН}}) \cdot \frac{\dot{I}_{\text{ВН}}}{\dot{I}_{\text{нагрНН}}},$$

где $\underline{Z}_{\text{C1-КЗ}}$ – сопротивление от места установки защиты до места КЗ в системе C1; $\dot{I}_{\text{нагрНН}}$ – ток нагрузки стороны НН АТ.

При внешнем КЗ на стороне СН замер сопротивления равен:

$$Z_{зам} = (Z_{CH} + Z_{с2_кз}) \cdot \frac{I_{ВН}}{I_{нагрНН}},$$

где $Z_{с2_кз}$ – сопротивление от вывода СН АТ до места КЗ в системе С2.

Для проверки предлагаемого алгоритма работы дополнительного реле сопротивления проведены исследования и сравнительный анализ результатов замеров сопротивления ИО, основанного на предложенном принципе, и ИО традиционного исполнения при КЗ в различных точках сети с учетом влияния различных факторов с использованием программного комплекса Matlab/Simulink. Были разработаны математические модели рассматриваемого участка сети, предлагаемого и традиционного ИО сопротивления и комплексные математические модели системы «объект-устройство».

Исследования проводились при изменении: номера отпайки РПН, угла сдвига фаз ЭДС второй системы по отношению к первой, отношения модулей ЭДС систем, мощностей систем С1 и С2, нагрузки стороны НН АТ, переходного сопротивления в месте КЗ на стороне НН, погрешности ТТ при внешних КЗ до 10%.

Результаты моделирования показали, что традиционные реле сопротивления во многих случаях не могут отличить нагрузочный режим от режима КЗ на стороне НН АТ. В то же время предлагаемое дополнительное реле однозначно выявляет указанные режимы. При КЗ на стороне НН дополнительное реле сопротивления оказывается как бы включенным в сеть с односторонним питанием, где отсутствует заглубляющее защиту влияние подпитки от противоположной системы и перетока мощности по автотрансформатору. Поэтому распознавание этих режимов предлагаемой ступенью ДЗ оказывается значительно выше, чем у существующей защиты.

Замеры сопротивления в нагрузочных режимах и при внешних КЗ в случае отсутствия погрешности ТТ оказываются значительно больше замеров при КЗ на стороне НН, что свидетельствует о возможности выполнить дополнительную ступень ДЗ, основанную на данном принципе.

Для выполнения защиты, чувствительной к КЗ на стороне НН автотрансформатора и отстроенной от всех других КЗ, предлагается использовать характеристику срабатывания измерительного органа сопротивления в виде прямоугольника (рис. 2), расположенного в первом и втором квадрантах плоскости Z , с запасом охватывающего замеры сопротивления при КЗ на стороне НН трансформатора. Естественно, что сопротивление автотрансформатора должно рассчитываться с учетом РПН.

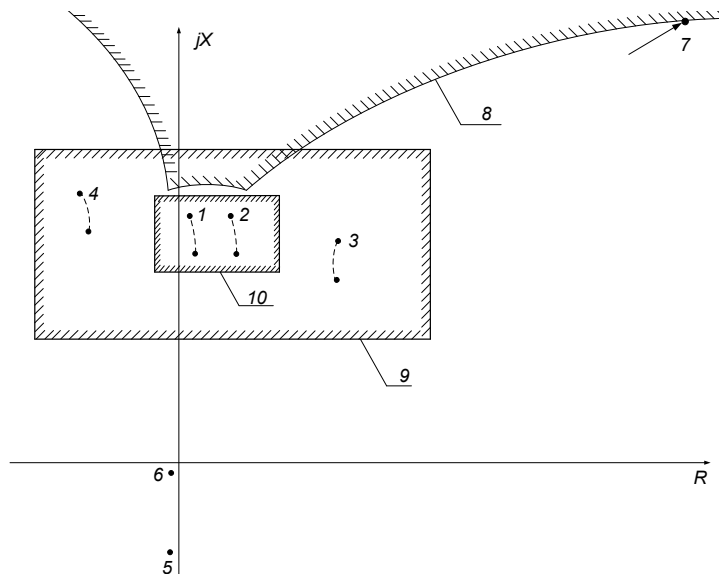


Рис. 2. Замер сопротивления предлагаемого ИО ДЗ автотрансформатора при КЗ в различных точках: 1 – при металлическом КЗ⁽³⁾ на стороне НН автотрансформатора (при максимальном и минимальном положении РПН); 2 – при КЗ⁽³⁾ через переходное сопротивление на стороне НН; 3 – при КЗ⁽²⁾ через переходное сопротивление на стороне НН; 4 – при КЗ⁽²⁾ через переходное сопротивление на стороне НН для другого реле; 5 – при металлическом КЗ⁽³⁾ на стороне ВН автотрансформатора; 6 – при металлическом КЗ⁽³⁾ на стороне СН автотрансформатора; 7 – при внешних КЗ⁽³⁾ без погрешности ТТ и в нагрузочном режиме работы; 8 – область замеров сопротивления при внешних КЗ при погрешности ТТ до 10%; 9 – характеристика срабатывания предлагаемого реле с включением на междуфазные величины; 10 – характеристика срабатывания предлагаемого реле с включением на фазные величины

Для обеспечения несрабатывания в режимах без КЗ для предлагаемого реле сопротивления АТ достаточно обеспечить отстройку только от сопротивления нагрузки стороны НН. Это позволяет значительно улучшить отстроенность от нагрузочных режимов.

При использовании традиционных трансформаторов тока в случае внешних КЗ возможно их насыщение, что при определенных условиях может привести к срабатыванию предлагаемых реле сопротивления. Несрабатывание дистанционной защиты можно обеспечить либо путем согласования по времени с резервными защитами смежных элементов, либо путем блокировки защиты в этих режимах.

Проведенные на математических моделях испытания показали возможность выполнения предложенного измерительного органа сопротивления и эффективность распознавания им режимов внутренних КЗ, внешних КЗ и режимов без КЗ.

НОВЫЙ МЕТОД УЛУЧШЕНИЯ СТАБИЛЬНОСТИ ЧАСТОТЫ ДЛЯ АТОМНЫХ ЧАСОВ НА ПАРАХ ^{133}Cs

А.А. Петров, В.В. Давыдов

Санкт-Петербургский Государственный Политехнический Университет

В современном мире в условиях быстрого развития мировой науки, технологий и средств передачи информации невозможно обойтись без измерения времени с высокой точностью. Научно – техническому прогрессу и интегрированной мировой экономике требуется постоянная передача и обобщение результатов измерений с высокой скоростью, полученных в различных местах (часовых поясах), а также в различное время в общую систему и наоборот [1]. Наибольшей точностью и надежностью работы среди источников опорных колебаний, используемых для измерения времени обладают квантовые стандарты частоты (КСЧ) [1-3].

Поскольку скорость и объемы передачи информации в настоящее время только возрастают, то к работе КСЧ предъявляют все более жесткие требования, как по точности, так и надежности. Поэтому модернизация действующих и разработка новых КСЧ является очень актуальной задачей.

Процесс модернизации КСЧ включает в себя различные направления: изменение массы и габаритов, снижение энергопотребления, улучшение метрологических характеристик. Причем для КСЧ характерно, что модернизации подвергается не вся конструкция, а отдельные узлы или блоки. Для этих целей необходимо проводить новые исследования, разрабатывать новые методы, искать новые конструкторские решения на основе появляющихся новых электронных компонентов и открытых физических явлений.

В работе представлено одно из направлений модернизации КСЧ на атомах ^{133}Cs , конкретно отдельного блока – синтезатора частоты с целью улучшения метрологических характеристик стандарта частоты, а именно дисперсии Аллана.

Одним из важных функциональных узлов КСЧ является синтезатор частоты. Он принимает участие в формировании резонансной частоты квантового перехода. Весьма важным показателем синтезатора частоты является его способность влиять на характеристику нестабильности частоты преобразуемого сигнала, что определяет в некоторой степени достижимую стабильность частоты выходного сигнала КСЧ. Нестабильность частоты, вносимая синтезатором, определяется боковыми дискретными составляющими спектра сигнала, возникающими при делении, умножении, смещении частот сигналов, точностью выходной частоты, а также воздействием на сигнал естественных и технических шумов [4].

В настоящее время метод формирования выходного сигнала синтезатора частоты исчерпал возможности по увеличению точности. Необходима большая разрешающая способность, поскольку точность воспроизведения частоты подмешивания 12,631 МГц напрямую влияет на точность получения резонансной частоты атомного перехода [4].

Новая конструкция синтезатора частоты разработана с использованием метода прямого цифрового синтеза (DDS – Direct Digital Synthesis) [5]. Важными особенностями цифрового метода синтеза частот являются возможность быстрого изменения параметров синтезируемого сигнала, высокое разрешение по частоте и фазе, наличие цифрового интерфейса для управления.

Проведенные исследования работы синтезатора показали уменьшение шага перестройки частоты, улучшение спектральных характеристик выходного сигнала. Использование нового метода построения синтезатора частоты позволяет получить лучшие спектральные характеристики, подавление боковых амплитудных составляющих улучшено на 20 дБ и 30 дБ в полосах 5МГц и 200кГц соответственно. Все это непосредственно приводит к улучшению метрологических характеристик стандарта частоты, а именно долговременной стабильности частоты.

В результате испытаний в составе КСЧ получено улучшение долговременной стабильности частоты (девиации Аллана (σ_y)). Ранее эта характеристика составляла величину $\sigma_y = 8,0 \cdot 10^{-14}$. Благодаря использованию новой конструкции синтезатора частоты было получено улучшение девиации Аллана на $2,9 \cdot 10^{-14}$. Теперь значение девиации Аллана равно $\sigma_y = 5,1 \cdot 10^{-14}$.

Кроме того, благодаря тому, что новая конструкция синтезатора частоты способна расширить диапазон получаемых частот, открываются новые направления в модернизации КСЧ. А именно - возможность отстройки на частоту соседнего резонанса спектральной линии. Таким образом, замыкая кольцо автоподстройки частоты

по соседнему резонансу спектральной линии, мы можем подстраивать среднее поле КСЧ. Это ведет к существенному улучшению долговременной стабильности частоты.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Глобальная спутниковая навигационная система ГЛОНАСС. Интерфейсный контрольный документ. – М.: Издательство Российского научно-исследовательского института космического приборостроения. 2008. 74 с.
2. Дудкин В.И., Пахомов Л.Н. Квантовая электроника. – СПб: издательство Политехнического университета, 2012, 496 с.
3. Риле Ф. Стандарты частоты. Принципы и применения. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2009, 511 с.
4. Петров А.А., Давыдов В.В. «Новый метод формирования сигналов синтезатора частоты для атомных часов на парах ^{133}Cs », Сборник материалов 52-й международной научной студенческой конференции «МНСК - 2014», г. Новосибирск, 11 – 18 апреля 2014 года, с. 15.
5. Ридико Л. И. Прямой цифровой синтез частоты. – Компоненты и технологии, 2001, № 7, С. 34 – 38.

**СТРУКТУРНЫЙ СИНТЕЗ ИСПОЛНИТЕЛЬНОГО МЕХАНИЗМА
ВОЗВРАТНО-ВРАЩАТЕЛЬНОГО ПЕРЕМЕШИВАЮЩЕГО УСТРОЙСТВА**

А.А. Приходько

Кубанский государственный технологический университет

Перемешивающие устройства используются для проведения большинства химических, нефтехимических и пищевых процессов. На данный момент наиболее широкое применение находят классические вращательные перемешивающие устройства. Также в ряде работ исследованы более перспективные виброперемешивающие устройства (ВПУ) [1,2].

Применение ВПУ приводит к улучшению качества получаемых продуктов по сравнению с применением классических перемешивающих устройств [3]. К недостаткам таких устройств можно отнести значительные вертикальные вибрации, которые передаются в окружающую среду и усложняют работу оператора, а также наличие поступательно движущегося штока, который сложно уплотнить, в результате чего такие ВПУ ненадежны и не могут использоваться в реакторах, работающих под давлением.

По принципу воздействия на обрабатываемую среду возвратно-вращательные перемешивающие устройства (ВВПУ) аналогичны виброперемешивающим устройствам, но, в отличие от ВПУ, в таких ВВПУ отсутствуют вертикальные вибрации, а также использованы хорошо отработанные уплотнительные устройства. ВВПУ могут иметь один (центральный) рабочий орган [4], а могут иметь два и более рабочих органа [5]. Наличие лишь одного рабочего органа затрудняет использование ВВПУ в больших объемах промышленных реакторов.

Проведем синтез исполнительного механизма (ИМ) ВВПУ, используя структурную математическую модель, разработанную в [6]:

$$\left\{ \begin{array}{l} p = \frac{1}{2} \left(\sum_{t=T-j}^2 t n_t + s \right); \\ n = \sum_{t=T-j}^T n_t; \\ W = \sum_{i=1}^{n-1} i p_i - k \Pi; \\ k = p - n; \\ p = \sum_{i=1}^{n-1} p_i; \\ T \leq k + 1; \end{array} \right. \quad (1)$$

где p – общее число кинематических пар; T – количество вершин базового звена; t – число вершин звеньев; n – общее число подвижных звеньев; n_t – число подвижных звеньев с t вершинами; p – общее число кинематических пар; p_i – число кинематических пар i -той подвижности; k – число независимых замкнутых контуров; Π – подвижность пространства, в котором синтезируется механизм; S – число присоединений к стойкам; i – целочисленный индекс; j – целочисленный индекс.

Так как желательно, чтобы ИМ ВВПУ был простым, то пусть он будет одноподвижным ($W=1$), будет существовать в трехподвижном пространстве ($\Pi=3$), иметь два независимых замкнутых контура ($k=2$) и трехвершинное базовое звено ($T=3$). Структурная математическая модель (1) после подстановки в нее исходных данных примет вид:

$$\begin{cases} p = \frac{1}{2}(3n_3 + 2n_2 + s); \\ n = n_3 + n_2; \\ 1 = 2p_2 + p_1 - 6; \\ 2 = p - n; \\ p = p_2 + p_1; \\ 3 \leq 2 + 1. \end{cases} \quad (2)$$

Понятно, что в синтезируемом механизме число звеньев, кинематических пар и присоединений к стойке должно быть целым и положительным. Следовательно, решения модели (2) должно удовлетворять этим условиям.

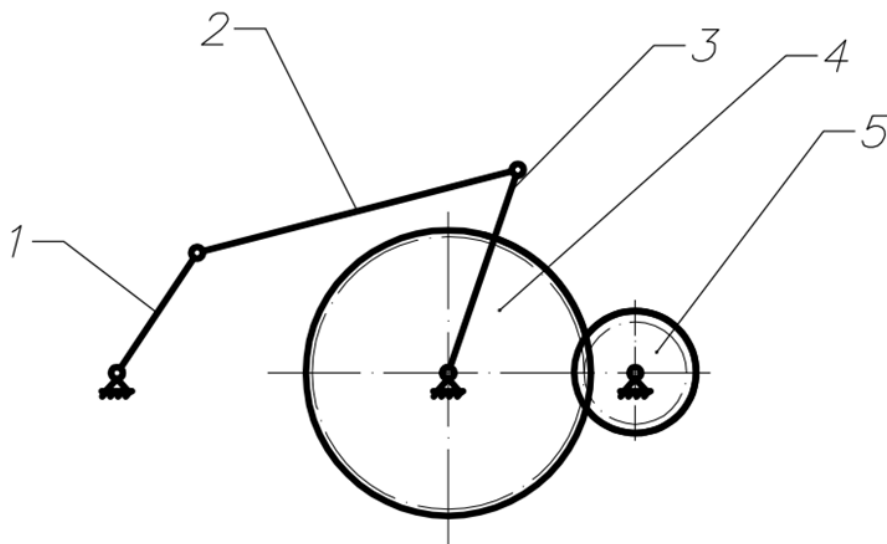
Исследования модели (2) показали, что она имеет восемь вариантов решения, которые удовлетворяют начальным условиям синтеза:

$n_3=1; p_2=1; s=3; p=6; n=4; p_1=5; n_2=3;$
 $n_3=2; p_2=1; s=2; p=6; n=4; p_1=5; n_2=2;$
 $n_3=3; p_2=1; s=1; p=6; n=4; p_1=5; n_2=1;$
 $n_3=1; p_2=2; s=3; p=5; n=3; p_1=3; n_2=2;$
 $n_3=2; p_2=2; s=2; p=5; n=3; p_1=3; n_2=1;$
 $n_3=3; p_2=2; s=1; p=5; n=3; p_1=3; n_2=0;$
 $n_3=1; p_2=3; s=3; p=4; n=2; p_1=1; n_2=1;$
 $n_3=2; p_2=3; s=2; p=4; n=2; p_1=1; n_2=0.$

Проведенный анализ полученных решений показал, что конструктивно наиболее просто обеспечивает необходимый режим работы ВВПУ исполнительный механизм, соответствующий первому решению. Согласно этому решению, ИМ должен иметь:

- одно трехвершинное звено ($n_3=1$);
- три двухвершинных звена ($n_2=3$);
- одну двухподвижную кинематическую пару ($p_2=1$);
- пять одноподвижных кинематических пар ($p_1=5$);
- четыре подвижных звена ($n=4$);
- три присоединения к стойке ($s=3$).

Найденному решению и условиям синтеза соответствует только одна структурная схема, приведенная на рис. 1.



1 – Кривошип, 2 – Шатун, 3 – Коромысло, 4 – Центральное зубчатое колесо, 5 – Периферийное зубчатое колесо

Рис. 1. Исполнительный механизм ВВПУ

Синтезированный механизм состоит из двух последовательно соединенных простых механизмов – шарнирного четырехзвенника и зубчатой передачи. Шарнирный четырехзвенник преобразует вращательное движение кривошипа в возвратно-вращательное движение коромысла, а зубчатая передача передает это движение на валы с рабочими органами.

Преимущества предлагаемого механизма является то, что он образован из известных, высоконадежных и хорошо отработанных устройств. Также в предлагаемом ВВПУ отсутствуют вертикальные

вибрации, применяются стандартные уплотнения, и рабочие органы хорошо конфигурируются по всему объему реактора, создавая рациональный тепломассообмен.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Смелягин А.И., Юхневич И.В. Структурный синтез и кинематический анализ простых исполнительных механизмов виброперемешивающих устройств // Омский научный вестник. 2012. № 3-113. с. 72-75.
2. Ткаченко Р.Н., Христюк В.Т., Смелягин А.И. Использование вибрационного воздействия в технологии красных вин // Известия высших учебных заведений. Пищевая технология. 2010. № 1. с. 61-64.
3. Ткаченко Р.Н., Христюк В.Т., Смелягин А.И. Влияние вибрационной обработки мезги винограда на химический состав виноматериалов // Хранение и переработка сельхозсырья. 2011. № 10. с. 52-55.
4. Приходько А.А., Смелягин А.И. Структурный синтез и кинематический анализ возвратно-вращательного перемешивающего устройства // Юбилейная XXV Международная инновационно-ориентированная конференция молодых ученых и студентов: Труды конференции. – М.:Изд-во ИМАШ РАН, 2013. – с. 272-275.
5. Патент 2528843 Российская Федерация, МПК⁷ B01F7/18. Перемешивающее устройство / Смелягин А.И., Приходько А.А.; заявитель и патентообладатель ФГБОУ ВПО КубГТУ. – Заявка № 2013121535/05; заявл.07.05.2013; опубл. 20.09.2014, Бюл. № 26. – 5 с.
6. Смелягин А.И. Структура механизмов и машин. – Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2002. – 308 с.

ПРОЕКТИРОВАНИЕ СИСТЕМЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ФИКСАЦИИ СБОЕВ ИНФОРМАЦИОННОГО ОБМЕНА

Н.Д. Савинов

ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный политехнический университет»

В данной работе рассматривается способ построения системы информационного обмена между устройствами нескольких типов с возможностью графического отображения на устройстве обмена информации о передаваемых данных и ошибках при передаче. Предлагаются алгоритмы функционирования системы, а также приводится возможный графический интерфейс программы, упрощающий определение произошедшей ошибки.

Целью работы является обеспечение информационного обмена между компьютерами, имитирующими местные пульта управления (далее МПУ), и компьютером, имитирующим центральный пульт управления (ЦПУ) или запасной пульт управления (ЗПУ), с фиксацией сбоев передачи информации и отказов МПУ и ЦПУ (ЗПУ) на устройстве обмена (УО).

Задачи, которые требуется решить в данной работе:

- 1) разработать алгоритм, обеспечивающий передачу сообщений по UDP-протоколу между МПУ и УО с возможностью выбора МПУ на УО, а также между ЦПУ (ЗПУ) и УО; алгоритм должен обеспечивать проверку ключевых полей и целостности сообщений;
- 2) разработать алгоритм для отображения информации о сбоях при передаче и отказах МПУ и ЦПУ на УО;
- 3) определить управления, переводящие систему информационного обмена в одно из устойчивых состояний.

Введём несколько понятий.

Сбой передачи информации – отсутствие изменений состояния стороны-получателя, связанное с неполной или искажённой передачей информации.

Отказ устройств МПУ/ЦПУ/ЗПУ – неполучение УО сообщений или получение сообщений с ошибками в определённый промежуток времени от устройств МПУ/ЦПУ/ЗПУ.

Условимся далее именовать ЦПУ и ЗПУ – устройством А, МПУ – устройством В.

Набор возможных сбоев системы предполагается фиксированным и изначально известным. Структуры передаваемых в системе сообщений, а также ключевые поля также заданы.

Математически описать функционирование системы можно следующим образом:

$$x_{k+1} = f(x_k, u_k, \mu_k), \quad x_0 = 0 \in R^{42}, \quad f: R^{42} \times R^3 \times R^5 \rightarrow R^{42},$$

где $x_k = [x_k^{connect} \in R^{12}; x_k^{flag_err} \in R^{30}] \in R^{42}$, $k \in Z_+$ – вектор состояния системы; $\mu_k \in R^5$, $k \in Z_+$ – вектор возмущения; $u_k \in R^3$, $k \in Z_+$ – вектор управления.

Принцип разделения сигналов на возмущение и управление определяется следующим образом: под управлением системы будем понимать изменение вектора состояния, связанное с вводом параметров оператором; под возмущением будем понимать изменение вектора состояния, связанное с наличием в системе посторонних сигналов.

Более подробно опишем компоненты вектора состояния системы. Первые 12 компонент представляют общие данные о соединении: заданный режим работы, наличие связи с каждым из 5 устройств системы и

номера запущенных программ и открытия X-протоколов от каждого из устройств МПУ. Следующие 30 компонент представляют собой флаги, сигнализирующие о наличии определённой ошибки в получении сообщения. Для каждого из 5 устройств системы отслеживаются: наличие сбоя в получении сообщения за определённое время, а также получение сообщения с некорректного ip-адреса, порта, с неправильным ключевым полем, неправильным размером или нарушенной целостностью.

Программа, графическое окно которой представлено на рис. 1, представляет реализацию разработанных алгоритмов с понятным отображением графических элементов. Информационная система и признаки рабочего состояния устройств представлены на панели «Информационная система» в левом верхнем углу графической формы. Остальные ошибки фиксируются на панели «Контроль содержимого сообщений» на соответствующих органах индикации. В каждый момент времени на экране отображаются ошибки только для одного устройства А и одного устройства В, выбранных на панели «Контроль содержимого сообщений».

На панели «Данные о соединении» отображаются сетевые параметры обмена. На панели «Запрос» мы можем выбрать номер запускаемой программы на МПУ, а также МПУ и устройство, на которое будет организована удалённая трансляция. На панели «Ответ» отображаются принятые номера запущенных программ и флаги открытия удалённой трансляции для каждого из МПУ системы.

Дополнительно вводится тестовый режим работы программы и соответствующая панель параметров – «Тестирование устройства В».

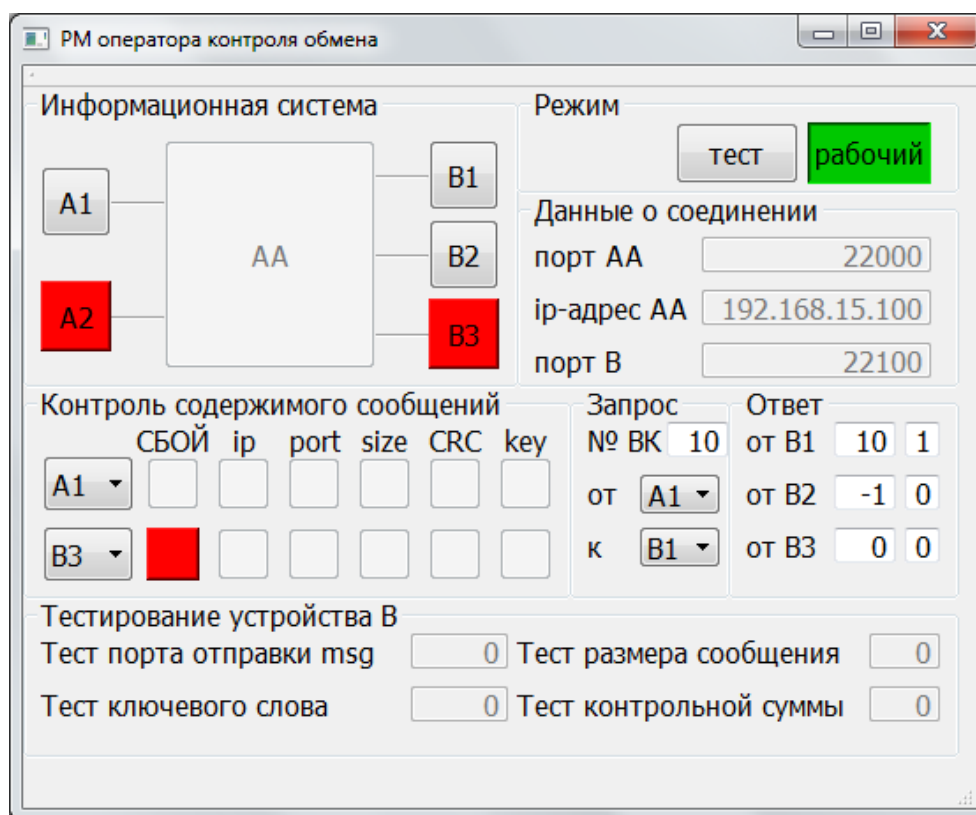


Рис. 1. Графическое окно программы контроля сбоев информационного обмена

С точки зрения функционирования системы в каждый момент времени существует последовательность действий, которая переводит систему из текущего состояния x_k в устойчивое x_{k+1}^* , если это теоретически возможно, т.е. если на данном шаге нет возмущения системы (посторонних сигналов) и устройства, участвующие в информационном обмене, исправны (не подсвечены красным цветом соответствующие им блоки на панели «Информационная система»). Математически это выражается:

$$\mu_k = 0 \in R^5, \quad k \in Z_+ \Rightarrow \exists u_k : x_{k+1}^* = u_k(x_k).$$

Формирование этого управления возможно по данным индикационных панелей формы, представленной на рис. 1.

Выводы.

1. Алгоритмы функционирования устройств реализованы; частично реализовано программное обеспечение для устройств, имитирующих МПУ и УО; проводится тестирование.

2. Реализованная система достаточно гибкая по отношению к увеличению числа устройств МПУ.

3. Необходимо реализовать программное обеспечение на основе разработанных алгоритмов функционирования для обмена сообщениями между УО и ЦПУ (ЗПУ).

4. При создании графического интерфейса, отображающего возникающие сбои в информационной системе, учитываются два условия: цветовое отображение важных в данный момент индикаторов (отсутствие информации о корректно пройденных проверках) и фиксация первой значимой ошибки.

5. При необходимости возможно создание файла, в котором будет храниться информация о предыдущих сбоях, например, за данный сеанс работы программы. Также можно сделать отображение истории ошибок в самом графическом окне.

6. В систему можно внести дополнение в плане пересылаемых сообщений: кроме управляющих сообщений, обеспечивающих смену устройств-сторон обмена, можно ввести информационное – передачу какой-то информации на МПУ или на ЦПУ.

7. Практическое применение подобные информационные системы могут найти в сложных технических системах, где для увеличения степени автоматизации может быть организован единый центральный пост управления с возможностью доступа операторов с него к программам (или иного рода информации), расположенным на местных постах. Отметим, что дополнительно может потребоваться применение шифрования или иного способа криптографической защиты при организации подобных систем.

ИССЛЕДОВАНИЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ТЕМПЕРАТУРНЫХ И СКОРОСТНЫХ ПОЛЕЙ В КОМНАТЕ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ РАДИАТОРОВ И ВОЗДУШНЫХ КЛАПАНОВ В ПРОГРАММЕ COMSOL MULTIPHYSICS

А.С. Сафронов, В.М. Захаров, Н.Н. Смирнов, А.А. Яблоков

Ивановский Государственный Энергетический Университет им. В.И. Ленина

При проектировании естественной системы вентиляции многоквартирных домов предусматривается, что удаление загрязнённого воздуха из квартир будет осуществляться через вентиляционные каналы, расположенные на кухнях и в санузлах. Замещение удалённого воздуха осуществляется через неплотности оконных конструкций. Так работает система естественной вентиляции в подавляющем большинстве зданий, как административно-бытового, так и жилого назначения. Помещение проветривается и насыщается кислородом.

После установки герметичных окон с профилем из ПВХ естественный приток воздуха прекращается, что приводит к нарушению работы всей системы вентиляции. Образуется ряд проблем: существенно снижается комфортность проживания, в помещении повышается влажность, снижается качество воздуха, возрастает вероятность грибковых поражений конструкций, что неблагоприятно сказывается на здоровье жильцов. Возникает необходимость периодически проветривать помещение путём открытия окон, что создаёт определённые неудобства и не решает проблему в целом. Следует выделить ряд недостатков: образование сквозняков, которые приводят к резким перепадам температуры, допускается проникновение насекомых и уличного шума, увеличивается износ подвижных компонентов окна, возникает вероятность взлома, необходим контроль проветривания, что в целом приводит к потере у окон с профилем из ПВХ своих основных преимуществ. Возникает дилемма: если при открытых окнах присутствуют сквозняки, уличный шум, насекомые, то при закрытых окнах – духота, повышенная влажность, грибковые заболевания.

Для решения этой проблемы проектировщики на основе нормативных документов закладывают наличие в оконных конструкциях специальных устройств – приточных клапанов, которые обеспечивают нормативный приток воздуха и бесперебойную работу естественной вентиляции. Работа клапана не создаёт никакого дискомфорта для людей, находящихся в помещении, так как все воздушные потоки протекают под потолком, обеспечивая непрерывное удаление загрязнённого воздуха. А тёплый воздух от батарей, поднимаясь вверх, смешивается со свежим воздухом, поступающим из клапана, обеспечивая циркуляцию воздушного потока в зоне окна. Окна сохраняют все свои преимущества по теплозащите, шумоизоляции, не нарушая работу системы вентиляции. Герметичность окон ПВХ является плюсом только при наличии независимой системы приточно-вытяжной вентиляции, которая не используется при массовом строительстве жилых, общественных и административно-бытовых зданий при своей высокой стоимости.

Целью данной работы является исследование распределения температурных и скоростных полей в проектируемом помещении при использовании радиаторов и воздушных клапанов с помощью программы для моделирования. Данное исследование включает в себя разработку математической модели тепло- и воздухообмена в помещении при использовании радиаторов и воздушных клапанов.

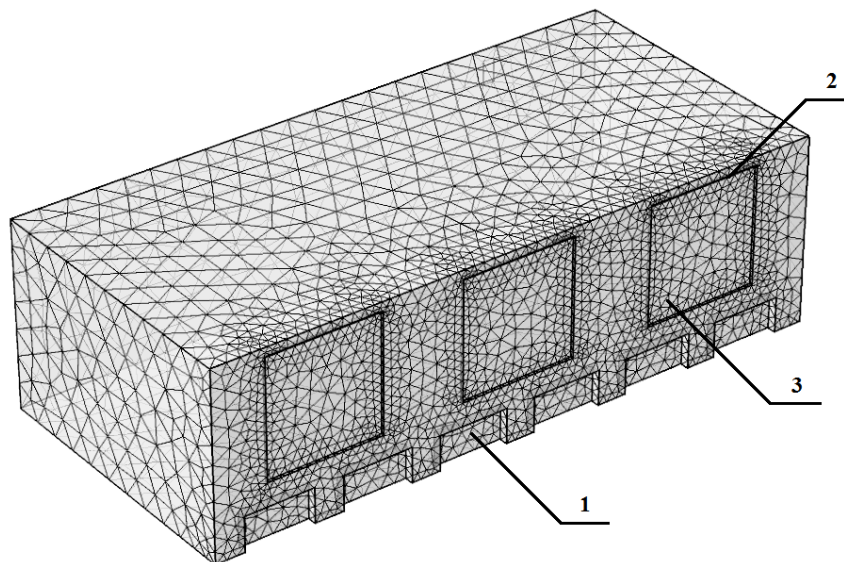
Программный пакет Comsol Multyphysics является интерактивной средой для моделирования, позволяет решить практически любые теплотехнические задачи. Для расчёта температурных и скоростных полей в пакете программ были выбран физический режим моделирования Non-Isothermal Flow (неизотермический поток) [1].

Математическое моделирование вентиляции в проектируемом помещении основано на решении уравнений теплопередачи и Навье-Стокса (k-w модель турбулентности).

В проектируемом помещении размером 11х5х3,2 м установлено 6 радиаторов отопления, 3 окна с воздушными клапанами над ними. Через воздушные клапаны воздух поступает при 0,5 (м/с). Скорость задаётся в зависимости от ветрового давления и сопротивления фильтров клапанов. Отток воздуха осуществляется через

вентиляционные решётки при атмосферном давлении. Температура холодного воздуха задаётся в пределах - 5 С, температура на поверхности радиатора равна 60 °С, а температура на поверхности стекла – 10 (°С). Начальная температура помещения принимается равной 20 (°С).

Программный пакет Comsol Multyphysics использует метод конечных элементов, который применяется при расчёте температурных и скоростных полей и давления при решении дифференциальных уравнений. Также необходимо учитывается условие прилипания: скорость на стенке равна нулю. Сетка конечных элементов в автоматическом режиме уплотняется вокруг моделируемых объектов (см. рис. 1).



1 – Радиатор; 2 – Воздушный клапан; 3 – Окно.

Рис. 1. Сетка конечных элементов моделируемого помещения

На рис. 2 стрелками указано направление теплового потока от радиаторов отопления.

Как видно из рис. 2, температура в помещении поддерживается на допустимом уровне, согласно СП 60.13330.2012 «Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха».

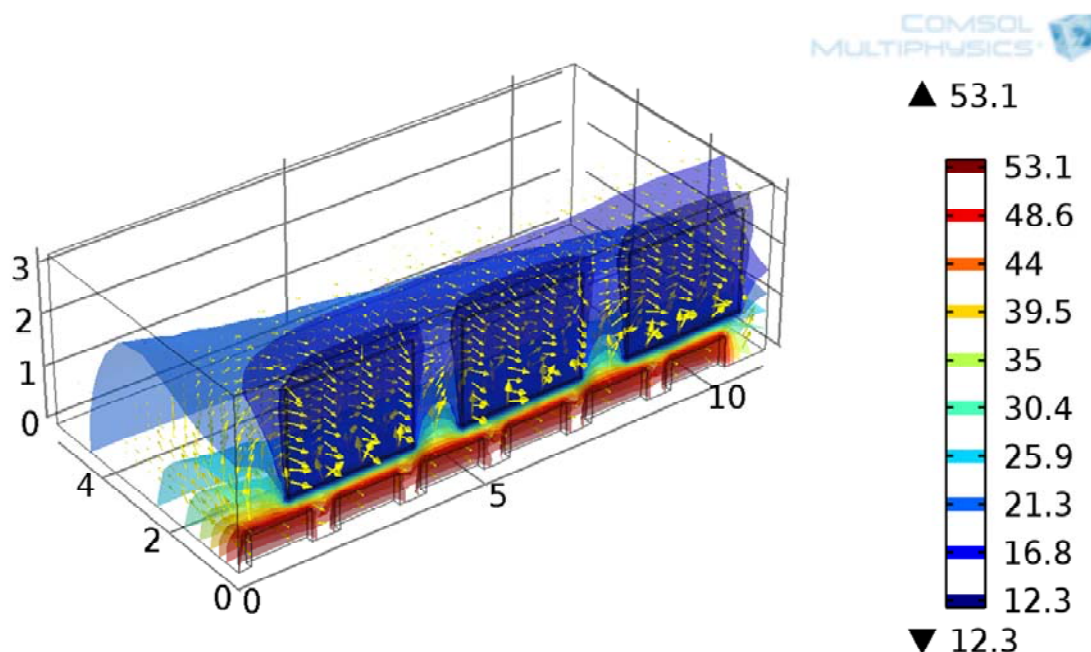


Рис. 2. Изотермические поверхности и тепловые потоки

Таким образом, в ходе исследования было изучено распределение температурных и скоростных полей в проектируемом помещении при использовании радиаторов отопления и воздушных клапанов, установленных над окнами. Рассмотрение математической модели позволяет утверждать, что естественная вентиляция в проектируемом помещении не нарушена, комната проветривается. Значит, герметичные окна не теряют своих основных преимуществ, а именно тепловой защиты и шумоизоляции.

ЛИТЕРАТУРА:

1. В.Д. Лебедев, А.А. Яблоков. Моделирование физических процессов технических устройств в программе COMSOL Multiphysics: учебное пособие; Министерство образования и науки Российской Федерации, ФГБОУ ВПО "Ивановский государственный энергетический университет им. В. И. Ленина". – Иваново: Б.и., 2013. – 328 с: ил. – ISBN 978-5-89482-917-3.

**МУЛЬТИРОТОРНЫЙ БЕСПИЛОТНЫЙ ЛЕТАТЕЛЬНЫЙ АППАРАТ
С ПОВЫШЕННОЙ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТЬЮ**

А.М. Кривцов, А.А. Железнов
ФГАОУ ВО "СПбПУ"

В настоящее время область использования мультироторных беспилотных летательных аппаратов (БПЛА) стремительно растет. Наиболее распространенные области их применения: аэрофотосъемка профессиональная и любительская, геологоразведка, экологический контроль и др. Основные преимущества данных аппаратов заключаются в простоте конструкции, легкости управления, мобильность, малозумность и др. К основным недостаткам можно отнести небольшое время полета, средняя сопротивляемость к ветру, нежелательность применения в дождь.

Для решения данных проблем можно перенять опыт «большой» авиации, но лишь отчасти. Это связано прежде всего с 2-мя существенными проблемами. Во-первых, изучения аэродинамики винтов как правило проводится в набегающем потоке воздуха, тогда как для мультикоптера основной режим полета это висение. Во-вторых, размерный фактор – законы аэродинамики нелинейно зависят от размера объекта.

Таким образом, целью данной работы является изучение особенностей аэродинамики мультироторных беспилотных летательных аппаратов, применяемых схем и климатических возможностей. Для достижения цели необходимо решить следующие задачи:

- 1) Изучение методики расчета, проектирования и испытаний воздушных винтов.
- 2) Конструирование испытательного стенда.
- 3) Изучение влияния геометрии и режимов работы винта в неподвижной среде
- 4) Изучение преимуществ и недостатков применения соосной схемы расположения винто-моторной группы (ВМГ).

Из аэродинамики известно, что эффективность винта тем больше, чем больше его диаметр. В реальных летательных аппаратах (ЛА) размер винта ограничивается размерами самого аппарата. Этот критерий является одним из технических путей повышения энергоэффективности мультикоптера.

Так же из аэродинамики винта известно, что поток создаваемый винтом имеет спиральную форму (рис. 1). Это значит, что энергия, затрачиваемая на создание вращения потока, расходуется не внося вклада в тягу. Кроме того одиночный винт создает реактивный момент вращающий ЛА в противоположную вращению винта сторону.

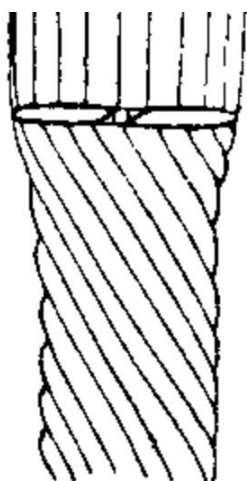


Рис. 1. Схема потоков воздуха
одиночного винта

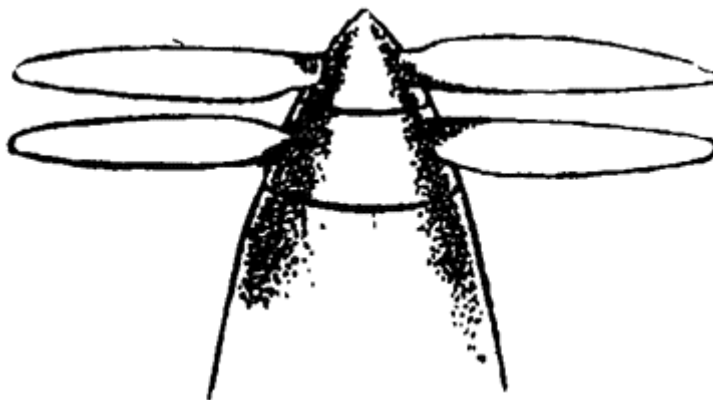


Рис. 2. Схема соосного расположения винтов

Наиболее оптимальным решением этих недостатков является применение соосной схемы расположения винтов (рис. 2). Противоположно вращающийся винт парирует реактивный момент первого винта, а так же такая схема более эффективна в сравнении двух винтов обычной схемы. Недостатком такой схемы является

сложность расчета и подбора винтов. По имеющимся данным соосная схема показывает более стабильный полет.

Другой проблемой является защита аппарата от осадков. Наиболее уязвимой частью аппарата остаются подшипники электродвигателей. Так как для охлаждения двигателя требуется обильная продувка воздухом, их корпус не предусматривает влагозащиты. Хотя используются подшипники закрытого типа, производитель не гарантирует их герметичности от попадания воды. Данная проблема требует конструктивных изысканий.

ЛАЗЕРНО-ИНДУЦИРОВАННОЕ ОКИСЛЕНИЕ ТОНКИХ ПЛЕНОК ТИТАНА

Д.А. Синев, А.М. Кулажкин, А. Шамхуд

Национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики (Университет ИТМО)

Лазерное окисление тонких металлических пленок является перспективным методом формирования пленочных структур и может применяться в информационных системах, для записи дифракционных оптических элементов и т. п. Традиционно для лазерной термохимической записи используются тонкие пленки хрома, которые позволяют осуществлять запись с высоким разрешением. Однако существенным недостатком термохимической лазерной записи на пленках хрома является необходимость проводить их травление после экспозиции для проявления «скрытого изображения», то есть удаления участков пленки, не защищенных достаточно толстым слоем оксида. Это усложняет технологический процесс, увеличивает его продолжительность, стоимость и процент брака. Поэтому поиск возможностей обработки пленки в один этап, без травления, представляется весьма важным [1].

Использование в качестве записывающей среды тонких пленок титана Ti, образующего устойчивые слои прозрачного в видимом диапазоне диоксида титана TiO₂, может помочь в решении настоящей проблемы. При этом, однако, оказывается, что изменение оптических характеристик материала пленки непосредственно в процессе лазерно-индуцированного окисления может оказывать существенное влияние на протекание этого процесса, в том числе, как предполагается, и способствовать увеличению разрешающей способности записи. Разработанный подход [1] к теоретическому анализу лазерного окисления пленок при изменении их поглощательной способности в процессе воздействия излучения и проведенные расчеты лазерного окисления пленок титана позволили выявить основные закономерности их окисления и рекомендовать для осуществления лазерной термохимической записи пленки титана толщиной порядка десятков нанометров при длительности воздействия субмиллисекундного диапазона.

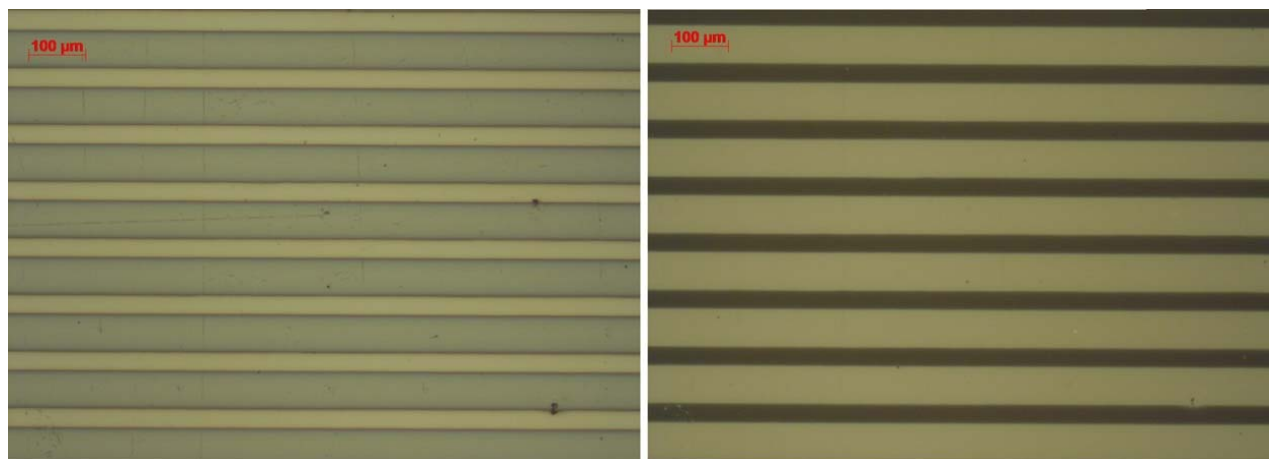


Рис. 1. Микрофотография периодической структуры, нанесенной на пленку титана толщиной 20 нм методом лазерной термохимической записи. Изображение слева приведено в отраженном свете, справа – в пропущенном

Проведенное с учётом данного теоретического моделирования экспериментальное исследование позволило получить устойчивые контрастные структуры на пленках титана толщиной 20 нм в виде периодических линий с периодом 100 мкм и размером записанного элемента 30 мкм (рис. 1). Таким образом, была показана перспективность пленок титана как сред для осуществления высокоразрешающей термохимической записи, а в перспективе будет проведена работа по отработке режима для повышения разрешающей способности предложенной методики записи.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Шахно Е.А., Синев Д.А., Кулажкин А.М. Особенности лазерного окисления тонких пленок титана // Оптический журнал, 2014. – Т. 81, № 5. – С. 93-98.

**СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ХИМКОНТРОЛЯ ВОДНОГО РЕЖИМА НА ТЭС,
ОСНОВАННОЕ НА ИЗМЕРЕНИЯХ ЭЛЕКТРОПРОВОДНОСТИ И pH**

А.Я. Сорокина

*ФГБОУ ВПО «Ивановский государственный энергетический университет
имени В.И. Ленина», г. Иваново*

Ужесточение требований к качеству водно-химического режима (ВХР) на ТЭС, включая блоки с парогазовыми установками (ПГУ) и блоки суперсверхкритических параметров (ССКП) [1], заставляет искать пути дальнейшего совершенствования как водного режима, так и методов и средств автоматического химконтроля за ним. Этому же способствуют развитие информационных технологий, с одной стороны, и продолжающаяся оптимизация (сокращение) численности эксплуатационного персонала, с другой. На конференциях и совещаниях международной ассоциации по свойствам воды и пара (IAPWS) в последние годы постоянно обсуждаются и уточняются требования к химическому контролю водной среды энергоблоков ТЭС и АЭС, принятые как в России, так и за рубежом.

При высокой надежности кондуктометрических измерений новые нормы и анализаторы часто базируются именно на измерениях удельной электропроводности охлажденных проб. Такими являются: нормативный показатель «Общий органический углерод», анализаторы фирмы SWAN – FAM Deltacon pH и AMI Deltacon Power [1, 2]. Последний появился на рынке приборов автоматического химконтроля совсем недавно и дает косвенные измерения водородного показателя pH и концентрации аммиака в питательной воде энергоблока по измеренным значениям удельной электропроводности прямой и Н-катионированной пробы.

Косвенные измерения ряда нормируемых и диагностических показателей на базе измерений электропроводности и pH обеспечиваются расчетными алгоритмами. Достоверность расчетных алгоритмов в значительной степени определяет точность и надежность косвенных измерений. Так, названный выше анализатор фирмы SWAN дает значительные искажения косвенных значений pH при измерениях в воде, содержащей гидрокарбонаты [3], а также при фактических значениях pH равных 7,5 единиц и ниже, что имеет место на энергоблоках с нейтрально-кислородным водным режимом. В работе [4] показана возможность применения обобщенной математической модели (ММ) ионных равновесий, использующей измерения электропроводности и pH, для косвенных определений концентраций ионов в технологических водах ТЭС. Однако, такая ММ имеет теоретический интерес, но малоприменима для практических измерений. Если принять в качестве измеряемых величин удельную электропроводность и pH в разных их сочетаниях, то можно предложить несколько расчетных алгоритмов косвенного определения нормируемых и диагностических показателей, полученных из ММ ионных равновесий и пригодных для оперативного автоматического химконтроля качества ВХР.

1. Измерения удельной электропроводности охлажденных проб: прямой (χ) и Н-катионированной (χ_H) в сочетании с измерением pH конденсата пара или питательной воды энергетических котлов.

Таблица 1. Расчет концентраций ионных примесей питательной воды и пара энергетических котлов СВД и СКД

ТЭС, котел, дата	Измеренные параметры				Расчетные параметры		
	χ^{25} , мкСм/см	χ_H^{25} , мкСм/см	pH	NH ₃ , мкг/дм ³	[Cl ⁻], мкг/дм ³	[Na ⁺] _{исл} , мкг/дм ³	[NH ₃], мкг/дм ³
ИвТЭЦ-3	3,87	0,31	9,18	-	20,5	11,86	427,3
	3,91	0,17	8,99	-	14,51	6,37	431,8
С.-З. ТЭЦ С.-Петербурга П-90	8,01	0,18	9,47	-	10,3	6,77	1260,5
	8,04	0,19	9,47	1400	10,9	7,15	1270
Гусино-Озерская ГРЭС Бл-2	4,05	0,4	9,1	486	22,9	15,49	450
	3,22	0,45	9,1	-	25,8	17,54	326
Саранская ТЭЦ-2 Бл-2	5,42	0,9	9,2	700	51,5	37,18	698,04
	3,97	0,9	8,9	500	51,5	37,17	446
ТЭЦ-26 "МЭ" Бл-1, ТГМЕ-96Б	6,64	0,92	9,42	-	52,7	38,10	950,11
	4,44	0,72	9,13	-	41,2	29,07	517,76
Конаковская ГРЭС Бл-6	0,195	0,183	7,64	-	10,5	6,39	12,07
	0,196	0,187	7,62	-	10,7	6,54	12,13
Пермская ГРЭС Бл-1, 2	0,28	0,08	7,99	-	4,6	2,72	17,91
	0,27	0,09	7,99	-	5,2	3,09	17,21

Решение ММ ионных равновесий в граничных условиях питательной воды энергетических котлов в этом случае обеспечивает косвенное определение концентраций аммиака, хлоридов, катионов жесткости и натрия в пересчете на натрий, что подтверждено патентом на изобретение [5] и многочисленными лабораторными и промышленными испытаниями, частью представленными в табл. 1. Концентрация аммиака рассчитывается в среднем с 10%-ым отклонением от аналитически измеренных аналогов. С использованием такого алгоритма

разработана конструкция промышленного анализатора минеральных примесей конденсата АПК-051 – совместно с НПП «Техноприбор» (г. Москва) [5, 6].

В условиях промышленной эксплуатации ТЭС названный объем автоматических измерений в питательной воде (χ , χ_n , pH) реализуется в штатном режиме на прямоточных котлах и котлах-утилизаторах ПГУ. На питательной воде барабанных котлов ($p = 13,8$ МПа) требуется дополнительная установка кондуктометра прямой пробы.

Технология реализована на барабанном котле (ст. №3) Ивановской ТЭЦ-3.

2. Измерение удельной электропроводности Н-катионированной пробы ($\chi_{н.к.в.}$) и pH ($pH_{к.в.}$) котловой воды в сочетании с измерениями χ , χ_n , pH питательной воды (по п.1).

Решение ММ ионных равновесий в граничных условиях котловой воды барабанных котлов СВД ($p = 13,8$ МПа) позволяет предложить практический алгоритм, обеспечивающий косвенное определение концентрации фосфатов и солесодержания котловой воды. Алгоритм реализован в системе химико-технологического мониторинга питательной и котловой воды Ивановской ТЭЦ-3 (котел ТП-87, ст. №3) и подтвержден патентом на изобретение [7, 8]. Разработаны методики автоматического определения времени срабатывания Н-колоники и автоматического управления дозировкой фосфатов в котловую воду.

Измерения удельной электропроводности и pH котловой воды являются штатными приборными измерениями на ТЭС.

3. Измерение удельной электропроводности Н-катионированных проб питательной воды и пара прямоточных энергетических котлов.

Решение ММ ионных равновесий для условий работы прямоточных котлов позволяет предложить простой метод расчетного определения потенциально-кислых примесей питательной воды [9]. Метод реализуется в рамках штатного автоматического химконтроля водного режима прямоточных котлов и может служить оперативным аналогом метода определения общего органического углерода, в том числе для котлов ССКП [2].

4. Измерение удельной электропроводности и pH в технологических системах обеспечения водного режима энергоблоков ТЭС.

К числу таких систем относится, прежде всего, водоподготовительная и деаэрационная установки, обеспечивающие нормативное качество добавочной воды [1], а также блочные обессоливающие установки и системы водяного охлаждения статоров электрогенераторов энергоблоков.

Глубокая деминерализация и декарбонизация добавочной воды является одной из наиболее важных задач обработки воды на ТЭС. Невысокая оперативность лабораторного химического анализа может быть причиной преждевременного срабатывания ионитных фильтров и нарушения норм качества питательной воды.

Методика основана на частном решении ММ ионных равновесий в условиях качества частично- и глубокообессоленной воды и позволяет контролировать работу как ионитных фильтров, так и декарбонизатора обессоливающей установки.

Таким образом, использование измерений электропроводности и pH охлажденных проб водного теплоносителя на ТЭС позволяет решить ряд важных задач оперативного химического контроля водного режима, как основного контура, так и вспомогательных систем энергоблока ТЭС. Представленные методы базируются на штатных измерительных системах химконтроля и не требуют сколько-нибудь существенных изменений и дополнений в системы АХК. Основу предложенных расчетных алгоритмов составляет сочетание частных решений ММ ионных равновесий и измерений удельной электропроводности прямой и Н-катионированной проб водного теплоносителя. Предложенные методы проверены в условиях промышленной эксплуатации на ТЭС и частично реализованы в разработках новых приборов и систем автоматического химконтроля.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Водоподготовительные установки и водно-химический режим ТЭС. Условия создания. Нормы и требования. СТО 70238424.27.100.013-2009. НП «ИНВЭЛ». М., 2009.
2. Ларин Б.М., Ларин А.Б. Обеспечение водно-химического режима котлов суперсверхкритических параметров // Энергосбережение и водоподготовка. – М. – ООО «ЭНИВ»: 2013. № 8. С. 19-23.
3. Ларин А.Б., Колегов А.В. Мониторинг водно-химического режима энергоблоков ТЭС с ПГУ // Вестник ИГЭУ: Журнал.— Иваново: ООО "ПресСто". – 2013. – № 3. – С.14 – 18.
4. Бушуев Е.Н. Математическое моделирование ионных равновесий водного теплоносителя с использованием измерений электропроводности и pH // Теплоэнергетика. 2009. № 7. С. 13-18.
5. Патент РФ №2348031. Анализатор примесей конденсата и способ их определения. Ларин Б.М., Бушуев Е.Н., Козюлина Е.В., Ларин А.Б., Киет С.В. Опубликовано: 27.02.2009. Бюл. № 9.
6. Киет С.В., Воронов В.Н., Бушуев Е.Н. Использование анализатора АПК-051 в системе химико-технологического мониторинга // Теплоэнергетика. 2009. № 7. С. 75-78.
7. Ларин Б.М., Ларин А.Б., Козюлина Е.В., Колегов А.В. Расчет показателей качества водного теплоносителя и оценка состояния ВХР барабанных котлов // Теплоэнергетика. 2012. №7. С. 10-14.
8. Патент РФ №2389014. Способ определения концентрации фосфатов в котловой воде барабанных энергетических котлов. Ларин Б.М., Бушуев Е.Н., Ларин А.Б., Еремина Н.А. Зарегистрировано 10.05.2010.

9. Патент РФ №2329500. Способ определения концентрации кислых продуктов термолитиза органических примесей в паре прямоточных энергетических котлов. Ларин Б.М., Бушуев Е.Н., Батти М.К.Л., Ларин А.Б. Опубликовано: 20.07.2008. Бюл. № 20.

ПОВЫШЕНИЕ ДИНАМИЧЕСКОЙ УСТОЙЧИВОСТИ АВТОНОМНЫХ ЭНЕРГОСИСТЕМ НА ОСНОВЕ ПРИМЕНЕНИЯ ДАННЫХ СИСТЕМ МОНИТОРИНГА ПЕРЕХОДНЫХ РЕЖИМОВ

А.Н. Беляев, А.Ю. Стогов

*Санкт-Петербургский государственный политехнический университет. Институт
энергетики и транспортных систем*

Идея применения взаимных углов между векторами напряжений на шинах станций для целей вторичного регулирования возникла еще в 50-х годах. Но тогда не было технической возможности для ее реализации [1]. Первое практическое применение взаимных углов в СССР можно отнести к 80-м годам [2]. Примерно в то же время, в США, появилась и стала использоваться спутниковая система GPS, благодаря чему начался новый этап развития идеи использования взаимного угла, уже для нужд WAMS (от англ., wide area measurement system – глобальная система измерений) [3]. В наши дни, WAMS используется в энергетике многих стран мира [4,5]. Опыт ее применения позволил выявить основные направления ее использования [6,7] – верификация цифровых моделей энергосистем, мониторинг напряжений в узлах сети, анализ произошедших аварий и т.п.

Однако, все описанное выше, относится к «большой» энергетике, автономные же энергосистемы, в частности нефтегазодобывающих комплексов, обладают рядом специфических особенностей, таких как преобладание двигательной нагрузки, применение высокоманевренных газотурбинных и газопоршневых агрегатов, и, как следствие, характеризуются низким уровнем динамической устойчивости, а потому требуют отдельного рассмотрения [8].

Основная цель работы заключается в исследовании возможности внедрения дополнительного регулирования возбуждения и мощности по отклонению взаимного угла между роторами синхронных машин с использованием элементов российского аналога WAMS - системы мониторинга переходных режимов (СМНР), в простейшей модели автономной электроэнергетической системы с преобладающей двигательной нагрузкой для повышения уровня статической и динамической устойчивости.

При этом решаются следующие основные задачи:

1) исследование целесообразности внедрения и выбор настроечных параметров дополнительных обратных связей по взаимному углу в системах регулирования генератора газотурбинной электростанции (АРВ и АРЧМ) и эквивалентного синхронного двигателя (АРВ);

2) изучение влияния постоянных времени дополнительных обратных связей по углу в регуляторах возбуждения и мощности, а также быстродействия канала подачи топлива газотурбинной установки на статическую устойчивость системы;

3) разработка принципов совместного регулирования АРЧМ газотурбинного агрегата и частотного привода синхронного двигателя для повышения уровня динамической устойчивости системы.

В ходе работы была рассмотрена статическая и динамическая устойчивость автономной электроэнергетической системе (ЭЭС), состоящей из газотурбинной электростанции, линии электропередачи и эквивалентного узла нагрузки, представленного следующим набором элементов: эквивалентными синхронным и асинхронным двигателями, а также статической нагрузкой (шунт постоянной проводимости) для моделирования систем отопления и освещения. Доля двигательной нагрузки принята равной 95% (60% асинхронной и 35% синхронной).

Для улучшения статической устойчивости производятся выбор и оптимизация параметров дополнительно внедренных обратных связей по взаимному углу в системах регулирования генератора газотурбинной электростанции (АРВ и АРЧМ) и эквивалентного синхронного двигателя (АРВ) на основе совместного расчета областей Д-разбиения и собственных значений матрицы переменных состояния. При анализе динамической устойчивости энергосистемы используется комбинация методов численного интегрирования и энергетических критериев.

В результате работы было получено, что внедрение дополнительного регулирования возбуждения и мощности по отклонению взаимного угла потенциально позволяет улучшить как апериодическую, так и колебательную статическую устойчивость. Постоянные времени дополнительных обратных связей по углу в регуляторах возбуждения и мощности практически не оказывают влияния на статическую устойчивость системы, поэтому увеличения быстродействия в каналах измерения, передачи и обработки сигнала взаимного угла не требуется. Увеличение быстродействия канала подачи топлива газотурбинной установки практически не влияет на апериодическую, но улучшает колебательную статическую устойчивость системы. Это также позволяет компенсировать малый коэффициент в канале управления мощностью турбины, обусловленный нежелательностью сильной разгрузки турбины в ходе переходного процесса, вызванного короткими

замыканиями. Комплекс мероприятий по выбору и оптимизации параметров регуляторов на основе совместного расчета собственных значений матрицы переменных состояния и областей D-разбиения позволил улучшить апериодическую устойчивость системы на 50%, колебательную более чем в 2 раза. Оптимально выбранные, с точки зрения статической устойчивости, настройки дополнительных обратных связей по углу в регуляторах возбуждения, не оказывают существенного влияния на уровень динамической устойчивости системы, так как в полной мере их действие проявляется только на конечной стадии переходного процесса, когда отключается форсировка возбуждения синхронных машин. До этого момента положительный вклад вносит лишь регулирование мощности турбины. В качестве мероприятия по повышению динамической устойчивости исследуемой системы обосновано дополнительное управление частотно-регулируемыми приводами синхронных двигателей. Изменение фазы напряжения на зажимах двигателей в ходе вызванного КЗ переходного процесса совместно с регулированием мощности турбины генератора позволило увеличить предельную длительность короткого замыкания почти в 1,5 раза.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Андреюк, В.А. Использование абсолютного угла для управления переходными режимами энергосистемы / В.А. Андреюк // Известия НИИ постоянного тока. - 2011. - №65. - С. 27-42.
2. Сушко, В. Интеллект на защите энергосистем. Материалы международного съезда релейщиков / В. Сушко // Новости электротехники. - 2008. - №6(48). - С. 25-38.
3. Shahraeini M, Javidi M. H. Wide Area Measurement Systems. Advanced Topics in Measurements, Prof. Zahurul Haq (Ed.), 400 p.
4. Gavrilas M. Recent Advances and Applications of Synchronized Phasor Measurements in Power Systems. Proceedings of the 9th WSEAS/IASME International Conference on ELECTRIC POWER SYSTEMS, HIGHVOLTAGES, ELECTRIC MACHINES, pp. 82-91.
5. Жуков, А. Система мониторинга переходных режимов / А. Жуков, Ю. Куликов, А. Демчук, И. Мацкевич // Электроэнергия. Передача и распределение. - 2010. - №2. - С.52-57.
6. Аюев, Б. О системе мониторинга переходных режимов / Б. Аюев // ЭнергоРынок. - 2006. - №2. - С. 13-17.
7. Burnett R.O. Jr., Butts M.M., Cease T.W., Centeno V., Michael G., Murphy R.J., Phadke A.G. Synchronized phasor measurements of a power system event. IEEE Transaction on Power Systems, 1994, vol. 9, No 3, pp. 1643-1650.
8. Беляев А.Н. Повышение динамической устойчивости автономных энергосистем нефтегазодобывающих комплексов на основе электрического торможения / А.Н. Беляев // Научно-технические ведомости СПбГПУ. - 2008. - №4(63): Основной выпуск. - С. 163-169.

УЧЕТ ПОРИСТОСТИ ПРИ ОПРЕДЕЛЕНИИ КОМПЛЕКСА ТЕПЛОФИЗИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ДИСПЕРСНЫХ МАТЕРИАЛОВ С ПОМОЩЬЮ НОВОГО АВТОМАТИЗИРОВАННОГО УСТРОЙСТВА

А.Г. Филатова

ФГБОУ ВПО «Тамбовский государственный технический университет»

В мире новых технологий наблюдается широкое применение в важнейших отраслях науки и техники конструкционных, тепло- и электроизоляционных материалов, обладающих более высокими, а иногда новыми свойствами и эксплуатационными характеристиками. Их использование требует тщательного изучения и учета свойств. В большинстве своём эти вещества и исходное сырьё для их изготовления представляют собой материалы дисперсной структуры. Теплофизические характеристики материалов с неоднородной структурой очень сильно зависят от пористости, плотности и температуры, что необходимо учитывать при измерении их (ТФХ) теплоемкости, теплопроводности и коэффициента температуропроводности и соответствующей пористости [1].

Особое место среди методов исследования теплофизических характеристик (ТФХ) образцов и изделий из дисперсных материалов занимают неразрушающие методы контроля, характеризующиеся коротким периодом времени проводимых измерений, воздействием тепловым импульсом малой мощности на исследуемый материал и низкой трудоемкостью измерительных операций.

Таким образом, для повышения точности измерений теплофизических свойств дисперсных материалов необходима реализация нового эффективного теплового метода и измерительного устройства, позволяющих учитывать пористость и плотность.

Предлагаемый метод контроля ТФС дисперсных материалов основан на реальной физической модели, показанной на рис. 1.

В основе разрабатываемой измерительной системы нами применен прибор промышленного типа: измеритель теплопроводности ИТП-МГ4 «100». Данное устройство разработано СКБ «Стройприбор», г. Челябинск [2].

Оно предназначено для измерения теплопроводности λ и определения теплового сопротивления R

различных строительных материалов, а также теплоёмкости c , при известной плотности дисперсного материала ρ . Этот измеритель позволяет найти ТФХ плоских образцов размером (100×100) мм², толщиной $(3 \dots 28)$ мм; диапазон измерения теплопроводности: $(0,02 \dots 1,5)$ Вт/(м·К); диапазон измерения температуры: от 0 до 70 °С.

В основе измерения теплопроводности лежит стационарный метод измерения, что для определения комплекса ТФХ использовать невозможно, тем более, что одна из целей создания новой измерительной системы – возможность измерения зависимости ТФХ от пористости исследуемого дисперсного материала. Поэтому, применяя существующую измерительную систему, ее измерительный блок, систему обработки измерительной информации, систему автоматического управления ходом эксперимента с применением элементов компьютерной техники, а также возможность подключения к управляющему компьютеру, нами разработан нестационарный метод определения комплекса ТФХ (теплопроводность, эффективная теплоёмкость, температуропроводность). Далее покажем разработку метода и алгоритм действия измерительной системы.

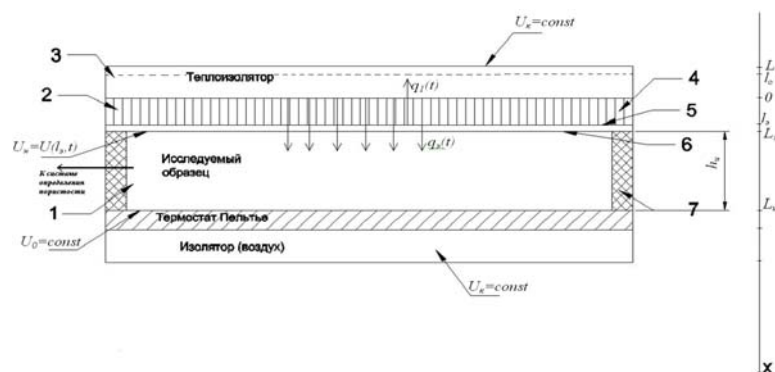


Рис. 1. Модель системы контактирующих тел:

1 – исследуемый плоский образец дисперсного материала, толщиной h_n , $(\lambda_n, a_n, c_n, \rho_n)$; 2 – верхний (+) (относительно $x=0$) эталонный образец (λ_2, a_2) – монолитная конструкция из плоских электронагревателя 4, датчика температуры 6 и плотномера 5 (управляемый термостат); 3 – нижний (-) (относительно $x=0$) эталонный образец (λ_1, a_1) ; 4 – источник тепла мощностью $Q(t)$; l_2 – расположение датчика температуры на верхней плоскости исследуемого образца; l_1 – расположение датчика температуры в слое изолирующего материала 3; $h_n = L_n - L_3$ – толщина слоя исследуемого материала (образца); 5 – тепломер, измеряющий плотность теплового потока $q_n(t)$, идущего в исследуемый образец

Измерительное устройство представляет собой набранную из пластин 1, 2, 3 трехслойную систему, в которой пластина из исследуемого материала 1 контактирует с одной стороны с пакетом из двух пластин 2, 3 из материалов с известными ТФХ. Между этими пластинами находится плоский нагреватель 4. Таким образом, в данном измерительном устройстве отсутствует прямой контакт исследуемого материала с датчиками температуры и нагревателем, что позволяет исследовать ТФХ и химически агрессивных, и влагонасыщенных материалов. Пластина 2 представляет собой тепломер с нагревателем в плоскости $x=0$. На известном расстоянии $x=l_2$ расположен датчик температуры, измеряющий температуру поверхности исследуемого образца. $x=L_2$.

Экспериментально измеряемыми величинами являются мощность электронагревателя $Q(t)$, плотность потока $q_n(t)$, идущего в исследуемое тело, изменение во времени температур двух плоскостей: $x=L_2$, $x=L_1$ и исследуемого образца.

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. Под эталонными образцами мы понимаем те элементы физической системы (измерительного устройства), которые обладают известными геометрическими и теплофизическими параметрами.

Для определения теплопроводности λ_n исследуемого образца 1 воспользуемся действующей методикой для измерителя ИТП-МГ4 «100». Измеряются: температуры $U(L_n)$, $U(L_3)$, плотность теплового потока $q_n(t)$ и толщина исследуемого образца $h_n = L_n - L_3$. При этом используем стационарную стадию процесса нагрева образца 1. Пористость Π при этом определяется по формуле $\Pi = (1 - \rho_p \rho_t) \cdot 100\%$, где ρ_t – истинная плотность материала образца, кг/м³; $\rho_p = m/v$, m – масса образца с порами, кг; v – объем образца с порами, м³ [3].

Результаты измерений теплопроводности различных материалов представлены в табл. 1.

Таблица 1. Результаты измерения теплопроводности плоских образцов пористых теплозащитных материалов из вспененного полистирола

Европлэкс (ТУ-5767-055-00288499-2008)							
№ п/п	h_n	T_x	T_n	λ_n	R_k	q_n	t , мин
1	0,0075	15	30	0,034	0,220	67,7	
2	0,0069	15	30	0,035	0,197	76,1	
3	0,0054	15	30	0,034	0,158	94,4	29
URSA XPS N-III (NE 5767-001-56864652-2008)							
1	0,0069	15	30	0,032	0,215	69,6	
2	0,0066	15	30	0,032	0,206	72,7	30
3	0,0074	15	30	0,032	0,231	64,8	33
Пеноплэкс (ТУ 5767-016-56925804-2011)							
1	0,0063	15	30	0,032	0,196	76,4	
2	0,0059	15	30	0,031	0,190	78,9	29
3	0,0059	15	30	0,030	0,196	76,3	30

Значение R_k учитывается при калибровке приборов по образцам соответствующей теплопроводности. Нами проведены специальные численно-аналитические исследования влияния дополнительных защитных плит измерительного устройства на точность измерения ТФХ.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Чернышов, В.Н. Разработка теоретических основ и алгоритмического обеспечения неразрушающего контроля теплофизических свойств твердых материалов с метрологическим анализом полученных результатов: автореф. дис.... д-ра техн. наук: 05.11.13. – Тамбов, 1996. – 34 с.
2. Измеритель теплопроводности ИТП-МГ 4 «100». Руководство по эксплуатации. – Челябинск: ООО «СКБ Стройприбор», 2008. – 29 с.
3. Лыков, А.В. Теплообмен (Справочник) / А.В. Лыков. – М.: Энергия, 1971. – 560.

РАЗРАБОТКА И ИССЛЕДОВАНИЕ НОВЫХ СПОСОБОВ СНИЖЕНИЯ ВИБРАЦИИ В ДИФFUЗОРНЫХ КАНАЛАХ ПАРОВЫХ И ГАЗОВЫХ ТУРБИН

А.Е. Зарянкин¹, Е.Ю. Григорьев², П.С. Хазов²

¹ – НИУ «МЭИ», Москва, ² – ФГБОУВПО «ИГЭУ им. В.И. Ленина», Иваново

Энергия потока, покидающего последние ступени турбин, для мощных энергетических установок достигает очень больших величин. Так, например, для ГТУ фирмы Mitsubisi мощностью $N_g=334$ МВт энергия потока за последней ступенью турбины составляет 17 МВт при скорости газа $c_f=230$ м/с.

Для паровой турбины К-800-240 ЛМЗ указанная энергия составляет около 28 МВт. Если в выхлопных патрубках в результате изэнтропийного торможения потока снизить его скорость в два раза, то энергия рабочих тел в приведенных примерах в выходном сечении патрубка может быть снижена в 4 раза и составит в первом случае 4,2 МВт, а во втором – 7 МВт и, соответственно, мощность ГТУ возрастет на 13 МВт, а мощность паровой турбины увеличится на 21 МВт.

Приведенные оценки свидетельствуют об исключительно высоких экономических перспективах использования в выхлопных патрубках турбин различного рода диффузорных систем, способных при минимальных потерях энергии преобразовывать кинетическую энергию потока в потенциальную.

Традиционно в практике турбостроения используют диффузорные каналы с умеренными углами $7^\circ \div 10^\circ$, при довольно скромных показателях аэродинамического совершенства, что сдерживает возможности по совершенствованию выхлопных отсеков.

Кардинально изменить сложившуюся ситуацию возможно перейдя на использование широкоугольных диффузоров (до 15°), однако при течении в данных каналах резко возрастает вероятность отрыва потока с одновременным ухудшением аэродинамических и вибрационных характеристик этих каналов [1].

Использование известных методов стабилизации потока в отрывных диффузорах, полученные в лабораторных условиях, очень сложно реализовать на практике и по этой причине они практически не применяются.

Данная работа нацелена на поиск простых и эффективных методов геометрического воздействия на течение рабочей среды в широкоугольных диффузорах с последующим их применением в выхлопных патрубках паровых и газовых турбин, а так же в стопорных и регулирующих клапанах паровых турбин.

Предлагаемые пути повышения вибрационной надежности диффузоров [2]: внутреннее оребрение, перфорированные экраны; позволяют применять в системе выхлопа паровых и газовых турбин широкоугольные кольцевые диффузоры с увеличенными углом раскрытия до $\alpha_1=15^\circ$ и степенью расширения до $n=4$.

Подобное решение позволяет значительно уменьшить сопротивление выхлопного патрубка, снизить виброхарактеристики до уровня семиградусного диффузора со степенью расширения $n=2$. Кроме того, при модернизации действующих ГТУ в системах отвода рабочего тела, в которых применяются диффузоры с углом раскрытия $\alpha_1=7^\circ$ и степенью расширения $n=2$, переход к использованию нового диффузора с $\alpha_1=15^\circ$ и $n=4$ не ведет к увеличению габаритов всей ГТУ, это обстоятельство немаловажно при стыковке турбины с другими системами и оборудованием, например, котлом-утилизатором в случае работы ГТУ в составе блока парогазовой установки.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Дейч М. Е., Зарянкин А. Е. Газодинамика диффузоров и выхлопных патрубков турбомашин. – М.: Энергия, 1970.
2. Григорьев Е.Ю., Зарянкин А.Е., Носков В.В. Новые методы стабилизации течения в плоских, конических, кольцевых диффузорных каналах турбомашин // Вестник ИГЭУ, 2012, №5, с. 5-9.

НОВЫЕ ЧИСЛЕННЫЕ АЛГОРИТМЫ ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ СТРОИТЕЛЬНОЙ МЕХАНИКИ В НЕОГРАНИЧЕННЫХ ОБЛАСТЯХ

Н.А. Чернуха

Санкт-Петербургский государственный политехнический университет

В строительной механике довольно часто задачи сводятся к решению линейных и нелинейных дифференциальных уравнений в частных производных. Особое место в строительной механике занимают задачи, в которых расчетная область предполагается полубесконечной или бесконечной.

Например, дифракция воздушного потока, в том числе сверхзвукового, при взаимодействии с сооружением, возникающим при распространении воздушных ударных волн, описывается математической моделью Навье-Стокса и соответствующей системой дифференциальных уравнений в частных производных. Определение нагрузок от экстремальных воздействий, в том числе высокочастотных (наземный детонационный взрыв) [1], наиболее актуально для особо ответственных сооружений энергопромышленного и оборонного комплекса.

Аналитическое решение дифференциальных уравнений и их систем возможно получить только в случае геометрии и граничных условий простой, канонической, формы, поэтому расчетчику приходится прибегать к приближенному анализу математической модели, то есть решению математических уравнений численными методами [2]. На настоящий момент разработан значительный математический аппарат численного решения задач механики в бесконечных областях, однако универсального метода решения для всех постановок и типов явлений предложено не было. Наиболее распространенными и разработанными являются метод квазиравномерных сеток (МКС) [3], метод конечных элементов (МКЭ) [4], метод граничных элементов (МГЭ) [5] и их модификация – scaled boundary finite element method (SBFEM) [6]. Каждый из этих методов имеет свои процедуры, позволяющие решать определенные задачи в бесконечных областях, а пакет задач определяется возможностями и ограничениями методов.

Например, задача взаимодействия сооружения и полуограниченного грунтового основания (ВСО) в статической и динамической постановке на данный момент предполагает введение фиктивной близкой закрывающей границы расчетной области, моделирующей грунт, и постановку на ней специальных неотражающих условий [7].

Подавляющее большинство промышленных программных комплексов реализует МКЭ. В связи с этим фактом наиболее рациональным представляется модификация алгоритма МКЭ для решения задач в неограниченных областях.

Несмотря на то, что в строительной механике относительно немного задач в полуограниченной или неограниченной областях, в механике сплошных сред (МСС) их более чем предостаточно. По этой причине разработка новых численных методов и усовершенствование существующих подходов для решения таких задач представляются весьма актуальными проблемами.

Ниже предлагаются новые вариационно-разностный метод и модификация алгоритма МКЭ, разработанные на основе подхода к описанию схем бесконечной протяженности в МКС. Новые численные алгоритмы позволяют решать задачи в полуограниченных и неограниченных областях без необходимости введения фиктивных закрывающих границ и постановки неотражающих условий [7].

Новый вариационно-разностный метод. При решении МКЭ прикладных задач механики существуют два различных подхода. Первый представляет собой МКЭ как вариант метода взвешенных невязок (МВН), когда основные соотношения могут быть непосредственно получены из дифференциальных уравнений. Второй

подход основан на постулировании вариационного экстремального принципа во всей расчетной области, заключающегося в минимизации некоторого интеграла по всей области – функционала – от неизвестных величин задачи. На настоящий момент второй подход наиболее распространен. Таким образом, исходная задача, поставленная в виде дифференциальных уравнений, формулируется как задача поиска функции, доставляющей минимум функционалу.

Ряд важных математических задач механики сводится к минимизации квадратичного функционала в полубесконечной расчетной области вида:

$$F[u(x)] = \int_0^{+\infty} \left[\frac{1}{2} p(u')^2 - q \cdot u \right] dx \rightarrow \min.$$

Суть нового вариационно-разностного алгоритма заключается в комбинировании вариационных принципов в задачах механики, подхода метода конечных разностей (МКР) и применения квазиравномерных сеток, позволяющих покрывать неограниченные расчетные области конечным числом интервалов.

Вводится квазиравномерная сетка, например тангенсальная:

$$x_n = c \cdot \operatorname{tg}\left(\frac{\pi n}{2N}\right), \quad 0 \leq n \leq N.$$

В общем случае выбор сетки определяется не только параметрами решаемой задачи, но и характером искомого решения.

Как и в любом вариационно-разностном методе производные функции и операторы, входящие в функционал задачи, заменяются некоторыми конечно-разностными аналогами [2,3]. В случае применения квазиравномерных сеток, несимметричный конечно-разностный аналог для первой производной, полученный аппроксимацией интерполяционным многочленом Ньютона, принимает следующий вид:

$$u'(x) \cong \frac{u_n - u_{n-1}}{h_n} + \frac{2x - x_{n-1} - x_n}{h_n + h_{n+1}} \left(\frac{u_{n+1} - u_n}{h_{n+1}} - \frac{u_n - u_{n-1}}{h_n} \right) + O(h^2), \quad h_n = x_n - x_{n-1}.$$

В результате функционал задачи заменяется некоторой вспомогательной функцией многих переменных:

$$F[u(x)] \approx F(x_0, x_1, \dots, x_N).$$

Исходная задача сводится к поиску минимума этой функции, который обычно находят каким-либо итерационным методом спуска. Отыскание минимума сводится к решению системы линейных алгебраических уравнений (СЛАУ) с неизвестными в узлах введенной квазиравномерной сетки.

Новый алгоритм МКЭ. Рассматриваемая задача также может быть решена непосредственно МКЭ с некоторой модификацией алгоритма метода. Полуограниченная расчетная область разбивается на отрезки, именуемые конечными элементами (КЭ). Координаты узлов КЭ определяются следующим выражением:

$$x_n = c \cdot \operatorname{tg}\left(\frac{\pi n}{2N}\right), \quad 0 \leq n \leq N.$$

В МКЭ приближенное решение можно записать в виде:

$$u_n(x) = u_i \varphi_i(x) + u_{i+1} \varphi_{i+1}(x), \quad x \in [x_i; x_{i+1}].$$

Принципиальная разница в новом алгоритме МКЭ заключается в поиске решения на последнем $N-1$ бесконечном элементе. В МКЭ в отличие от метода Рунге на координатные функции накладывается дополнительное условие:

$$\varphi_i(x_j) = \begin{cases} 0, & i \neq j \\ 1, & i = j \end{cases}$$

На $N-1$ бесконечном элементе условия принимают следующий вид:

$$\begin{cases} u^{N-1}(x_{N-1}) = u_{N-1}, & \varphi_1(x_{N-1}) = 1, \quad \varphi_2(x_{N-1}) = 0, \\ u^{N-1} \xrightarrow{x \rightarrow \infty} u_N, & \varphi_1(x) \xrightarrow{x \rightarrow \infty} 0, \quad \varphi_2(x) \xrightarrow{x \rightarrow \infty} 1. \end{cases}$$

Исходя из приведенных условий, на $N-1$ бесконечном элементе могут быть подобраны следующие координатные функции:

$$\varphi_1 = \frac{x_{N-1}}{x}, \quad \varphi_2 = 1 - \frac{x_{N-1}}{x}.$$

Последующие шаги классического алгоритма МКЭ остаются неизменными. Пользуясь известным свойством определенных интегралов функционал задачи может быть представлен в виде суммы функционалов по отдельным КЭ. Поиск приближенного решения сводится к решению СЛАУ с неизвестными $u(x_n)$ в узлах КЭ.

Заключение. Приведенные инновационные алгоритмы, основанные на комбинировании наиболее распространенных и востребованных численных методов решения задач механики, могут быть без принципиальных усложнений распространены на задачи в двумерных и трехмерных пространствах и на случаи неквадратичных функционалов.

Программная реализация предложенного нового алгоритма МКЭ может быть выполнена на основе существующих промышленных программных комплексов с незначительной их модификацией.

Практическая значимость при таком подходе видна:

- с точки зрения строительной механики в возможности статических и динамических расчетов сооружений на грунтовом основании как бесконечном полупространстве, более достоверном учете нагрузок на сооружения от ветровых и ударноволновых воздействий;
- с точки зрения МСС в перспективе решения более широкого круга задач и расширению возможностей МКЭ.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Чернуха Н.А. Особенности расчета сооружений на взрывные воздействия в среде SCAD // Инженерно-строительный журнал, 2014. – №1 (45). – С. 12-22.
2. Калиткин Н.Н. Численные методы. – М.: Наука, 1978. – 512с.
3. Калиткин Н.Н. Альшин А.Б., Альшина Е.А., Рогов Б.В. Вычисления на квазиравномерных сетках. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2005. – 224 с.
4. Зенкевич О. Чанг И. Метод конечных элементов в теории сооружений и в механике сплошных сред. – М.: «Недра», 1974. – 240 с.
5. Кацакаделис Дж. Т. Граничные элементы: Теория и приложения. – М.: Изд-во АСВ, 2007. – 348 с.
6. Wolf J.P. The scaled boundary finite element method. – England: Wiley, 2003. – 362p.
7. Ильгамов М.А., Гильманов А.Н. Неотражающие условия на границах расчетной области. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2003. – 240 с.

**ОЦЕНКА НАДЕЖНОСТИ И ОБЕСПЕЧЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ
МЕТАЛЛОКОНСТРУКЦИЙ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ**

А.И. Черняев, В.А. Трефилов

Пермский национальный исследовательский политехнический университет

В подавляющем большинстве современных конструкций металл используется в качестве каркасов, связующих элементов и т.д., а благодаря разнообразию механических и эксплуатационных характеристик он является одним из наиболее распространенных и используемых материалов. Многообразие сплавов позволяет использовать его во всех промышленных отраслях, таких как строительство зданий и сооружений, двигателестроение, создание коммуникаций, путепроводов и пр. Существует множество рекомендаций, ГОСТов, СНИПов и стандартов, которые определяют выбор металлов при производстве конкретных изделий. Несмотря на это, на практике часто можно встретить сообщения о его разрушении, более того известны примеры, когда причиной аварии каменных, бетонных, деревянных и других конструкций было разрушение металлических элементов, входящих в общий конструктивный комплекс.

Механические свойства твердых тел – основа их инженерного применения как конструкционных материалов, они определяются силами связи между структурными частицами. Многообразие этих сил приводит к разнообразию механических свойств: одни металлы пластичны, другие хрупки. Изменение механических свойств в процессе эксплуатации в конечном итоге приводит к отказу элемента. Основными причинами изменения не только механических, но и других свойств твердых тел являются дефекты в кристаллах: наличие границ зерен, нарушающих строгую периодичность в расположении атомов в кристалле; микроскопические включения (зародыши других кристаллов, пустоты); чужеродные примесные атомы; сама поверхность тела; вакансии; атомы в междоузлиях; дислокации и др. [1].

Относительный объем дефектов в единице объема металла характеризует поврежденность металла [2]. Наличие концентраторов напряжений в виде внутренних дефектов могут привести к преждевременному разрушению элемента и без должного контроля по нормативным документам [3-5] к разрушению всей конструкции. В связи с этим, окончательные механические свойства и такие эксплуатационные характеристики, как сопротивление коррозии, вязкому, хрупкому и усталостному разрушению в значительной степени зависят от присутствия внутренних дефектов в стали [6].

Дефект – нарушение сплошности материала, которое можно выявить с помощью неразрушающего контроля. По происхождению дефекты делятся на возникшие при изготовлении и транспортировке и возникшие при монтаже [7]. По видам дефекты металла делятся на литейные, после прокатки иковки, сварных соединений, паяных соединений, возникающие при температурной обработке и эксплуатационные дефекты [8].

На производстве многие дефекты при малых размерах допускаются в изделия и не требуют исправления, тем не менее, их количество и расположение может оказать решающее воздействие на надежность и долговечность ответственных металлических элементов. В сварных конструкциях при ее разрушении достаточно трудно восстановить ее целостность, а заменить поврежденный узел зачастую не представляется возможным. Актуальность обозначенной проблемы возрастает при увеличении габаритов конструкций, а, как следствие, и толщины применяемого при их изготовлении металла.

Чтобы решить эту проблему необходимо более тщательно подходить к вопросу оценки состояния, используя при этом современные технологии, а так же усовершенствовать существующие методы прогнозирования надежности стальных конструкций и элементов.

В представленной работе рассматривается оценка внутренних дефектов, присутствующих в зоне основного металла и сварного шва до начала эксплуатации, и зарождающихся во время работы элемента.

На сегодняшний день существует методика оценки вероятности отказа элемента, надежности и долговечности, основанная на структурно-энергетической теории отказов [10]. Структурно – энергетическая теория отказов, позволяет легко оценить влияние структурных факторов (количества и размеров чувствительных структур материалов) на форму кривой функции распределения энергии разрушения, а,

следовательно, на надежность элементов и на этой основе разработать конкретные рекомендации по технологическому обеспечению заданного уровня надежности и качества элементов.

Представляемая методика качественно отличается от используемых в настоящее время, так например, в отличие от статистической она является более точной, недостаток аналитической методики оценки надежности заключается в трудоемкости расчета, также как и в случае воздействия на систему большого числа факторов, в модели “нагрузка – несущая способность” [11].

Используя следующее уравнение, представляется возможным определить время безотказной работы детали:

$$P(t) = \exp\left(-\alpha I t\right) \sum_{i=0}^{n-1} \frac{(\alpha I t)^i}{i!},$$

где α — коэффициент перехода из одного состояния в другое, $\alpha = (t_{cp} - t_0)/(I\sigma^2)$; t_{cp} — среднее время работы элементов до отказа, ч; t_0 — гарантированное время работы элемента, ч; σ — дисперсия энергии возникновения отказа; I — интенсивность энергетического воздействия; t — время работы элемента, ч; i — число элементарных повреждений.

Представленная методика оценки была разработана и опробована на тонкостенных образцах, толщиной 0.1-0.5 мм, тем не менее, по мнению авторов, ее применение возможно также и на более габаритных деталях и элементах, испытывающих в разы большие нагрузки. Исходя из этого, для оценки возможности ее использования в строительстве была сформулирована и поставлена задача по проведению экспериментов на образцах из конструкционных сталей, а именно по поиску внутренних дефектов и оценке их влияния на характер разрушения.

Для решения поставленной задачи было подготовлено 2 типа образцов: сваренные ручной дуговой сваркой пластины из конструкционной стали Ст3, толщиной 4 мм, шириной 50 мм и второго типа шириной 85 мм. Максимально допустимая нагрузка до разрушения была рассчитана из предела прочности сварного шва и составила в первом случае от 64,1 до 82,7 кН, а во втором: от 106,4 до 137,2 кН.

Для оценки и анализа внутренних дефектов на подготовленных образцах были проведены томографические исследования с использованием промышленного компьютерного томографа для рентгеноскопии на основе рентгеноскопической системы ХТН 450 LC.

Результаты анализа позволили обнаружить поры и трещины в сварных швах и в основном металле.

Далее проанализировали полученные снимки внутренних дефектов и рассчитали вероятность безотказной работы с помощью структурно-энергетической теории отказов при действующей нагрузке 60 кН и заданной надежности 90 %. После определения вероятности безотказной работы нашли время, гарантирующее работу детали, при истечении которого возникает необходимость обслуживания элемента либо его замены.

Далее выполнили нагружение образцов на установке УМЭ-10ТМ, в первом случае образцы нагружались до разрушения, а во втором до определенных значений нагрузки в 80 кН и 100 кН с последующей выдержкой в течении некоторого времени. После каждого этапа эксперимента образцы подвергали повторному томографическому исследованию, для отслеживания происходящих изменений внутреннего состояния металла.

Проведенные исследования подтвердили зависимость надежности от объема внутренних дефектов и от действующей нагрузки. Увеличение нагрузки и времени выдержки способствовало образованию новых внутренних дефектов и увеличению имеющихся на тот момент. На рис. 1 представлены графики таких зависимостей, где $I_1=15,582$ мм³, $I_2=17,762$ мм³, $I_3=19,245$ мм³; $F_1=60$ кН, $F_2=80$ кН, $F_3=100$ кН.

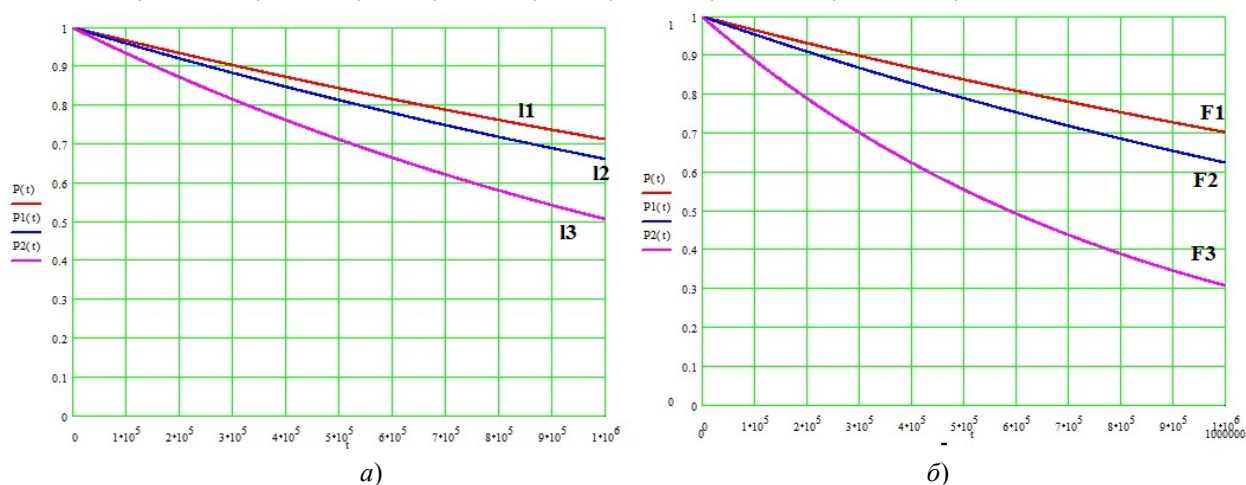


Рис. 1. График зависимости надежности от времени работы элемента:
а) для разного объема внутренних дефектов; б) при различной нагрузке

Полученные значения времени безотказной работы попадают в доверительный интервал при 90%-ной вероятности. Отсюда следует вывод о пригодности структурно-энергетической теории отказов для прогнозирования надежности стальных элементов в строительстве.

Анализ полученных результатов, позволил подтвердить предположение о зарождении и развитии трещин в местах крупного скопления внутренних пор и непроваров, как в основном металле, так и в сварном шве. Любопытно, что при испытании первого типа образцов разрушение происходило не по сварному шву, как предполагалось авторами, а в области основного металла, объяснить это можно большей толщиной сварного шва, по сравнению с основным металлом, и соответственно большим сопротивлением текучести.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Острейковский В.А. Старение и прогнозирование ресурса оборудования атомных станций. – М.: Энергоатомиздат, 1994. – 288 с.
2. Дубинина С.В. Прогнозирование разрушения металла в процессе интенсивной пластической деформации цилиндрической заготовки равноканальным угловым прессованием // Сб. тр. II междунар. науч.-практ. конф. молодых ученых «Актуальные проблемы науки и техники-2010». – УФА: УГНТУ, 2010. – С. 7-10.
3. ГОСТ 23118–2012. Конструкции стальные строительные. Общие технические условия. Взамен ГОСТ 23118–99; введ. 01.07.2013. – М.: Стандартинформ, 2013. – 41 с.
4. СНиП 3.03.01–87. Несущие и ограждающие конструкции / Введ. 01.07.1988. – М.: ЦИТП Госстроя СССР, 1989. – 113 с.
5. СП 53-101–98. Изготовление и контроль качества стальных строительных конструкций/ Введ. 01.01.1999. – М.: ГУП ЦПП, 1999. – 36с.
6. Кудрин В.А., Парма В. Технология получения качественной стали. – М.: Металлургия, 1984. – 320 с.
7. Евдокимцев О.В., Самсонова О.П. Классификация дефектов и повреждений металлических конструкций, обнаруженных на стадии возведения зданий и сооружений // Труды ТГТУ. Выпуск №21. – Тамбов. – Издательство ТГТУ. – 2008.
8. Кушнарченко В.М., Репях В.С. Чирков Е.Ю., Кушнарченко Е.В. Дефекты и повреждения деталей и конструкций: монография. – Оренбургский гос. ун-т: Оренбург: ОГУ, 2011. – 402 с.
9. Деев В. С., Трефилов В. А. Надежность технических систем и техногенный риск. Часть 3: Структурно-энергетическая теория отказов: учеб. пособие. – Пермь: изд-во ПНИПУ, 2012. – 167 с.
10. Острейковский, В.А. Теория надежности: Учеб. для вузов / В.А. Острейковский. – М.: Высш. шк., 2003. – 463 с.

**СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ РАСЧЕТА РЕЖИМА СВЕТОФОРНОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ
НА ИЗОЛИРОВАННОМ ПЕРЕСЕЧЕНИИ ЗА СЧЕТ РАСШИРЕННОЙ КЛАССИФИКАЦИИ
ТРАНСПОРТНОГО ПОТОКА**

А.Е. Боровской, И.А. Новиков, А.Г. Шевцова

*Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова,
транспортно-технологический институт, кафедра «Организация и безопасность
движения»*

Перегруженность улично-дорожной сети в связи с высоким ростом автомобилизации, характерной для периода с 2004 по 2014 год снижает жизнеспособность экономики, увеличивает издержки предпринимательства и приводит к снижению экологической устойчивости в результате загрязнения атмосферного воздуха, а также в результате некачественных методов организации дорожного движения. Рост автомобилизации обуславливает изменение состава транспортного потока, который оказывает значительное влияние на все параметры дорожного движения и способы его организации.

В большинстве городов Российской Федерации, в частности и в г. Белгороде на дорогах преобладают легковые автомобили, которые составляют 80-90% от общей численности парка. Высокий спрос на данный тип подвижного состава способствует появлению на рынке автомобилей различных габаритных параметров, таких как *mini cars*, *jeep* и промежуточные модели имеющих различные конструктивные особенности и габаритную длину и вместе с этим все они относятся к одному типу – легковому. При движении в плотном транспортном потоке разница габаритной длины будет сказываться на динамическом габарите и соответственно на пропускной способности участка улично-дорожной сети, с этой целью для выявления разнородности подвижного состава был проведен анализ въездных потоков в г. Белгород. В ходе исследования было выявлено, что общий транспортный поток в будние (рабочие) дни в среднем составляет 15000 авт./час., количество грузовых автомобилей не превышает 7,2%, а автобусов 3,2%. Выявленное соотношение говорит о том, что основной поток составляют легковые автомобили, среднее количество которых от общего ТП приблизительно равняется 90%.

На каждом исследуемом въезде поток легковых автомобилей был разделен на классы согласно российско-европейской классификации в зависимости от габаритных параметров. Анализ показал, что различия между представленными классами существенны (рис. 1) и их учет при проведении мероприятий по организации и реорганизации дорожного движения необходим. В случае данного исследования при

определении пропускной способности полосы для расчета режима работы светофорного объекта на изолированном пересечении.

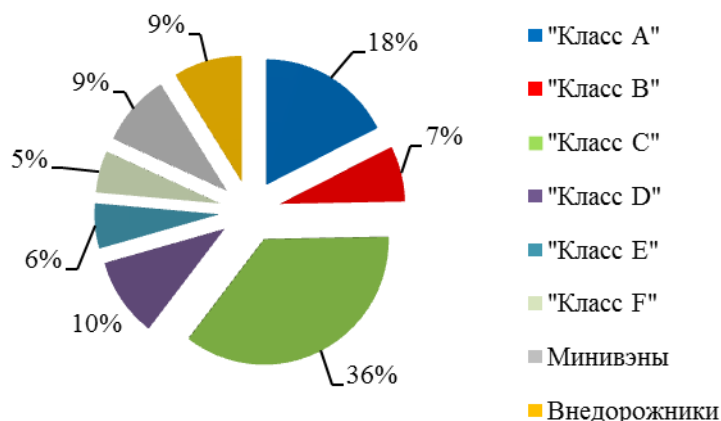


Рис. 1. Среднее процентное распределение классов автомобилей по всем въездным направлениям г. Белгорода

Пропускная способность перекрестков со светофорным регулированием рассчитывается с использованием понятий потока насыщения, который является основополагающей характеристикой в процессе анализа и проектирования регулируемого пересечения [1].

От длительности среднего интервала зависит величина пропускной способности полосы, значение которой в среднем составляет 1800 ед./час [2]. Аналитически это можно выразить следующим образом:

$$M_n = \frac{3600}{t_{\text{ов}}}, \quad (1)$$

где M_n – базовое значение потока насыщения, ед./час; 3600 – количество секунд в часе, сек.; $t_{\text{ов}}$ – время необходимое транспортному средству что бы пересечь сечение проезжей части, сек.

Базовые значения потока насыщения, принимаемые сегодня при расчете режима светофорного регулирования позволили, определить время, которое закладывается при расчете искомой величины и равняется в среднем 2 секунды.

Согласно исследованиям длительность временного интервала будет зависеть прямо пропорционально от динамического габарита автомобиля, и обратно пропорционально от скорости движения:

$$L_o \uparrow t_{\text{nc}} \downarrow v. \quad (2)$$

Зная габаритные параметры известных классов легковых автомобилей можно определить пропускную способность (поток насыщения) полосы с использованием динамического габарита автомобиля:

$$L_o = L_a + D. \quad (3)$$

В ходе расчетов было установлено что величина M_n принимает максимальное значение при средней скорости потока от 25 до 40 км/ч, что характерно для движения в городских условиях:

$$\begin{cases} 1745 \text{ед./ч} \geq M_n \text{ max} \leq 1962 \text{ед./ч} \\ 25 \text{км/ч} \geq M_n \text{ max} \leq 40 \text{км/ч} \end{cases} \quad (4)$$

Полученные величины потоков насыщения для различных классов легковых автомобилей предлагается свести к одной – реальной. В использование было введено новое определение – *реальный поток насыщения* ($M_{\text{реал}}$) – максимальная интенсивность движения, с которой совокупность автомобилей различных классов проехали бы сечение при нормальных условиях и 100% горении разрешающего сигнала. Определять реальный поток насыщения предлагается по следующей формуле:

$$M_{\text{реал}} = M_{n \text{ max } A} * k_A + M_{n \text{ max } B} * k_B + \dots M_{n \text{ max } n} * k_n, \quad (5)$$

где $M_{n \text{ max } A} \dots M_{n \text{ max } n}$ – максимальное значение потока насыщения в зависимости от типа движения (прямо, направо, налево) и класса легкового автомобиля, ед./час; $k_A \dots k_n$ – коэффициент, определяющий процентное соотношение каждого класса легкового автомобиля в общем транспортном потоке; n – один из восьми общепринятых классов легковых автомобилей.

Было установлено, что величина потока насыщения (пропускной способности при светофорном регулировании) будет различной при учете легковых транспортных средств и отличной от значения полученного общепринятым методом расчета, использование расширенной классификации транспортного потока при расчете $M_{\text{реал}}$ позволит в дальнейшем определить длительность разрешающего такта регулирования на изолированном пересечении, который увеличивает пропускную способность в среднем на 15-20%.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Транспортные системы городов: терминологический словарь / С.А. Ваксман, И.Н. Пугачев, Ю.И. Куликов. – Хабаровск: Изд-во Тихоокеан. гос. ун-та, 2013. – 151 с.

2. Кременец Ю.А. Технические средства организации дорожного движения / Ю.А. Кременец, М.П. Печерский, М.Б. Афанасьев. М.: Академкнига, 2005. – 279 с.

ИССЛЕДОВАНИЕ СОСТОЯНИЯ РЕГЕНЕРАТА ПРИ РАЗЛИЧНЫХ РЕЖИМАХ РЕАБИЛИТАЦИИ ПАЦИЕНТА С ПЕРЕЛОМАМИ ТРУБЧАТЫХ КОСТЕЙ НИЖНИХ КОНЕЧНОСТЕЙ

О.В. Щепилина

*Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет «ЛЭТИ»
Россия, 197376, г. Санкт-Петербург, ул. проф. Попова, 5*

Исследование состояния регенерата костей нижних конечностей выполнено в рамках разрабатываемой автором биотехнической системы «Реабилитация пациента после перелома трубчатых костей нижних конечностей».

В разрабатываемую систему внедрены: 1. Программа Mimics, позволяющая, позволяющего по КТ и МРТ, используя разную рентгеновскую плотность элементов биологических объектов, строить геометрические модели органов и структур человеческого организма; 2. Программа SolidWorks, позволяющая по построенным в программе Mimics оболочкам структур костей строить геометрические твердотельные модели; 3. Программа CosmosWorks Designer, позволяющая проводить динамические и усталостные исследования объектов; 4. Экспериментальные исследования усилий возникающих в структурах костей при различных движениях [1]; 5. Установленные эмпирические соотношения между рентгеновской плотностью, выраженной в числах Хаунсфилда и модулем нормальной упругости структур костей [2]. Система позволяет проводить исследования и анализ состояния регенерата на базе клинических данных пациента и возможностей математического моделирования с использованием пакета прикладных программа Mimics и SolidWorks при учете механического взаимодействия между имплантатом, костной тканью и мышечной системой.

Рассмотрим возможности системы на примерах исследования состояния структур двух трубчатых костей в процессе реабилитации пациента после перелома кости: 1) бедренной при различных движениях; 2) большеберцовой при ходьбе двойным шагом

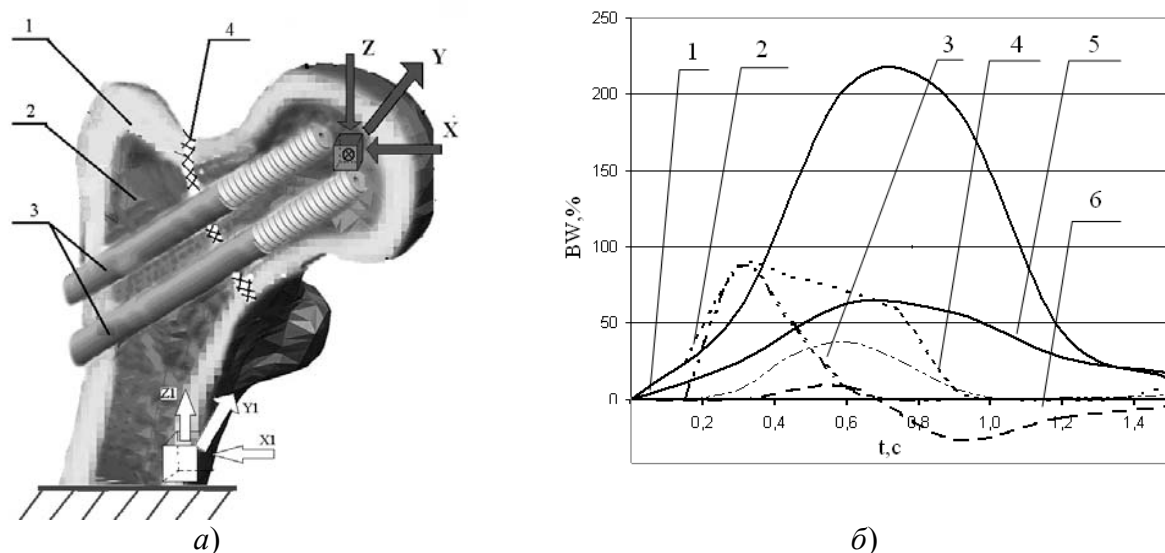


Рис. 1. Основные компоненты геометрической модели бедренной кости (рис. 1, а): 1 – кортикальная ткань; 2 – спонгиозная ткань; 3 – имплантаты; 4 – регенерат. На рис. 1, б приведены зависимости параметра BW (выраженное в процентах отношение силы к весу пациента) от времени перемещения кости:

- 1) внешней силой в направлении осей Z (1), X(5), Y(6); 2) составляющих мышечных сил в направлении оси Z: отводящих мышц бедра (2), латеральной мышцы бедра (3), четырехглавой мышцы бедра (4)

При построении модели бедренной кости введены следующие допущения: 1. Кость схематизирована двумя однородными изотропными слоями: кортикальным и спонгиозным; 2. Имплантат выполнен из однородного материала по техническим характеристикам производителя (рис. 1, а); 3. Регенерируемый участок в разломе шейки бедренной кости так же однороден и изотропен; его механические свойства изменяются на каждом этапе реконструирования костной мозоли; 4. Материалы кортикального, спонгиозного слоев и регенерируемого участка удовлетворяют условиям сплошности; 5. В материалах отсутствуют начальные напряжения; 6. Мышечные усилия схематизированы векторными суммами сил,

приложенными к местам крепления сухожилиями мышц к костной ткани (рис. 1, а) [3]. 7. Поверхностные нагрузки, прикладываемые к головке бедренной кости при различных движениях, в соответствии с результатами экспериментальных исследований [1], заменены составляющими сосредоточенной силы, приложенной в центре головки кости (рис. 1, б).

Проведены исследования возможности самостоятельной ходьбы пациента спустя три недели после операции на бедренной кости с установкой имплантата типа рис. 1, а – канюлированные винты методом остеосинтеза с учетом различного состояния отдельных групп мышц. На рис. 2, а представлен график зависимости деформации регенерата (модуль нормальной упругости 6,62 МПа) от времени двойного шага при восьмидесяти процентной мышечной атрофии четырехглавой мышцы бедра (1), мышц антагонистов-синергистов (2) и без атрофии мышц (3).

Для сопоставления результатов расчета с экспериментальными данными [4] построена модель части большеберцовой кости, соответствующая используемой при эксперименте части большеберцовой кости 55-летнего человека, зафиксированной в блоке эпоксидной смолы для обеспечения жесткой фиксации к подвижной части вибростенда. Построенная модель учитывает имитируемый в экспериментальном образце перелом участка суставной поверхности с последующей фиксацией внешними проксимальными фиксирующими элементами. На модели осуществлялось динамическое воздействие, равной весу тела человека (70 кг) с частотой колебаний 5 Гц, что с учетом имеющихся технических возможностей моделировало ходьбу человека в течение 30000 циклов. На рис. 2, б приведены зависимости деформации регенерата от числа циклов при теоретическом (1,3) и экспериментальном исследованиях (2,4) для разных типов имплантата.

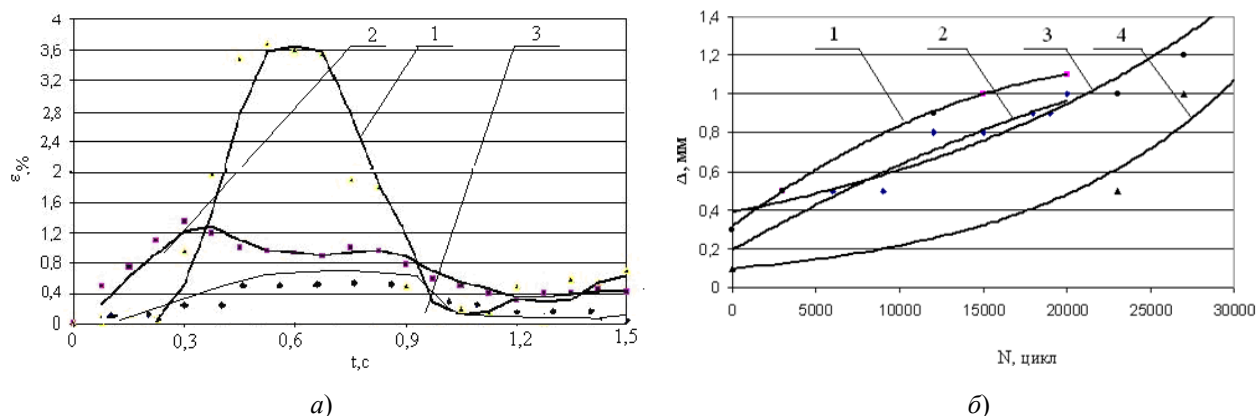


Рис. 2

Результаты расчета согласуются с экспериментальными данными.

Таким образом, метод, разработанный для биотехнической системы «Реабилитация пациента после перелома трубчатых костей нижних конечностей», позволяет проводить исследование состояния регенерата при различных режимах реабилитации пациента после повреждений бедренной и большеберцовой костей.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Loading of Orthopaedic Implants [Электронный ресурс]. URL: <http://www.orthoload.com/> (дата обращения: 15.07.2014).
2. Воронкевич И.А. Новые способы костной пластики при остеосинтезе переломов мыщелков большеберцовой кости / Воронкевич И.А. // Травматология-ортопедия России. – 2008. – № 4. – С.78-84.
3. Stolk J. Hip-joint and abductor-muscle forces adequately represent in vivo loading of a cemented total hip reconstruction / J. Stolk, N. Verdonchot // Journal of Biomechanics – 2001. – № 34. P. 917–926.
4. Воронкевич И.А. Особенности структуры проксимального эпифиза большеберцовой кости и эффективность фиксации отломков импрессионной зоны оскольчатых переломов мыщелков большеберцовой кости / И.А. Воронкевич // Травматология и ортопедия. – 2013. – № 3 (69). – С. 57-63.

СЕКЦИЯ

**«ИННОВАЦИОННЫЕ РАЗРАБОТКИ
В СФЕРЕ ВЫСОКИХ ТЕХНОЛОГИЙ»**

СВОЙСТВА ТРЕУГОЛЬНЫХ ИМПУЛЬСОВ В ЧАСТОТНОМ МОДУЛЯТОРЕ

К.С. Бирюкова

Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)

В работах [1-4] были показаны преимущества треугольных импульсов и реализован частотный модулятор для передачи информации. Следующая задача – теоретическое исследование свойств треугольных сигналов методами математического анализа.

Будем предполагать, что треугольный пилообразный сигнал был возмущён так, что вертикальный фронт заменился наклонным. При этом амплитудное значение U_0 сигнала достигается с запаздыванием на время t_0 , на которое накладывается условие $0 \leq t_0 \leq T$, где T – период следования треугольных сигналов.

Выполняем осреднение треугольного сигнала по мощности. Такое осреднение означает, что треугольный сигнал будет заменён постоянным напряжением U_d , которое называется действующим напряжением, таким, что передаваемая обоими сигналами энергия Q за один период T будет одинаковой.

Источник постоянного напряжения при работе на активную нагрузку сопротивлением R за период T передаст энергию, которая определяется по закону Джоуля-Ленца $Q = \frac{U_d^2 \cdot T}{R}$. Характеристики треугольного импульса представлены на рис. 1.

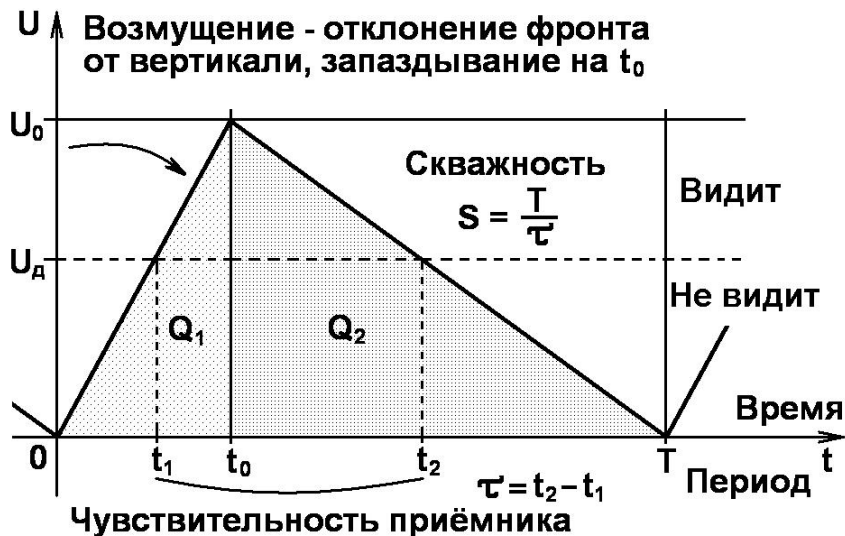


Рис. 1. Характеристики треугольного импульса

1. Определим, энергию, которая передаётся треугольным возмущённым сигналом на ту же самую активную нагрузку сопротивлением R за период T . Эта энергия складывается из двух частей. Во-первых, это энергия Q_1 возрастающей от 0 до амплитудного значения U_0 части сигнала. Во-вторых, это энергия Q_2 убывающей от амплитудного значения U_0 до 0 части сигнала.

Получаем формулу $Q = Q_1 + Q_2$.

1) Определяем энергию Q_1 возрастающей от 0 до амплитудного значения U_0 части сигнала

$$Q_1 = \frac{U_0^2 t_0}{3R}.$$

2) Определяем энергию Q_2 убывающей от амплитудного значения U_0 до 0 части сигнала.

$$Q_2 = \frac{U_0^2 (T - t_0)}{3R}.$$

3) Определяем общую энергию двух участков сигнала на одном периоде $Q = Q_1 + Q_2 = \frac{U_0^2 T}{3R}$.

2. Определяем действующее значение U_d напряжения треугольного сигнала при любом указанном типе возмущения фронта сигнала $U_d = \frac{U_0}{\sqrt{3}}$.

3. Определяем продолжительность τ детектирования сигнала на одном периоде. Условно предполагаем, что детектирование сигнала происходит, если амплитудное значение превышает действующее значение. При таком предположении продолжительность детектирования сигнала на одном периоде равна

$$\tau = t_2 - t_1 = \frac{T(\sqrt{3}-1)}{\sqrt{3}}.$$

4. Вычисляем скважность S любого треугольного сигнала $S = \frac{T}{\tau} = \frac{3+\sqrt{3}}{2} \approx 2,3660$.

Теоретические выводы.

1. Энергия любого треугольного сигнала на одном периоде не зависит от возмущения-запаздывания t_0 и равна $Q = \frac{U_0^2 T}{3R}$.

2. Действующее значение U_d напряжения любого треугольного сигнала при любом указанном типе возмущения-запаздывания фронта сигнала зависит только от амплитудного значения напряжения U_0 и равно $U_d = \frac{U_0}{\sqrt{3}}$.

3. Продолжительность τ детектирования любого треугольного сигнала приёмником на одном периоде T зависит только от периода T сигнала и равна $\tau = \frac{T(\sqrt{3}-1)}{\sqrt{3}}$.

4. Скважность S любого треугольного сигнала есть величина постоянная, равная $S = \frac{3+\sqrt{3}}{2} \approx 2,3660$.

Из этих свойств следует, что треугольные сигналы очень устойчивы к помехам в виде наклона фронта и спада. Такая устойчивость позволяет применять их очень эффективно в частотных модуляторах и в медицинских приборах.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Дроботов В.Б., Бирюкова К.С. Новые возможности микросхем при нештатном питании // Материалы Международной школы-семинара «Физика в системе высшего и среднего образования России» / Актуальные проблемы преподавания физики в ВУЗах и школах постсоветского пространства / Под ред. Г.Г.Спирина. – Москва, Московский авиационный институт, АПР, июль 2012. – С.73-34.
2. Бирюкова К.С. Генерация пилообразного напряжения при нештатном питании микросхем // Сборник Тезисов Первой Всероссийской Интернет-конференции «Грани науки 2012». – Электронный ресурс. – ISSN 2227-8389 (CD-ROM). – Казань: 2012. – С. 222-223.
3. Бирюкова К.С. Передача информации частотной модуляцией пилообразной несущей частоты / Всероссийский межотраслевой молодёжный научно-технический форум «Молодёжь и будущее авиации и космонавтики – 2012» // Конкурс научно-технических работ и проектов. Аннотации работ. – М.: Московский авиационный институт (НИУ) – ISBN 978-5-905176-15-9. – С.70-71.
4. Бирюкова К.С. Новые возможности микросхем при нештатном питании / Всероссийский конкурс научных, образовательных и инновационных проектов студенческих научных обществ: сборник научных работ победителей конкурса. Ч. II / М-во образ. и науки России, Казан. нац. исслед. технол. ун-т. – Казань: Изд-во КНИТУ, 2012. – 280 с. – ISBN 978-5-7882-1304-0. – С.24-25.

ГАРМОНИЧЕСКИЕ ПОМЕХИ ТРЕУГОЛЬНЫМ ИМПУЛЬСАМ

А.А. Зайцев, К.С. Бирюкова

Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)

Работа посвящена устойчивости треугольных сигналов возмущениями по различным гармоникам ряда Фурье.

Устойчивость треугольных сигналов к наклону фронта или спада была доказана в работах [1-3]. Следующей задачей является исследование практической реализации пилообразного напряжения. На практике пилообразное напряжение можно получить в виде суммы гармонических колебаний, реализуемых, например, в LC-контуре или в RC-контуре.

Пилообразный сигнал был разложен в ряд Фурье традиционным способом.

После разложения сигнала в качестве возмущения к исходному пилообразному сигналу последовательно добавляли по одной гармонике в виде соответствующего члена ряда Фурье. Это означает последовательное удвоение первого члена ряда, второго, третьего и т.д. Целью таких возмущений было определение влияния внешних воздействий на невозмущённый сигнал по суммирующим гармоникам.

Возмущение моделировалось с помощью программы MathCAD. В этой программе задавался номер возмущающей гармоники, которая затем удваивалась по амплитудному значению, чтобы выяснить влияние соответствующего возмущения на пилообразный сигнал.

На рис. 1 представлены результаты моделирования поочерёдного возмущения пилообразного сигнала первыми четырьмя гармониками.

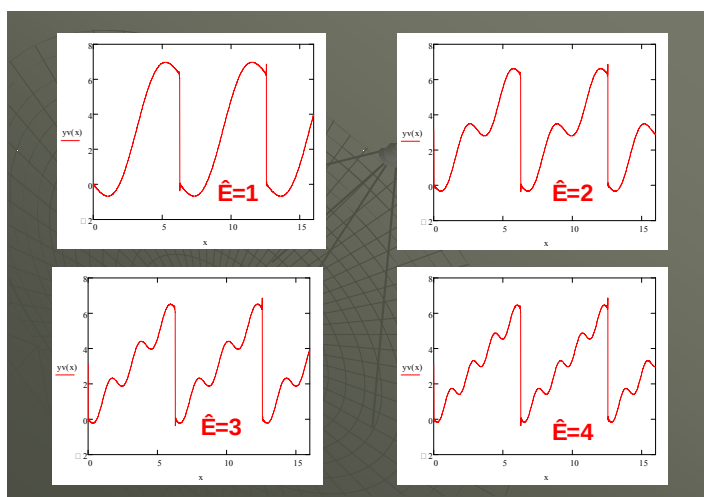


Рис. 1. Возмущение первых четырёх гармоник сигнала

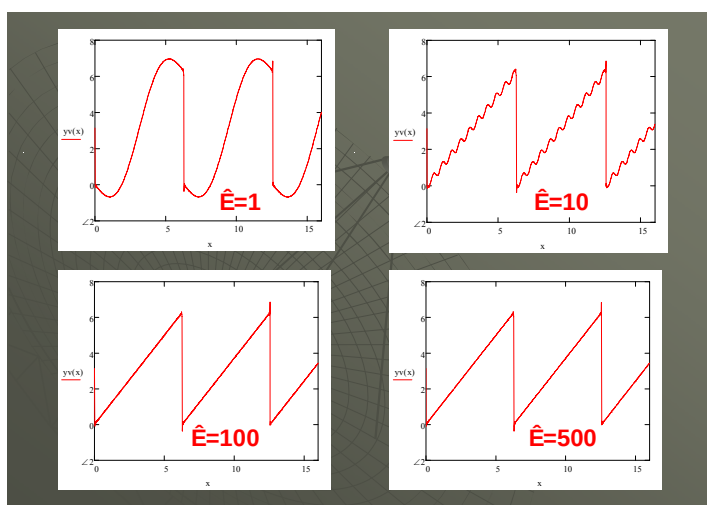


Рис. 2. Сравнительный анализ возмущения различных гармоник треугольного сигнала

Анализ полученных результатов показывает, что первая гармоника наиболее критична к возмущающему внешнему воздействию. Фактически она превращает треугольный сигнал в усечённый синусоидальный, однако не воздействует на вертикальный спад пилообразного напряжения. Вторая гармоника образует две полуволны

возмущения на фронте пилообразного сигнала, третья – три и т.д. Номер гармоники определяет число полувольт на фронте пилообразного сигнала, который в идеальном случае должен представлять прямолинейный наклонный отрезок. Только на четвёртой возмущённой гармонике начинает проявляться линия, вдоль которой располагаются возмущающие сигнал полувольты. Возникает задача определения или хотя бы оценки номера гармоники, при котором прямолинейный фронт возрастания сигнала практически не будет нарушаться в геометрическом смысле. Для этого с помощью программы MathCAD последовательно было проведено моделирование воздействия на пилообразное напряжения возмущений по 1-й, 10-й, 100-й и 500-й гармоникам. Результаты моделирования представлены на рис. 2 в виде копий распечаток экрана указанной программы. Первый график полностью повторяет уже известный результат о самом существенном возмущении пилообразного напряжения первой гармоникой. На последнем графике действие возмущения гармоники с номером 500 практически не проявляется визуально. Это же можно сказать и о гармонике с номером 100. Однако на десятой гармонике прослеживаются шумовые гармонические возмущения на фронте пилообразного сигнала.

После проведения моделирования различных возмущений был сделан вывод, что несущественны для исходного сигнала возмущения гармоники с номерами 100 и более. Возмущающее действие гармоники с номером 10 ощущается визуально, но тоже не очень сильное.

На практике полученный результат означает, что нет смысла аппроксимировать пилообразный сигнал рядом Фурье с более чем 100 членами. Реально для приближённой реализации пилообразного сигнала достаточно 10-50 членов ряда Фурье.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Дроботов В.Б., Бирюкова К.С. Новые возможности микросхем при нештатном питании // Материалы Международной школы-семинара «Физика в системе высшего и среднего образования России» / Актуальные проблемы преподавания физики в ВУЗах и школах постсоветского пространства / Под ред. проф. Г.Г.Спирина. – Москва, Московский авиационный институт, АПР, июль 2012. – С.73-34.
2. Бирюкова К.С. Генерация пилообразного напряжения при нештатном питании микросхем // Сборник Тезисов Первой Всероссийской Интернет-конференции «Грани науки 2012». – Электронный ресурс. – ISSN 2227-8389 (CD-ROM). – Казань: 2012. – С. 222-223.
3. Бирюкова К.С. Передача информации частотной модуляцией пилообразной несущей частоты / Всероссийский межотраслевой молодёжный научно-технический форум «Молодёжь и будущее авиации и космонавтики – 2012» // Конкурс научно-технических работ и проектов. Аннотации работ. – М.: Московский авиационный институт (НИУ) – ISBN 978-5-905176-15-9. – С.70-71.

ЭЛЕКТРОМАГНИТНАЯ СИСТЕМА ТОРМОЖЕНИЯ ОБЪЕКТОВ

А.В. Мельничук

ФГБОУ ВПО «Московский государственный университет путей сообщения» (МИИТ)

Тема работы появилась в результате общения с участниками запусков космических аппаратов, с ветеранами Российского космического агентства, Военно-космических сил и Центра подготовки космонавтов, с которыми у школы сложились прочные связи.

Запуску космических аппаратов предшествует длительный период наземной подготовки. Заключительным этапом наземной подготовки космического аппарата к запуску является заправка ракеты-носителя компонентами топлива. При аварийной ситуации положение людей на стартовом комплексе становится чрезвычайно опасным. Были случаи взрывов ракет-носителей на стартовых комплексах, например, 23 сентября 1983 года, на стартовой площадке №1 космодрома Байконур. Особенно опасными являются зоны работ на высоте, на фермах обслуживания. В случае пилотируемых запусков опасности подвергаются космонавты до момента задействования бортовой системы аварийного спасения на пороховых двигателях.

Актуальной является задача быстрого покидания опасной зоны. Для этого существуют специальные системы и устройства. Например, на стартовом комплексе ракет-носителей типа «Союз», «Восток» и «Молния» предусмотрены специальные люки с вертикальной трубой большого диаметра посередине, по которой можно быстро покинуть опасную зону и добраться до защищённого прохода. Эта система заимствована из дежурных пожарных частей МЧС России.

Цель работы заключается в создании системы аварийного спасения людей с высотных зданий и сооружений без трения с деталями этой системы.

Новизна работы – замена механического торможения тела электромагнитным.

Практическая значимость доказана безопасностью людей в условиях всё более масштабного высотного строительства.

Изучив опыт Ленца по электромагнитной индукции, появилось предложение отказаться от трения между человеком и системой, поместив спасаемого человека внутрь немагнитного металлического рукава на магнитной подставке. Трение приводит к электризации, к нагреванию, к возможному заклиниванию и т.д.

Предложено рукав выполнить металлическим, из металла, который не притягивается магнитом, и поместить в него постоянный магнит. Не обязательно выполнять рукав из цельного листа металла, достаточно сделать его сплетённым из тонких проволок, хорошо проводящих электрический ток. Можно в тот же нейлоновый рукав вплести тонкие медные или алюминиевые провода. При аварийной ситуации человек встаёт, или садится, или ложится на специальную подставку с постоянным магнитом с достаточно сильным магнитным полем, и выдёргивает чеку. Подставка начинает падать. Однако правило Ленца говорит, что в металлической обмотке рукава возникнет электрический ток, который создаст собственное магнитное поле рукава, которое будет противодействовать изменению внешнего магнитного поля, то есть магнитного поля подставки с постоянным магнитом. Это означает, что подставка будет затормаживаться при падении, не будет падать очень быстро. Скорость падения подставки зависит от силы постоянного магнита, от диаметра рукава и от общей падающей массы. Перечисленные характеристики выбираются такими, чтобы обеспечить безопасную скорость приземления человека на подставку в безопасном месте. Таким рукавом можно снабдить все пожарные лестницы на автомобилях, чтобы не создавать на них толпы во время пожара.

Преимущества предлагаемой системы аварийного спасения:

- 1) возможность спасения больных и пострадавших людей, людей без сознания;
- 2) возможность одновременного использования множеством людей;
- 3) отсутствие психологического барьера – страха высоты;
- 4) система может рассматриваться и как основная, и как дублирующая.

Макет системы создан, исследован практически с различными магнитами, массами, диаметрами трубок, комбинациями рукавов и т.д. Изготовлена действующая модель спасательного рукава на игрушечной пожарной машине. Однако не исследованной оказалась теоретическая область применения этой системы. Магнит на спасательной подставке взаимодействует с токами Фуко в немагнитном металлическом рукаве. Вычислять характеристики токов Фуко очень трудно. Трудность усиливается сложным законом изменения магнитного поля в пространстве, а также движением магнита. Для теоретического исследования магнит заменяется эквивалентной намагниченностью и эквивалентным круговым током. Однако множество допущений позволяют только очень приблизительно применить полученную формулу для силы взаимодействия магнитов

$$F = \frac{3\mu_0 J^2 V^2}{2\pi Z^4}$$
 на практике. Однако эта формула позволяет экспериментально измерить намагниченность

$$J = \sqrt{\frac{2\pi Z^4 m g}{3\mu_0 V^2}}$$
, разместив один магнит над другим, взвесив его и измерив расстояние между магнитами.

Найденная намагниченность позволила получить выражение для скорости движения магнита в немагнитном металлическом рукаве
$$v = \frac{const \cdot m_m g \rho_{эл}}{J_m V_m \delta_{mp} H_m R_{mp}^3} \cdot \frac{1}{B'_x}$$
. Задача свелась к определению осреднённого значения

производной B'_x индукции магнитного поля постоянного магнита как кольцевого тока.

После теоретического обоснования работа опять стала экспериментальной и была продолжена на специальной установке для определения характеристик движения тел. Эта установка содержит множество индукционных датчиков, которые позволяют определять положение тела и его скорость в фиксированных точках. Установка-труба была доработана для регистрации малых сигналов от движения магнита, потому что металлический рукав экранирует сигнал от падающего магнита. Это позволило изучать не только равномерное установившееся движение магнита в рукаве, но и начальное неравномерно ускоренное движение, что важно для создания системы спасения.

СЕКЦИЯ

«ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И СИСТЕМЫ»

МЕТОДЫ ПОИСКА НЕИСПРАВНОСТЕЙ В САМООРГАНИЗУЮЩЕЙСЯ СЕНСОРНОЙ СЕТИ

Е.А. Пустохайлова

Астраханский государственный технический университет

Одной из самых перспективных технологий XXI века на сегодня являются самоорганизующиеся сенсорные сети (ССС). Недорогие и «умные» элементы сети (сенсоры), в огромных количествах объединенные в беспроводную сеть и подключенную к сети связи общего пользования, представляют достаточно широкий набор услуг контроля и управления домами, предприятиями, автомобилями и т.д. СССР в зависимости от типа сенсоров, могут быть развернуты на земле, в воздухе, под и над водой, в зданиях. Самоорганизующиеся сенсорные сети являются примером беспроводных сетей, в которых нет общей инфраструктуры за исключением шлюзов связи с другими сетями. Каждый из узлов СССР должен иметь возможность функционировать как оконечный и как транзитный узел [1].

Самоорганизующаяся сенсорная сеть представляет собой совокупность n составляющих ее элементов – сенсоров (множество G), связанных друг с другом функциональными связями. Каждый элемент сети может иметь одно из двух возможных состояний: состояние исправности или состояние отказа. Вероятность того, что i -ый элемент будет находиться в исправном состоянии, обозначим p_i , а вероятность нахождения в состоянии отказа – q_i ($q_i = 1 - p_i$). Будем предполагать, что отказы сенсоров СССР взаимно независимы.

Контроль функционирования сети заключается в последовательном применении специальных тестов, проверяющих исправность четко определенного подмножества элементов. Он производится с целью проверки исправности элементов сети и поиска неисправности (при ее наличии). Задача контроля состоит в построении такой процедуры проверки, цель которой будет достигаться при средних минимальных временных затратах на ее проведение. Составление программы контроля заключается в выборе из всей совокупности тестов $\{T\}$ необходимой группы тестов и определения порядка их применения с целью оптимизации процесса проверки относительно заданного критерия.

Порядок применения тестов представляет собой следующую рекуррентную процедуру: в соответствии с некоторым правилом определяется оптимальная условная последовательность проверок для исходного множества элементов G . Первый этап процедуры проверки производится до тех пор, пока очередной тест не приведет к успешному результату. При проверке неисправности сети процесс на этом завершается, а при отыскании неисправностей – осуществляется переход к следующему этапу. Все подмножество элементов в этом случае разделяется на три подмножества:

- G' – подмножество еще не проверенных элементов;
- G^* – подмножество элементов, задействованных в текущем неуспешном тесте, за исключением тех элементов, которые были до этого проверены успешными тестами;
- $G^{(0)}$ – подмножество элементов, исправность которых подтверждена предыдущими тестами.

На следующем этапе роль подмножества играет G^* . Для всей совокупности тестов $\{T\}$ производится переоценка вероятностей успешной реализации, исходя из условия применения их к упомянутому подмножеству G^* . После локализации всех неисправных элементов в подмножестве G^* процесс поиска неисправностей продолжается в подмножестве G' . Для всех тестов совокупности $\{T\}$ снова осуществляется соответствующая переоценка вероятностей и производится отыскание неисправностей с использованием рекуррентной процедуры [2].

Поскольку самоорганизующаяся сенсорная сеть состоит из n элементов, то поиск неисправностей сводится к поиску неизвестного числа неисправных элементов. До начала проверки известно, что в системе могут быть отказавшие элементы, но, сколько их, заранее неизвестно. При отыскании отказавшего элемента сети, его заменяют на исправный и продолжают процедуру отыскания остальных элементов.

Рассмотренные в работе приближенный алгоритм при произвольных пересекающихся тестах и метод последовательных проверок для отыскания неисправных элементов могут быть использованы для повышения надежности функционирования самоорганизующейся сенсорной сети в целом и позволят минимизировать среднее время отыскания и замены неисправных элементов сети.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Гольдштейн Б.С., Кучерявый А.Е. Сети связи пост-NGN / Б.С. Гольдштейн, А.Е. Кучерявый. – СПб.: БХВ-Петербург, 2013. – 160 с.
2. Козлов Б.А., Ушаков И.А. Справочник по расчету надежности аппаратуры радиоэлектроники и автоматики / Б.А. Козлов, И.А. Ушаков. – М.: «Советское радио», 1975. – 472 с.

САМОКОНФИГУРИРУЮЩИЙСЯ ГИБРИДНЫЙ ЭВОЛЮЦИОННЫЙ АЛГОРИТМ
ФОРМИРОВАНИЯ БАЗ НЕЧЕТКИХ ПРАВИЛ ДЛЯ ЗАДАЧ С
НЕСБАЛАНСИРОВАННЫМИ ДАННЫМИ В МНОГОАГЕНТНЫХ СИСТЕМАХ

В.В. Становов, С.С. Бежитский

*Сибирский государственный аэрокосмический университет имени академика
М.Ф. Решетнева, Красноярск*

В области анализа данных наряду с задачами кластеризации и восстановления регрессии типичными задачами являются задачи классификации. Несмотря на то, что на сегодняшний день существует множество методов и подходов для решения задач подобного рода, существуют достаточно сложные задачи, на которых классические методы показывают плохие результаты. Среди проблем, с которыми сталкиваются алгоритмы построения классификаторов, можно отметить наличие малого либо слишком большого числа измерений и переменных, наличие пропусков в данных, зашумленность, а также несбалансированность классов в обучающей выборке. Последней проблеме сегодня уделяется значительное внимание [1]. Решение подобных задач и формирование баз нечетких правил повысит адаптивность механизма поведения агентов в условиях неопределенности окружающей среды [8].

Несбалансированность данных означает, что в обучающей выборке число элементов одного класса значительно больше числа элементов другого класса. Класс с большим числом измерений называется мажоритарным классом, а с меньшим числом измерений – миноритарным. При обучении классификатора при большой величине отношения числа объектов мажоритарного класса к числу объектов миноритарного, точность на миноритарном классе может быть значительно ниже, чем на мажоритарном.

Это происходит, например, в случае если в качестве критерия эффективности классификации используется точность по всей обучающей выборке. Хотя классификатор может показывать высокую точность, на самом деле, корректно могут быть классифицированы только объекты мажоритарного класса, в то время как миноритарный класс классифицируется некорректно. Более того, для множества практических задач миноритарный класс может представлять больший интерес для исследователя, и корректность классификации его объектов может быть значительно важнее, чем для мажоритарного класса.

Существует несколько подходов, предназначенных для того, чтобы избежать смещения результатов классификации в сторону мажоритарного класса. Как правило, их разделяют на внешние и внутренние подходы. Внешние подходы подразумевают изменение и искусственное балансирование обучающей выборки. Внутренние подходы изменяют критерий качества классификации и учитывают число объектов в каждом классе. Например, один из внутренних подходов заключается в назначении каждому классу соответствующего веса, таким образом, ошибки на миноритарном классе приобретают большую важность, чем на мажоритарном.

В данной работе мы рассмотрим внутренний подход, использующий вместо классической точности по всем классам Acc , усредненную точность по каждому классу Ave . Данная мера качества классификации является относительно простой, и в то же время значительно повышающей сбалансированность результатов классификации. Ниже приведены формулы, описывающие данные критерии.

$$Acc = \frac{\sum_{i=0}^k E_i}{\sum_{i=0}^k m_i} \quad Ave = \sum_{i=0}^k \frac{E_i}{m_i \cdot k},$$

где E_i – число ошибок на i -м классе, m_i – число объектов i -го класса, k – число классов. Данные меры качества могут быть применены для множества алгоритмов, и именно они используются в большинстве эволюционных подходов при обучении классификаторов. В качестве классификатора могут быть использованы нейронные сети, машины опорных векторов, или же системы на нечеткой логике [2].

В данной работе мы будем рассматривать модификацию алгоритма, представленного в [3] и предназначенного для построения баз нечетких правил. Данный алгоритм был основан на работах [4] и представляет собой алгоритм Питтсбургского типа, в котором каждый индивид – это база правил целиком. При этом в алгоритме используется также и Мичиганский подход в качестве оператора мутации для баз правил.

В данном алгоритме реализовано два оператора селекции (ранговая, турнирная), три оператора мутации (слабая, средняя, сильная) а также несколько видов Мичиганской части. Для всех этих операторов была использована процедура самоконфигурации, описанная в работе [5]. Данная процедура показала свою эффективность и позволила автоматически выбирать комбинации генетических операторов для алгоритма.

Гибридный алгоритм также использует ряд эвристик из [6] для ускорения поиска качественных баз правил, например, эвристическую процедуру инициализации, определения наиболее подходящего номера класса и веса правил, а также процедуру генерации новых правил из неверно классифицированных объектов на Мичиганском этапе алгоритма. Данные эвристики позволили значительно увеличить качество и скорость работы алгоритма, однако они не учитывают дисбаланс классов в обучающей выборке. Наиболее подходящий номер класса определялся в соответствии с максимальным значением *confidence* для каждого класса. Для учета

дисбаланса мы модифицировали процедуру инициализации начальных и добавления новых правил в базу так, чтобы она использовала информацию о числе измерений в каждом классе:

$$Class\ q = \arg \max_k \left(\frac{Conf(A_q \rightarrow Class\ k)}{m_k} \cdot m \right),$$

где A_q – левая часть правила, m – общее число объектов в обучающей выборке, $Conf$ – величина поддержки правила. Для определения качества работы алгоритма с данной модифицированной процедурой мы отобрали набор задач с репозитория машинного обучения UCI [7], среди них:

1. Задача определения заболеваний печени – 2 класса, 345 измерений, 6 переменных, liver,
2. Задача классификации клиентов банка – 2 класса, 1000 измерений, 24 переменные, german,
3. Задача классификации фонем – 2 класса, 5404 измерения, 5 переменных, phoneme.

При тестировании мы использовали процедуру 10-частной кросс-валидации, 100 индивидов, 500 поколений и 40 правил максимум. Тестировалось 4 варианта алгоритма: с мерами Acc и Ave , со старой процедурой определения номера класса и модифицированной, несмещенной. В табл. 1, 2 и 3 приведены значения мер Acc и Ave для каждой из задач.

Таблица 1. Результаты для задачи liver

Конфигурация	Асс на обучающей	Ave на обучающей	Асс на тестовой	Ave на тестовой
Асс+смещен.	0.799	0.774	0.653	0.623
Ave+смещен.	0.808	0.795	0.669	0.652
Асс+несмещен.	0.808	0.787	0.663	0.638
Ave+несмещен.	0.817	0.806	0.671	0.657

Таблица 2. Результаты для задачи german

Конфигурация	Асс на обучающей	Ave на обучающей	Асс на тестовой	Ave на тестовой
Асс+смещен.	0.797	0.681	0.726	0.591
Ave+смещен.	0.794	0.759	0.715	0.633
Асс+несмещен.	0.802	0.694	0.721	0.596
Ave+несмещен.	0.802	0.777	0.719	0.678

Таблица 3. Результаты для задачи phoneme

Конфигурация	Асс на обучающей	Ave на обучающей	Асс на тестовой	Ave на тестовой
Асс+смещен.	0.825	0.781	0.815	0.768
Ave+смещен.	0.803	0.824	0.792	0.811
Асс+несмещен.	0.821	0.778	0.810	0.764
Ave+несмещен.	0.803	0.826	0.791	0.812

Из приведенных результатов можно заключить, что использование несмещенной оценки наилучшего номера класса и другой меры качества классификации позволяет получать более сбалансированные классификаторы, при этом точность классификации не всегда уменьшается. К примеру, на первой задаче вариант алгоритма с мерой Ave и несмещенной процедурой определения номера класса показал лучшие результаты, однако в то же время на третьей задаче с большим дисбалансом точность классификации для этого варианта ниже, чем для первого.

Работа выполнена при поддержке гранта Президента РФ на 2014-2015 гг. (МК-5391.2014.9).

ЛИТЕРАТУРА:

1. Bhowan U., Genetic Programming for Classification with Unbalanced Data. – Victoria University of Wellington. – 2012.
2. Fernández A., García S., Jesus M., Herrera F. A study of the behaviour of linguistic fuzzy rule based classification systems in the framework of imbalanced data-sets // Fuzzy Sets and Systems 159 – 2008. – 2378 – 2398.
3. Ishibuchi H., Mihara S., Nojima Y. Parallel Distributed Hybrid Fuzzy GBML Models With Rule Set Migration and Training Data Rotation // IEEE Transactions on fuzzy systems, VOL. 21, No. 2. – April 2013.
4. Semenkina E., Stanovov V., Fuzzy rule bases automated design with self-configuring evolutionary algorithm // Proceedings of the 11th International Conference on Informatics in Control, Automation and Robotics (Vienna, 1-3 сентября 2014 г.). – Volume 1, С. 318-323.
5. Семенкина М. Е. Самоадаптивные эволюционные алгоритмы проектирования информационных технологий интеллектуального анализа данных // Искусственный интеллект и принятие решений. – №1. – 2013. – С. 13-23.
6. Ishibuchi H., Yamamoto T. Rule weight specification in fuzzy rule-based classification systems // IEEE Trans. on Fuzzy Systems, vol. 13, no. 4. – August 2005, p. 428-435.

7. Asuncion A., Newman D. UCI machine learning repository. University of California, Irvine, School of Information and Computer Sciences, 2007, URL: <http://www.ics.uci.edu/~mllearn/MLRepository.html>.
8. В. И. Городецкий. Самоорганизация и многоагентные системы. I. Модели многоагентной самоорганизации. Известия РАН "Теория и системы управления", 2012, № 2, с. 92–120.

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ ПО СБОРУ ДАННЫХ ИЗ СОЦИАЛЬНЫХ СЕТЕЙ

И.Д. Баудин

Санкт-петербургский государственный политехнический университет

Социальная сеть – платформа, онлайн-сервис или веб-сайт, предназначенные для построения, отражения и организации социальных взаимоотношений, визуализацией которых являются социальные графы. Основными особенностями социальных сетей являются личные профили пользователей, в которых зачастую указывается реальная информация о человеке, предоставление большого спектра возможностей для обмена информацией и возможность задавать и поддерживать список пользователей, с которыми у человека есть какая-либо связь (работа, семья, хобби и т.д.). Данные, которыми обмениваются пользователи, могут быть очень разнообразными. Так это могут быть видеоролики, фотографии, текст, аудиозаписи или различные встроенные данные (например, граффити в соц. сети ВКонтакте).

Социальные сети являются мощным инструментом маркетинговых исследований, поскольку пользователи добровольно публикуют информацию о себе, своих взглядах, интересах, предпочтениях и так далее. Ввиду этого рекламодатели могут весьма четко определять, каких именно пользователей заинтересует их объявление, и направить свои рекламные объявления конкретным пользователям, в зависимости от информации в их профилях. Анализируя информацию из социальных сетей можно выяснить какие новости являются самыми актуальными на данный момент, какие мнения в основном высказывают пользователи, выяснить какими товарами или услугами пользуются люди иными словами можно проводить различные социальные опросы, составлять статистику, используя реальных людей и тратя при этом не так много времени. В данный момент на рынке существуют различные системы по сбору и анализу данных из социальных сетей, но большинство таких инструментов умеют работать с какой-либо одной сетью. Разработав систему, которая сможет работать хотя бы с тремя основными соц. сетями, такими как twitter, vk, facebook можно исследовать такое явление как кросспостинг и его влияние на основные показатели поисковых систем (ТИЦ и PR), сравнить мнение пользователей различных региональных принадлежностей на новости об одном и том же событии, составлять облака тегов самых осуждаемых новостей на различных языках и в различных регионах.

Основная цель моей работы – разработать информационную систему по сбору данных из социальных сетей. При разработке такой системы можно решать самые разные задачи, например, собирать и анализировать общественные мнения, выявлять новые тренды на этапе их зарождения, собирать и давать обобщенную оценку музыкальным композициям, фильмам, книгам, магазинам, турагентствам, отелям и т.д. с учетом веса и авторитетности мнений и составлением рекомендаций по тем или иным продуктам, системы составления прогнозов, такие как прогнозы на спорт, на результаты выборов, на бюджеты фильмов. В рамках своей работы я буду решать следующие задачи:

- изучить API социальных сетей VKontakte, Facebook, Twitter;
- разработать архитектуру системы по сбору данных из перечисленных социальных сетей;
- реализовать информационную систему по сбору данных из перечисленных социальных сетей;
- представить информацию в виде интерактивных облаков тегов»;
- выявить основные статистические показатели, такие как доля мужчин в соц. сети, средний возраст и тому подобное.

Существует несколько способов автоматического сбора данных социальных медиа:

- Первый способ – это поисковые машины и их API. API – Application Programming Interface – набор классов, процедур и функций от администрации поисковых систем и социальных сетей для использования внешними разработчиками – является наиболее «правильным» и наиболее удобным в плане проектирования «сборщика данных». Каждый сервис накладывает на свой API ряд ограничений. Поисковые машины (Яндекс, Google и т.д.) дают наиболее полную картину по поисковым запросам. Однако поисковики больше «заточены» на скорость предоставления результата, и из-за этого выдача бывает неполной.
- Второй способ – это API социальных сетей. Основная проблема сбора данных здесь – это особенность ограничений, которые накладывает каждая социальная сеть (от ограничения на количество запросов в минуту до высоких требований к приложению).
- Третий способ – это специально написанные программы-роботы, которые заходят на определенные страницы сайта и считывают всю информацию со страницы, а затем создают базу, распределяя информацию по нужным параметрам.

Решая поставленные задачи, я буду использовать API социальных сетей, так как этот способ дает самую подробную информацию, и он достаточно хорошо документирован. Также будут использованы такие инструменты разработки как Visual Studio 2012 и сервер базы данных SQL Server, так как достаточно удобно использовать эти продукты в паре из-за того, что они оба разработаны компанией Microsoft и очень плотно интегрированы.

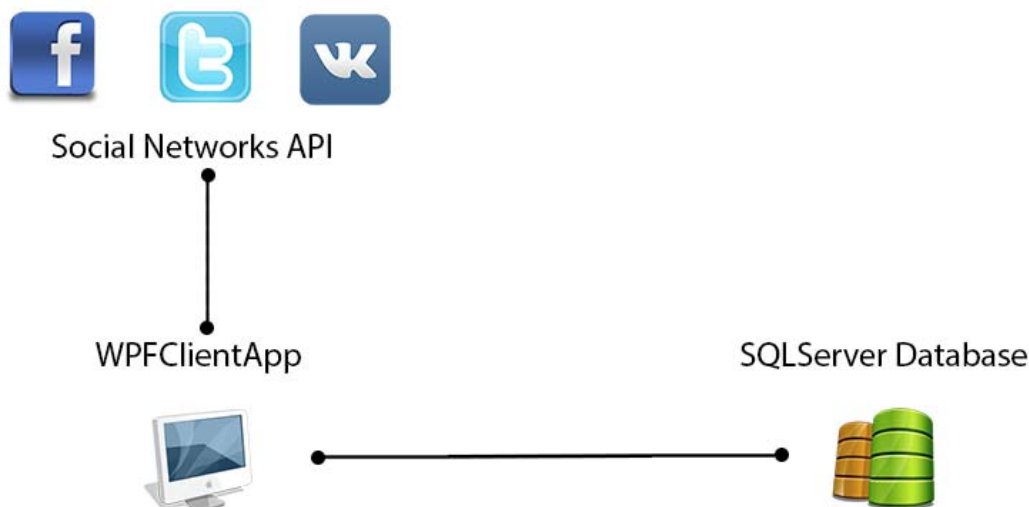


Рис. 1. Архитектура приложения

Основное назначение системы – сбор данных из социальных сетей и построение облака тегов, сбор основных статистических показателей (средний возраст подписчиков группы, процент женщин, мужчин, какое у них отношение к алкоголю, вера и т.д.). Например, собираем статьи из социальной сети ВКонтакте из новостной группы «РИА Новости» за какой-то промежуток времени и составляем облако тегов. На выходе получаем визуализированный результат в интерактивном виде, а также возможность сделать экспорт в табличном виде в формат XLS(X) или веб-отчет. База данных будет включать в себя связи таблиц в виде Users-Tweets или Users/Group-Posts. В одной из таблиц будут храниться данные о пользователе/группе, в другой – его публикации/посты. Рассмотрим более подробно архитектуру системы, представленную на рис. 1. Social Networks API – программные интерфейсы социальных сетей, свободно доступные для разработчиков программного обеспечения. WPFClientApp – это само приложение, которое будет разработано с использованием технологий WPF или Windows Forms. Приложение будет состоять из неких модулей, например, модуль работы с Twitter, модуль работы с VK, модуль работы с базой данных, модуль экспорта и так далее. Благодаря модульной архитектуре приложение можно будет достаточно легко расширить, подключив разработанные модули, например, для работы с другими социальными сетями или для экспорта в другие форматы. Аналогично можно взять модуль визуализации и на его основе разработать мобильное приложение, которое будет строить облако тегов, например, самых интересных новостей и выдавать некоторые рекомендации пользователю.

АВТОМАТИЧЕСКОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ КОЛЛЕКТИВОВ ИСКУССТВЕННЫХ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ В ЗАДАЧАХ АНАЛИЗА ДАННЫХ

Д.И. Хритonenko

Сибирский государственный аэрокосмический университет имени академика

М.Ф. Решетнёва, Красноярск

В последнее время искусственные нейронные сети (ИНС) получают широкое практическое распространение. Они применяются в самых различных областях: бизнесе, охране, медицине, технике, геологии, физике, различных интеллектуальных системах и т.д. Нейронные сети позволяют решать широкий круг задач обработки данных, а именно классификации, прогнозирования, восстановления регрессии, управления [1]. Такое широкое распространение определяется несколькими причинами:

1. Нейронные сети способны эффективно решать задачи при неизвестных закономерностях.
2. Нейронные сети устойчивы к шумам во входных данных.
3. Они адаптивны к изменению окружающей среды. Нейронные сети могут быть легко переобучены под незначительные изменения окружающей среды.

4. Использование параллелизма обработки информации наделяет нейронные сети потенциально высоким быстродействием.

5. Отказоустойчивость при их аппаратной реализации.

Сегодня существует множество подходов, позволяющих эффективно использовать технологии искусственного интеллекта (ИИТ), в частности нейронных сетей [2]. Основная идея подходов – использование эволюционных алгоритмов для решения проблем обучения и формирования таких технологий. Как показывает практика, эволюционные алгоритмы позволяют отказаться от «ручного» выбора архитектуры и повышают тем самым их конечную эффективность [3]. Кроме того, использование эволюционного подхода исключает требования, накладываемые на знания эксперта в области нейроэволюционного моделирования, что делает указанные технологии перспективными для использования широким кругом людей.

Стандартная схема решения задач анализа данных [4] при помощи интеллектуальных информационных технологий, в частности нейронных сетей, включает в себя два этапа. На первом производится выбор структуры и настройка параметров сети, на втором лучшей из полученных нейронных сетей доверяется решение задачи. Однако зачастую является полезным одновременное использование нескольких нейронных сетей путем объединения их в коллективы. Повышение качества получаемых решений при таком подходе было замечено довольно давно. Впервые отдельные нейронные сети были объединены в коллективы в работах Хансона и Саломона [5]. В этих же работах и была показана эффективность таких подходов.

В настоящее время использование коллективов является одним из перспективных направлений развития методов автоматического обучения [6]. При формировании коллективов необходимо решить три задачи: выбор способа проектирования отдельных ИНС; отбор ИНС для формирования коллективов из общего множества полученных; определение метода учета «мнений» каждого из членов такого коллектива.

В 1988 г. была поставлена проблема слабой обучаемости. Проблема была решена за счет усиления слабых алгоритмов посредством бустинга. Этот алгоритм заключается в специфическом способе формирования обучающей выборки для каждой последующей ИНС: обучающая выборка для каждой последующей сети включает в себя ошибочно решенные примеры предыдущей. Таким образом, примеры обрабатываются последовательным набором ИНС. В 1993 был разработан эффективный алгоритм обучения, основанный на этом принципе. В 1996 Брейманом был предложен метод беггинга, который заключается в обучении каждой ИИТ при помощи случайно сформированной (с возвращением) из исходного множества задачи выборки. Считается, что такой метод наиболее эффективен на выборках с маленьким размером, т.к. отсутствие в таких выборках части обучающих примеров приводит к существенному различию полученных в итоге ИИТ. При большом числе признаков и малом числе обучающих примеров следует использовать метод случайных подпространств. В таком методе отдельные ИИТ обучаются на различных наборах атрибутов, выделяемых случайным образом. Перечисленные методы позволяют генерировать различные ИИТ (в частности ИНС) для формирования коллективов. Однако проблема учета мнений сгенерированных членов коллективы остается актуальной. Основополагающей работой в данном вопросе является использование метода голосования (Схема 1) [5], а впоследствии и метод усреднения. Существует модификация данного метода, позволяющая учитывать ошибки каждого из членов коллектива. Опишем два этих метода:

1. Выходные значения членов коллектива складываются и делятся на их количество (Схема 2).

2. Учитывается ошибка каждого из членов коллектива. Каждому из них назначаются веса, обратно пропорциональные ошибке [7]. Выходные значения складываются и делятся на их число (Схема 3).

Существует схема, позволяющая получать ошибку не хуже чем лучший из членов коллектива [8]: производится поиск точки обучающей выборки, которая находится ближе остальных к точке, в которой необходимо получить значение; в этой точке определяется ИИТ с наименьшей ошибкой; выбранная ИИТ принимает решение относительно значения в интересующей нас точке (Схема 4).

Приведем сравнение описанных методов формирования коллективов с реализованным алгоритмом генетического программирования (ENS_GP) [3] на задачах классификации и восстановления регрессии. Задачи классификации взяты с репозитория машинного обучения UCI [9]. Регрессия восстанавливалась по функциям, представленным на следующем сайте [10]. Для тестирования проводились серии из 50 запусков каждого из вариантов алгоритма. В табл. 1 представлены усредненные результаты.

Таблица 1. Результаты тестирования коллективов ИНС

Алгоритм	Регрессия	Ирисы	Вина	Кредиты (Австралия)	Кредиты (Германия)
Схема 1	0.002	5,9%	4,7%	10,7%	21,5%
Схема 2	0.0015	4,4%	4,3%	10,7%	21,1%
Схема 3	0.004	2,3%	2,5%	10%	20%
Схема 4	–	2,5%	2,4%	9,9%	20%
ENS_GP	0.0001	2.3%	2.7%	9.9%	20%

Критерием качества для задач классификации является ошибка классификации (в процентах), а для задач восстановления регрессии – среднеквадратичное отклонение. Стоит заметить, что подход к проектированию

коллективов ИНС при помощи алгоритма генетического программирования выигрывает у остальных методов на большинстве задач. В задачах восстановления регрессии алгоритм показал ошибку на порядок меньше, чем представленные схемы формирования коллективов. Все это позволяет надеяться на то, что при вовлечении в такой алгоритм других интеллектуальных информационных технологий, качество работы конечной модели будет увеличиваться. Реализованный алгоритм генетического программирования с известными полезными для него модификациями [2, 3] является универсальным, в том смысле, что позволяет внутри одной программной системы решать такие задачи как: выбор архитектуры нейронной сети, восстановление пропусков в данных (если они существуют), проектирование коллектива. При этом он, как уже описывалось, не требует дополнительных знаний в области нейросетевого и эволюционного моделирования, что служит его дальнейшему распространению в различных областях. Платой за такую универсальность является колоссальное число вычислительных ресурсов, необходимое для работы алгоритма. Это необходимо учитывать, решая задачу подобным методом.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Рутковская Д., Пилиньский М., Рутковский Л. Нейронные сети, генетические алгоритмы и нечеткие системы: пер. с польск. И. Д. Рудинского. М.: Горячая линия. Телеком, 2006. – 383 с.
2. Семенкин Е.С., Семенкина М.Е. Применение генетического алгоритма с модифицированным оператором равномерной рекомбинации при автоматизированном формировании интеллектуальных информационных технологий // Вестник Сибирского государственного аэрокосмического университета им. академика М.Ф. Решетнева. 2007. № 3. С. 27-33.
3. Khritonenko D.I., Semenkin E.S. Distributed self-configuring evolutionary algorithms for artificial neural networks design // Вестник Сибирского государственного аэрокосмического университета им. академика М.Ф. Решетнева. 2013. № 4 (50). С. 112-116.
4. Lippmann, R. P. An introduction to computing with neural nets / IEEE ASSP Mag., pp. 4-22, Apr. 1987.
5. Hansen, L.K. Neural network ensembles / L.K. Hansen, P. Salamon IEEE Trans. Pattern Analysis and Machine Intelligence 12 (10) (1990) pp.993-1001.
6. Zhou, Z.-H., Jiang Y. NeC4.5: Neural Ensemble Based C4.5 // IEEE Trans. Knowl. Data Eng. 16(6): 770-773. – 2004.
7. Perrone, M.P., Cooper, L.N. When networks disagree: ensemble method for neural networks / M.P. Perrone // in: R.J. Mammone (Ed.), Artificial Neural Networks for Speech and Vision, Chapman & Hall, New York, 1993, pp.126-142.
8. Попов, Е.А., Семенкина, М.Е., Липинский, Л.В. Принятие решений коллективом интеллектуальных информационных технологий // Вестник Сибирского государственного аэрокосмического университета им. ак. М.Ф. Решетнева. – Вып. 4 (44). – 2012.
9. Machine Learning Repository UCI [Electronic resource] – URL: <http://archive.ics.uci.edu/ml/datasets.html>.
10. Comparing Continuous Optimisers [Electronic resource] – URL: <http://coco.gforge.inria.fr/doku.php>.

СРЕДСТВО РАЗРАБОТКИ ИНСТРУМЕНТОВ СТАТИЧЕСКОГО АНАЛИЗА ВСТРОЕННЫХ ЯЗЫКОВ

А.К. Рагозина, С.В. Григорьев

Санкт-Петербургский государственный университет

Даже самые простые информационные системы часто состоят из нескольких компонент, в крупных же системах такая ситуация является классической. Самым распространённым примером является использование баз данных. Часто организация связи с базами данных или другими компонентами становится отдельной сложной задачей.

Современные подходы к взаимодействию приложений с базами данных используют такие средства как Object-relational mapping (ORM) или Language Integrated Query (LINQ), которые позволяют осуществлять взаимодействие с базой данных в терминах языка программирования, на котором ведётся разработка. Эти технологии стали популярными в промышленности сравнительно недавно. До этого длительное время в промышленном программировании был популярен простой и гибкий подход с использованием встроенных строковых языков, который заключается в том, что в коде на одном языке программирования из строковых литералов собирается запрос на другом языке (например, SQL), который в дальнейшем передаётся на выполнение нужному окружению. Такой подход достаточно быстро стал популярен и использовался на протяжении многих лет, так как все языки программирования предоставляют возможности работы со строками и большинство систем позволяет работать с командами в текстовом формате. Сейчас такой подход используется реже, но всё ещё применяется в ситуациях, когда производительность особенно важна и накладные расходы на работу с многоуровневыми абстракциями неприемлемы. Несмотря на всю простоту и гибкость подхода, описанного выше, его нельзя назвать надёжным. Проблема заключается в том, что проверить корректность формируемых строковых выражений и отсутствие потенциально опасных мест в них можно

только во время выполнения, что значительно усложняет процесс разработки и отладки таких приложений. Эта ситуация обуславливается тем, что встроенные языки воспринимаются компилятором, как обычные строки, хотя для них было бы полезно проводить те же анализы, что и для обычного кода (например, синтаксический). По этой же причине такой код тяжело писать, изучать, поддерживать и сопровождать: внутри строк не работает навигация и подсветка синтаксиса, диагностика ошибок или подсветка парных скобок. Для решения таких задач при работе с обычными языками программирования традиционными стали различные средства статического анализа, часто интегрируемые со средами разработки. Для упрощения работы со встроенными языками возможно создать подобные инструменты. Так как встроенным может оказаться практически любой язык и встроен он может быть так же в произвольный язык программирования, а спектр решаемых задач достаточно широк, было бы полезным иметь набор стандартных инструментов, упрощающих решение конкретной задачи для конкретной пары языков.

Существует несколько подходов для работы со встроенными языками. При использовании первого подхода создаётся регулярная или контекстно-свободная аппроксимация множества возможных значений строки в интересующей нас точке. Данная аппроксимация является описанием некоторого языка и надо проверить, что этот язык включается в язык, описываемый эталонной грамматикой. Такой подход прост и применим на практике, позволяет понять корректно ли выражение, но с помощью него сложно составить представление о том, где именно произошла ошибка. Кроме того, возникают трудности с тем, что задача проверки вложенности двух контекстно-свободных языков неразрешима.

Второй подход – абстрактный синтаксический анализ – осуществляет статический анализ над компактным представлением множества значений динамически формируемого выражения. Абстрактные анализаторы строятся на основе обычных синтаксических анализаторов. В статье [5] приведён пример создания абстрактного анализатора на основе алгоритма LR-анализа. Статья [6] описывает процесс создания абстрактного анализатора на основе алгоритма обобщённого восходящего синтаксического анализа RNLGR [3].

На данный момент уже существует ряд инструментов для работы со встроенными языками: Java String Analyzer [2] – анализатор строковых выражений в Java, PHP String Analyzer [7] – анализатор строковых выражений в PHP, Alvor [1] – плагин к среде разработки Eclipse, предоставляющий статическую проверку синтаксической корректности нескольких диалектов SQL, встроенных в Java, плагин для IDEA IDE IntellyLang. Данные инструменты отличаются используемыми подходами и возможностями по расширению их функциональности и дополнению их другими языками, однако ни один из этих инструментов не реализуют полноценный абстрактный анализ и не предоставляют легко расширяемой платформы для разработки собственных инструментов.

В данной работе представлен инструмент для разработки средств статического анализа встроенных языков, основанный на абстрактном анализе с использованием алгоритма GLR. При проектировании за основу взят подход, ставший классическим при разработке инструментов анализа языков программирования: разработчику предоставляются средства генерации синтаксического и лексического анализатора по описанию языка (грамматике) и библиотека общих функций. Это позволяет быстро создавать инструменты для работы с новыми языками. Использование алгоритма GLR в качестве основы для абстрактного синтаксического анализа позволяет существенно сэкономить ресурсы в процессе анализа. Это достигается за счёт использования компактных структур данных для представления стека и леса разбора. Сжатое представление леса разбора позволяет переиспользовать общие узлы деревьев разбора. Это особенно важно при абстрактном анализе, так как различных значений анализируемой строки может быть бесконечно много и сами значения строки могут быть бесконечными. Это приводит к тому, что можно получить бесконечное число деревьев разбора, в свою очередь сами деревья тоже могут быть бесконечными. За счёт переиспользования узлов дерева объединяются в конечную структуру данных, по которой могут быть однозначно восстановлены все деревья разбора.

На данный момент в рамках проекта YaccConstructor [4] реализован инструмент для разработчика, состоящий из генераторов абстрактных лексических и синтаксических анализаторов. За основу генератора абстрактных синтаксических анализаторов взят алгоритм RNLGR [3]. Кроме того реализована библиотека функций необходимых для обнаружения ошибок, подсветке синтаксиса и реализации другой функциональности с целью расширения инструмента. Для демонстрации возможностей созданного инструментария реализован плагин для Microsoft Visual Studio IDE на основе ReSharper. Реализована поддержка языков, встроенных в язык программирования C#. Для того, чтобы показать возможность быстрого создания инструментов для новых языков на основе уже существующего ядра, была реализована поддержка 3 языков: языка арифметических выражений, подмножества Transact-SQL и JSON. Данный плагин предоставляет подсветку синтаксиса, подсветку парных скобок и статическую диагностику синтаксических ошибок.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Annamaa A., Breslav A., Kabanov J. e.a. An Interactive Tool for Analyzing Embedded SQL Queries. Programming Languages and Systems. LNCS, vol. 6461. Springer: Berlin; Heidelberg, p. 131–138, 2010.
2. Aske Simon Christensen, Møller A., Michael I. Schwartzbach. Precise analysis of string expressions, Proc. 10th International Static Analysis Symposium (SAS), Vol. 2694 of LNCS. Springer-Verlag: Berlin; Heidelberg, June, p. 1 – 18, 2003.
3. Elizabeth Scott and Adrian Johnstone. Right nulled glr parsers. ACM Trans. Program. Lang. Syst., 28(4):p. 577 – 618, July 2006.

4. Iakov Kirilenko, Semen Grigorev, and Dmitriy Avdiukhin. Syntax analyzers development in automated reengineering of informational system. St. Petersburg State Polytechnical University Journal. Computer Science. Telecommunications and Control Systems, 174(3), June 2013.
5. Kyung-Goo Doh, Hyunha Kim, and David A. Schmidt. Abstract LR-parsing, In Formal modeling, Gul Agha, Jose Meseguer, and Olivier Danvy Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, p. 90–109, 2011.
6. Semen Grigorev and Iakov Kirilenko. 2013. GLR-based abstract parsing. In Proceedings of the 9th Central & Eastern European Software Engineering Conference in Russia (CEE-SECR '13). ACM, New York, NY, USA, Article 5, 9 pages.
7. Yasuhiko Minamide. Static approximation of dynamically generated web pages. In Proceedings of the 14th International Conference on World Wide Web, WWW '05, p. 432–441, New York, NY, USA, 2005. ACM.

ИССЛЕДОВАНИЕ ДИНАМИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ДАТЧИКОВ ТЕМПЕРАТУРЫ

Я.В. Лисова, И.А. Рябиков

*ФГБОУ ВПО «Ивановский государственный
энергетический университет имени В.И. Ленина»*

Динамические свойства датчиков оказывают влияние на параметры настройки автоматических регуляторов и, соответственно, на качество работы АСУТП в целом. Поэтому задача исследования динамических свойств датчиков температуры является актуальной и востребованной.

Целью работы является исследование датчиков температуры и определение их динамических характеристик.

Наиболее распространенными в промышленности датчиками температуры являются термопреобразователи сопротивления (ТС) [1]. В нашей работе использовались платиновые термопреобразователи сопротивления с номинальной статической характеристикой 100П [2]. Основные характеристики датчиков представлены в табл. 1.

Таблица 1. Основные характеристики ТС

Наименование	Заводской номер	Длина монтажной части, мм	Диаметр монтажной части, мм	Диапазон измерений температуры, °С
ТС-1388/5	№10300	250	4	-50...+250
ТС-1388/5	№10295	250	6	-50...+350
ТС-1088/5	№6780	320	8	-50...+350
ТС-1088/2	№6783	500	10	-50...+350

Для создания температуры использован сухоблочный калибратор температуры погружного типа ЭЛЕМЕР-КТ-650 [3]. Для отображения и регистрации полученных значений температуры – многоканальный технологический регистратор РМТ-59 [4].

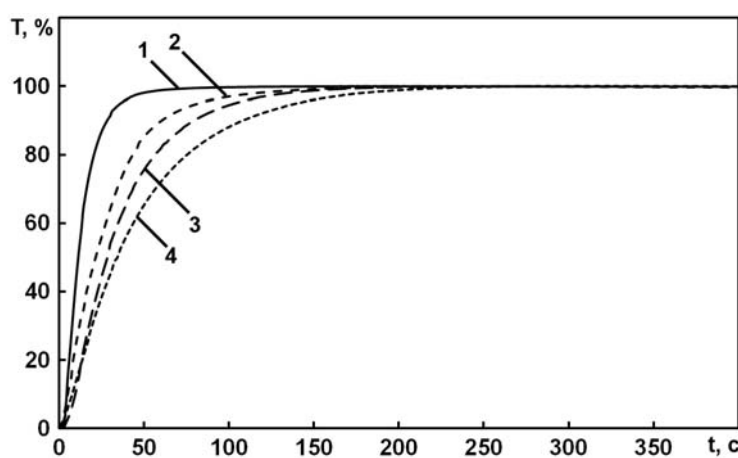


Рис. 1. Динамические характеристики датчиков температуры для диаметров монтажной части: 1 – 4 мм; 2 – 6 мм; 3 – 8 мм; 4 – 10 мм

Эксперименты проводились по следующей методике. В начале термопреобразователи сопротивления подключались к входам АЦП регистратора РМТ-59 и размещались на лабораторном столе. На калибраторе

температуры КТ-650 задавалось требуемое значение температуры. Эксперименты проводились при следующих значениях температуры: 50, 100, 150, 200, 250, 300 и 350 °С. После этого датчик температуры помещался в калибратор температуры КТ-650 и фиксировалось время начала переходного процесса с точностью до одной секунды. Для каждого значения температуры проводилось по 5 экспериментов. Анализ полученных данных выполнен на персональном компьютере с использованием офисного и специализированного программного обеспечения: DataViewStudio, MS Office Excel, ПК «Тренд».

В результате обработки 130 переходных характеристик, полученных для исследуемых термопреобразователей сопротивления, найдены оценки семейств переходных характеристик изменения температуры, приведенных к диапазону 0-100%, для различных термопреобразователей сопротивления. Полученные результаты представлены на рис. 1. Как видно из графиков, при помещении датчиков в одинаковую технологическую среду с одинаковой скоростью обтекания датчика технологической средой большое влияние на динамические характеристики оказывает диаметр монтажной части.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Иванова Г.М. Теплотехнические измерения и приборы. М.: Издательство МЭИ, 2005. 460 с.
2. Термометры сопротивления из платины и меди. Паспорт. М.: ООО НПП «Элемер», 2011. 4 с.
3. Калибратор температуры эталонный КТ-650. Паспорт. М.: ООО НПП «Элемер», 2004. 19 с.
4. Регистратор многоканальный технологический РМТ-59. Руководство по эксплуатации. М.: ООО НПП «Элемер», 2009. 137 с.

МУЛЬТИМЕДИЙНО-ИНФОРМАЦИОННЫЙ КОНТЕНТ В ИНФРАСТРУКТУРЕ ПАССАЖИРСКОГО СОСТАВА НА ОСНОВЕ ГЛОНАСС/GPS В ЕДИНОМ КООРДИНАТНО-ВРЕМЕННОМ ПРОСТРАНСТВЕ ОАО «РЖД»

Т.Н. Буштрук¹, М.В. Царыгин¹, А.А. Буштрук²

¹*Самарский государственный университет путей сообщения*

²*Самарский государственный аэрокосмический университет*

Одним из направлений инновационных технологических решений развития инфраструктуры железнодорожного транспорта является разработка комплекса спутниковых технологий в единой координатно-временной системе (КВС) ОАО РЖД ГЛОНАСС. Основными потребителями спутниковой информации ГЛОНАСС в системе РЖД являются хозяйства, деятельность которых связана с подготовкой и принятием управленческих решений на основе такого информационного ресурса, как координатно-временная информация о дислокации и параметрах движения подвижного состава, местоположении и состоянии объектов инфраструктуры железных дорог ОАО "РЖД". Новые технологии на основе ГЛОНАСС направлены на базовые производства от безопасности движения и управления перевозками до охраны труда и экологии.

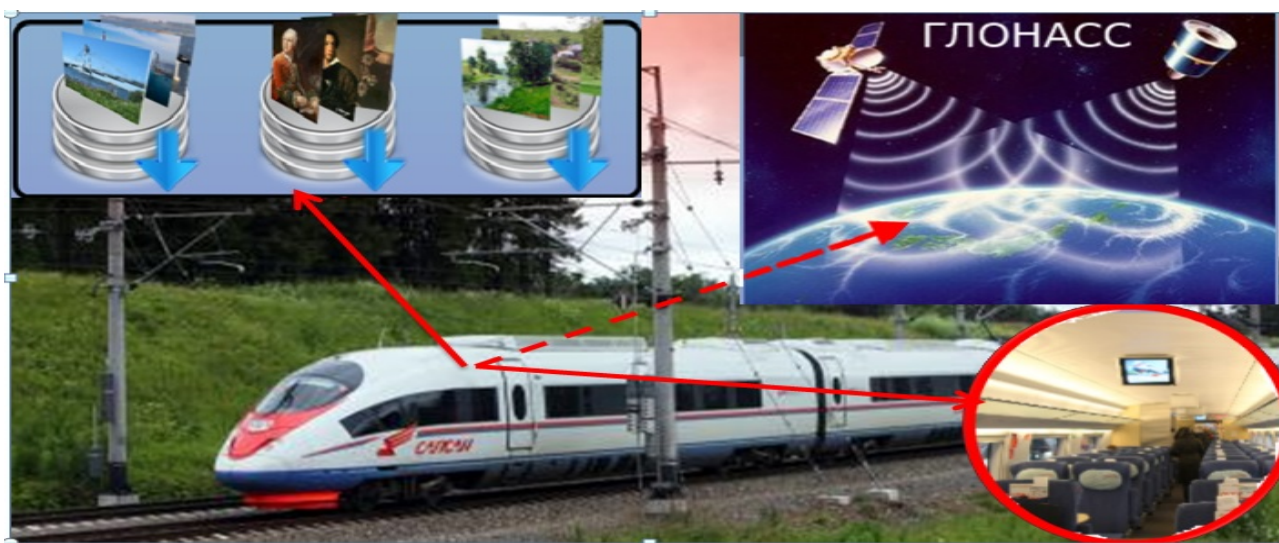


Рис. 1. Принцип функционирования информационного контента в инфраструктуре пассажирского состава

Единая КВС ОАО РЖД может быть использована и в расширении инфраструктуры пассажирского состава, увеличения сервисных услуг для пассажиров. На рис. 1 показан принцип функционирования информационного контента в вагоне пассажирского поезда.

Внутренняя инфраструктура железнодорожного пассажирского транспорта обладает колоссальным потенциалом для размещения информационных ресурсов. В пассажирском составе имеются системы телевидения и радиовещания, которые используются недостаточно эффективно. Эти системы наряду с трансляцией штатной, нештатной и регламентируемой служебной информации являются средством для передачи информации для пассажиров. В деловой поездке или в путешествии у пассажира появляется свободное время и в сервисе пассажирского поезда пассажиру может быть предоставлен широкий спектр информации по маршруту следования. Таким ресурсом может являться трансляция на ЖК-мониторах мультимедийного информационного контента, который содержит различные модули «ПАНОРАМА ГОРОДА», «Ж/Д ВОКЗАЛЫ», «АРХИТЕКТУРНЫЕ ДОСТОПРИМЕЧАТЕЛЬНОСТИ», «УНИКАЛЬНЫЕ ПРИРОДНЫЕ ЛАНДШАФТЫ», «ИСТОРИЧЕСКИЕ СОБЫТИЯ», «ИСТОРИЧЕСКИЕ ЛИЧНОСТИ», «ХУДОЖНИКИ», «ПИСАТЕЛИ», «МОСТЫ И ТОННЕЛИ» (рис. 2). Идентификация местоположения пассажирского поезда осуществляется на основе спутниковой системы навигации ГЛОНАСС.



Рис. 2. Главный интерфейс информационного контента

В программном обеспечении содержатся модули с информацией о достопримечательностях населенных пунктов, находящихся по маршруту следования состава (Тверь, Казань, Новосибирск). Также программный модуль содержит сведения о различных географических объектах (Уральские горы, Красноярские столбы, озеро Байкал и т.д.).

Использование единой пространственно-временной системы ОАО РЖД на базе системы ГЛОНАСС для трансляции информационной среды (рис. 2), направленной на формирование национальной аутентичности, значимости культурных, научных и технических достижений, укрепление традиций является новым.

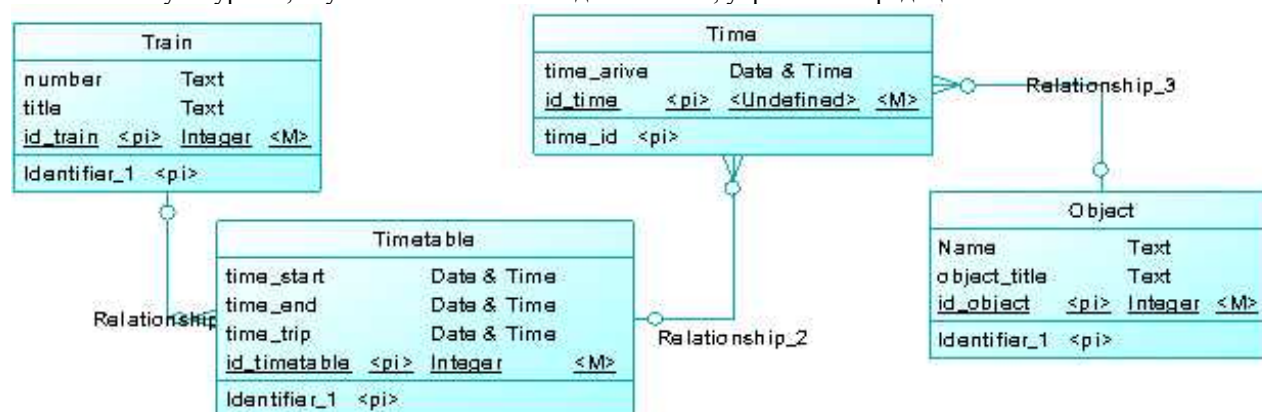


Рис. 3. Концептуальная модель информационного ресурса

Средством проектирования выбрана система Sybase Power Designer ввиду широких возможностей и соответствия стандарту UML. Sybase PowerDesigner является средой обработки данных: систем управления базами данных, средств моделирования баз данных и приложений обработки данных, средств анализа программирования. На рис. 3 приведена сгенерированная концептуальная модель разрабатываемого информационного ресурса.

Концептуальная модель отображает предметную область в виде взаимосвязанных объектов без указания способов их физического хранения. Концептуальная модель представляет интегрированные концептуальные требования пользователя к базе данных данной предметной области.

Контент содержит мультимедийные информационные базы по архитектуре, достопримечательностям городов, уникальным географическим объектам, историческим событиям, панорамные видеофайлы краткие сведения о выдающихся личностях, художниках, ученых, полководцах, композиторах. При строительстве железнодорожных магистралей разрабатывались и применялись новые технические решения, уникальные сооружения мостов и туннелей, новые технологии (БАМ) – все это является содержанием информационного мультимедийного контента. Колоссальная протяженность железных дорог позволяет пересекать множество географических зон с самыми различными природными объектами (река Волга, своеобразные ландшафты Башкирии, равнины Западносибирской низменности, великий Енисей, сопки Забайкалья, могучий Амур) – все эти объекты могут быть представлены в информационном ресурсе.

Идентификация местоположения подвижного состава осуществляется на базе ГЛОНАСС/GPS единого КВС ОАО РЖД. Координатное определение положения состава обеспечит запуск соответствующих программных модулей, размещенных на SD-дисках. Алгоритм функционирования информационного ресурса позволяет последовательно транслировать модули, исходя из временного интервала нахождения состава на данном участке пути. Полных аналогов такого корпоративного информационного ресурса не имеется.

Элементы баз данных мультимедийных и текстовых хранятся в закодированном виде в среде MS Access. Заносятся объекты в БД с помощью разработанного ПО [1-2], которое позволяет редактировать, анализировать, кодировать и заносить информацию в соответствующую БД. ПО позволяет также производить сортировку, фильтрацию элементов по категориям, что позволяет анализировать заполненность той или иной БД.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Буштрук Т.Н., Царыгин М.В., Кленюшин Д.С. Программа для кодирования, анализа, редактирования, просмотра и внесения мультимедийных файлов в БД MS Access Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 20146177734, 31 июля 2014 г.
2. Буштрук Т.Н., Царыгин М.В., Кленюшин Д.С. Программа для кодирования, анализа, редактирования, просмотра и внесения текстовой информации в БД MS Access Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2014618299, 14 августа 2014 г.

ТЕХНОЛОГИЯ КОРРЕКЦИИ ЯРКОСТНЫХ ИСКАЖЕНИЙ ПРИ ПОСТРОЕНИИ МОЗАИЧНОГО ЦИФРОВОГО ИЗОБРАЖЕНИЯ

А.А. Кияева

*Самарский Государственный Аэрокосмический Университет имени академика
С.П. Королёва (национальный исследовательский институт)*

В данной работе рассматривается и анализируется алгоритмы для создания методов по коррекции яркостных искажений при создании мозаичных изображений.

Целью данной работы является разработка и реализация алгоритма идентификации функции цветовой коррекции яркостных искажений при создании мозаичных изображений.

Рассмотрение, разработка и реализация алгоритмов идентификации функции цветовой коррекции яркостных искажений является важной задачей при анализе и создании мозаичных изображений. В связи с появлением и развитием технологий регистрации изображений со спутников, созданий фотопанорам и подобных систем быстрого анализа последовательности изображений становится всё сложнее работать с множеством сопутствующих вычислений, необходимых для адекватной склейки цельных снимков из отдельных составляющих. Так, например, при создании картографических изображений земной поверхности со спутника зачастую основными проблемами являются яркостные перепады между фрагментами ввиду временной разности запечатления объектов, либо в момент создания снимков спутник находился под разными углами относительно данного участка земной поверхности. В данный момент существует множество алгоритмов для разрешения этой задачи, однако чаще всего они не отличаются должным быстродействием.

Требуется поиск не более ресурсоемких, и при этом более точных алгоритмов анализа изображений и их дальнейшей склейки в панорамный фотоснимок. Поскольку в рассмотренной сфере требуется быстрый и точный алгоритм, предполагается возможным поиск оптимальных решений для двух этих областей задач одновременно.

Реализован алгоритм устойчивой оценки RANSAC (Random Sample Consensus).

Программа реализована в среде разработки MATLAB 7.12.0.

Идея – проведение оценки не по всем данным, а по подвыборке, не содержащей выбросов.

Поскольку выбросы заранее неизвестны, такую подвыборку пытаемся получить случайным образом за несколько попыток.

Для снижения вероятности включения выбросов, подвыборка содержит минимальное количество точек, необходимых для оценки параметров модели.

Таким образом, при заданных:

- минимально необходимом количестве точек в подмножестве – r ;
- необходимом количестве итераций – i ;
- доверительном интервале, при котором точка считается лежащей вблизи графика функции – d ;
- минимальном количестве точек, при которых кривая не считается шумом – l .

Пока количество итераций не достигло i , выбираем подмножество, состоящее из r точек, случайным образом, например, мы взяли $r = 16$.

Далее аппроксимировали текущее подмножество кривой с помощью метода наименьших квадратов. Обнулили счётчик близких к кривой точек. Для каждой точки вне подмножества посчитали расстояние от неё до текущей кривой, если расстояние меньше заданного доверительного интервала d – инкрементировали счётчик. Если значение счётчика достигло l , аппроксимировали текущую кривую по всем близким к ней точкам. Впоследствии добавляли кривую в набор нужных нам кривых. И из этого набора кривых выбирали кривую с максимальным счётчиком (количеством точек, близких к данной кривой, рис. 1).

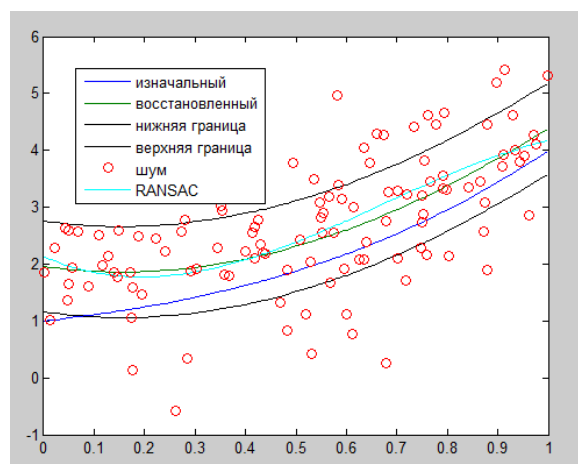


Рис. 1. Изначальный сигнал с шумом, восстановленный сигнал, доверительный интервал, кривая восстановленного сигнала, построенная с помощью метода RANSAC по шестнадцати точкам

Разработано приложение по коррекции яркостных искажений с применением метода RANSAC для быстрого анализа изображения и последующего приведения яркостей, что обеспечивает удобство при склейке мозаичных изображений. Также в приложении приведены методы сравнения гистограмм, и методы попиксельного сравнения масок. Для понимания эффективности работы программы, каждый из алгоритмов снабжён таймером.

Программа реализована с помощью средств языка программирования JAVA в среде разработки Net Beans 7.2.

Метод автоматической коррекции (RANSAC Light, Medium Light) изображения в нашей программе состоит в следующем:

- 1) находим среднюю яркость по каждому для двух изображений – эталонному и изменяемому (рис. 2);
- 2) полученное среднее вычитается из каждого пикселя по соответствующему цветовому каналу для изменяемой картинки;
- 3) исправленное изображение сохраняется (рис. 3);
- 4) далее можно обращаться к этому файлу и вызывать для него методы анализа и наглядно увидеть меньшую степень различия гистограмм, что свидетельствует об эффективности алгоритма.



Рис. 2. Вид окна с исходными изображениями: эталон и редактируемое изображение



Рис. 3. Вид окна с эталонным изображением и приведённым изображением с помощью метода RANSAC

В случае использования кнопки Medium light происходит анализ по всем пикселям, в случае RANSAC light – анализ по случайной выборке указанного размера (рис. 3).

Результат приведения изображения к эталонному с помощью метода RANSAC практически ничем не отличается от результата, полученного с помощью анализа всех пикселей, но этот метод отличается более высоким быстродействием (окна со значением времени выполнения находятся около соответствующих кнопок).

РАЗРАБОТКА КОМПЛЕКСА ПРОГРАММ ВЫБОРА РАЦИОНАЛЬНЫХ ПАРАМЕТРОВ ГАСИТЕЛЯ ПУЛЬСАЦИЙ ДАВЛЕНИЙ

А.А. Кияева

Самарский Государственный Аэрокосмический Университет имени академика С.П. Королёва (национальный исследовательский институт)

Целью данной работы является разработка комплекса программ выбора оптимальных параметров гасителя пульсаций давлений, обеспечивающих наименьший шум установки.

В настоящее время математическое моделирование физических процессов в технических устройствах при помощи компьютеров и программного обеспечения находит всё более широкое применение при решении самых различных задач.

Регуляторы давления – это одна из наиболее востребованных разновидностей запорно-регулирующей арматуры, входящих в состав блоков подготовки воздуха.

Регуляторы применяются в различных областях:

- авиационная и космическая техника;
- газораспределительные станции;
- системы паро- и теплоснабжения;
- медицина (например, анестезиология).

Для снижения шума регулятора давления применяют специальные глушители шума, которые представляют собой совокупность дроссельных шайб (см. рис. 1). Очевидно, что установка таких устройств может привести к нарушению нормальной работы. Поэтому представляет интерес моделирование динамических процессов в регуляторе.

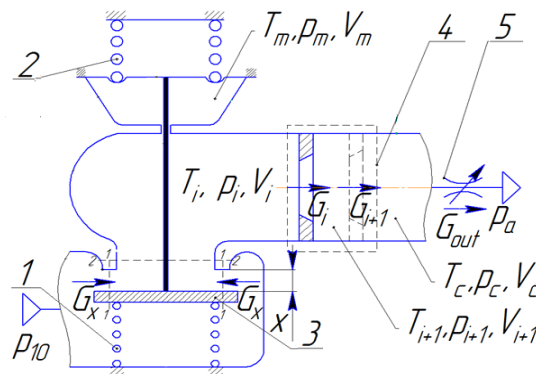


Рис. 1. Гаситель пульсаций: 1,2 – пружины; 3 – тарель; 4 – пакет дроссельных элементов; 5 – дроссель расхода газа

Полная акустическая мощность, генерируемая гасителем пульсаций давления, равна сумме мощности клапана и мощностей каждой шайбы ГПД: $W = W_1 + \sum_{i=2}^N W_i$.

В общем случае задача выбора рациональных параметров ГПД представляется смешанной задачей параметрической и структурной оптимизации.

Задача структурной оптимизации сводится к определению количества лайб, необходимых для обеспечения требуемого уровня акустической мощности ГПД, и реализуется простым перебором различных вариантов компоновок ГПД по числу шайб. Возможны и более тонкие исследования предполагающие использование шайб разного типа.

Задачу параметрической оптимизации можно поставить как задачу условной оптимизации: $W(x_1, x_2, \dots, x_N) \rightarrow \min_{x_1, \dots, x_N}$

$$\begin{cases} x_i \in [0; 1], & i = 1, \dots, N \\ x_1 > x_2, \\ \dots \\ x_{N-1} > x_N. \end{cases}$$

Однако с помощью замены переменных задачу условной оптимизации можно свести к задаче безусловной оптимизации на стандартном (для многих методов глобальной оптимизации) допустимом множестве $D_0 = \bigotimes_{i=1}^n [0, 1]$.

Введем новые переменные, таким образом, что:

$$\begin{cases} y_i \in [0; 1], & i = 1, \dots, N \\ x_1 = y_1, \\ x_2 = y_1 \cdot y_2, \\ \dots \\ x_N = y_1 \cdot y_2 \cdot \dots \cdot y_N. \end{cases}$$

А также обратное преобразование:

$$\begin{cases} y_1 = x_1, \\ y_2 = x_2 / x_1, \\ \dots \\ y_N = x_N / x_2 \cdot \dots \cdot x_{N-1}, \end{cases}$$

В этом случае задачу глобальной оптимизации можно поставить как задачу безусловной оптимизации на единичном гиперкубе $D_0 = \bigotimes_{i=1}^n [0, 1]$: $W(y_1, y_2, \dots, y_N) \rightarrow \min_{y \in D_0}$.

В процессе поиска рациональных параметров ГПД использовалась смешенная стратегия оптимизации, в которой сочетались этапы глобальной оптимизации и методы локального поиска минимума функции. Данный подход позволил уверенно найти оптимальные сочетания оптимизируемых переменных и, соответственно, проходные сечения шайб.

Математическая модель:

$$p_a \cdot S_m + F_{np1} - F_{np2} - p_{ex} \cdot S_{\text{клапана}} - p_{вых} \cdot (S_m - S_{\text{седл}}) - D \cdot V_{\text{кл}} - x \cdot (C_1 - C_2) = M \cdot \frac{d^2 x}{dt^2},$$

уравнение неразрывности для докритического режима течения:

$$G_x = \mu \pi d_{\text{седл}} x p_{\text{вх}} \sqrt{\frac{2}{RT_1} \cdot \frac{k}{k-1} \left[\left(\frac{p_{\text{вх}}}{p_{\text{вх}}} \right)^{\frac{2}{k}} - \left(\frac{p_{\text{вх}}}{p_{\text{вх}}} \right)^{\frac{k+1}{k}} \right]}, \text{ при } \frac{p_{\text{вх}}}{p_{\text{ex}}} > \beta_{\text{кр}},$$

уравнение неразрывности для закритического режима течения:

$$G_x = \mu \pi d_{\text{седл}} x p_{\text{вх}} \sqrt{\frac{k}{RT_1} \left(\frac{2}{k+1} \right)^{\frac{k+1}{2(k-1)}}}, \text{ при } \frac{p_{\text{вх}}}{p_{\text{ex}}} \leq \beta_{\text{кр}},$$

уравнение для емкости:

$$(G_x - G_{\text{вв}}) \cdot \frac{nRT}{V} \cdot 10^5 = p_{\text{вх}},$$

G_x – расход, который получается после решения одного из уравнений неразрывности; $G_{\text{вв}}$ – расход возмущающего воздействия, первоначальный расход, который попадает в клапан.

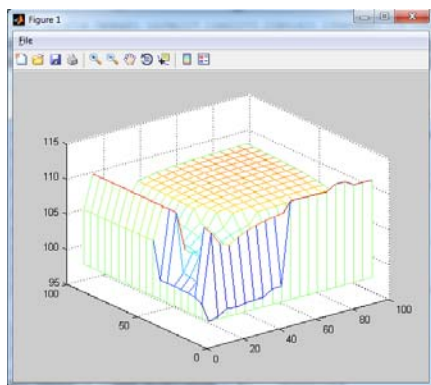


Рис. 2. Акустическая мощность

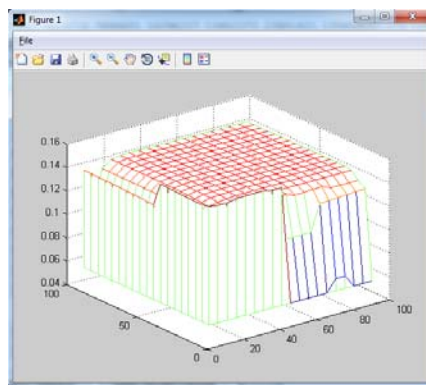


Рис. 3. Массовый расход

В ходе работы было разработано приложение в среде разработки MATLAB 7.10.0.

На рис. 2 представлен трёхмерный график акустической мощности, а на рис. 3 – график массового расхода газа.

РАСЧЕТ ПОЖАРНОГО РИСКА С УЧЕТОМ ПСИХОЛОГИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ

М.В. Гравит, О.В. Недрышкин

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский государственный политехнический университет»

Согласно существующему законодательству, определение расчетных величин пожарного риска в зданиях, сооружениях и строениях различных классов функциональной пожарной опасности, производится согласно методике, утвержденной приказом МЧС России от 30 июня 2009 года № 382 [1]. Данная методика является универсальным инструментом для расчета пожарного риска зданий следующих классов функциональной пожарной опасности: Ф1, Ф1.2, Ф2, Ф2.1, Ф2.2, Ф2.3, Ф2.4, Ф3.1, Ф3.2, Ф3.3, Ф3.4, Ф3.5, Ф3.6, Ф4.1, Ф4.2, Ф4.3, Ф4.4, Ф5. Из этого перечня научный интерес представляют здания с массовым пребыванием людей – театры (Ф2.1), концертные залы (Ф2.1), кинотеатры (Ф2.1), танцевальные залы, клубы (Ф2.2), торгово-развлекательные комплексы (Ф3.1) и т.д. Данные типы зданий, на первый взгляд, являются ¼ от общего количества существующих типов. При оценке плотности людей в зданиях данных типов, значения получаются на порядок выше, чем во всех остальных. Из этого следует, что численность посетителей подобных зданий достаточно высока и требует более гибкой методики оценки риска. При возникновении пожароопасной ситуации риск гибели возрастает из-за высокой плотности посетителей, низкой эвакуационной скорости (обусловленной высокой плотностью) и вероятностью возникновению паники, давки, которая приводит к травматизму на путях эвакуации. Следовательно, по существующей методике, которая не учитывает психологические факторы, невозможно рассчитать реальный пожарный риск как минимум для 25 % зданий функциональной пожарной опасности.

Для оценки пожарного риска с учетом психологических факторов требуется создать модель поведения человека в условиях пожара, проанализировать его пешеходную динамику и общее поведение с учетом эмоционального состояния [2]. При движении человека можно выделить три различных уровня поведения: стратегический, тактический, операционный. На уровне стратегии человек решает, каких целей он хочет добиться и в каком порядке он будет их выполнять. Тактический уровень отвечает за принятие краткосрочных решений – оптимальный маршрут эвакуации с учетом геометрического пространства, интенсивности движения соседних индивидуумов или их групп. Операционный уровень описывает непосредственно движение человека в условиях эвакуации, т.е. мгновенные решения, необходимые, чтобы избежать столкновений, травм и т.п.

В условиях чрезвычайной ситуации результат принятого решения о траектории движения корректируется эмоциональным воздействием [3]. Наблюдается неадекватное поведение отдельных лиц в условиях паники и эффекта «заражения» эмоциональным состоянием на толпу или формулируемый теоретиками психологами, как «взаимное усиление эмоций, взаимное заражение» [4]. Совокупность физических преград, эмоционального возбуждения приводит к возникновению затруднения на путях эвакуации. Именно взаимосвязь этих факторов представляет один из научных интересов проводимого исследования. При переходе от индивидуума к описанию групп людей, допустим, толпы демонстрантов или фанатов на концерте, или спасающихся от ЧС, социологи и психологи выявляют закономерности в поведении массы людей. Данные факты позволяют предположить наличие определенной функции поведения толпы, которая поддается анализу и ее интерпретация на инженерный язык вопрос времени и статистических данных.

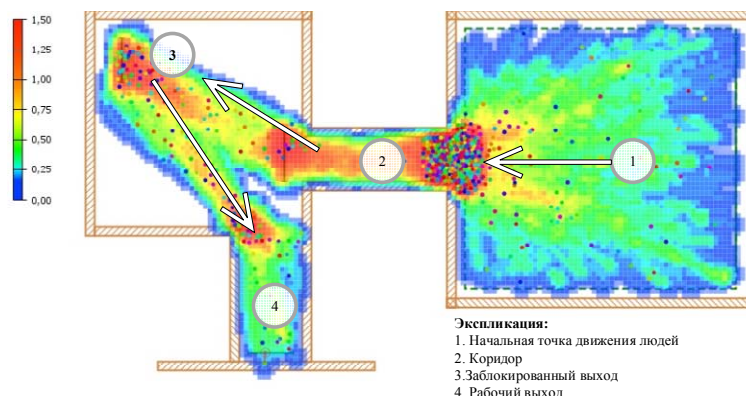


Рис. 1. Плотность людей во время эвакуации

Для воссоздания правдоподобного поведения модели потока людей в случае эвакуации, необходима обработка большого массива информации из психологии и социологических наблюдений. На сегодняшний день область науки, занимающаяся пешеходной динамикой, не обладает полным набором психолого-социологическими данными для построения точной модели. В программном обеспечении для имитационного моделирования AnyLogic University researcher 7.0.3 была построена модель простейшего движения людей во

время эвакуации из крупного торгового центра [5]. На рис. 1 представлена графическая интерпретация опыта с распределением плотности людей.

Области красного цвета свидетельствуют о критической плотности людей на м.кв. В области коридора (2) увеличение плотности объясняется с точки зрения физики (резкое сужение). Увеличение плотности в областях пространства № 2, № 3 вызвано смоделированными процессами задержки реакции, случайными действиями, резкими увеличениями скорости и взаимодействием с другими агентами, которые приводят к различным травмам [5]. Данный опыт показывает, что человек (агент) движется с разной скоростью, тратит время на принятие решения, взаимодействует с другими участниками процесса эвакуации. Следовательно, существует необходимость введения дополнительного коэффициента в формулу расчета пожарного риска, который мог бы характеризовать вероятность возникновения негативного психоэмоционального состояния, приводящего к уменьшению вероятности безопасной эвакуации.

В связи с тем, что эмоциональное состояние влияет на физические процессы движения человека, о чем пишется в работах по изучению поведения толпы и индивидуума в стрессовых ситуациях, вводится теоретическое предположение, что есть коэффициент β , зависящий от вероятности травмирования человека вследствие необдуманных действий, состояния паники или давки. Используя статистические данные (г. Санкт-Петербург) о количестве пожаров и травмированных [6] в результате эвакуации людей значение $\beta=0,083$. Если считать, что β - вероятность возникновения препятствия на пути эвакуации не связанная с физическими процессами, то расчетная формула индивидуального пожарного риска будет выглядеть следующим образом:

$$QB=Q_{п} \times (1-K_{ап}) \times R_{пр} \times (1-R_{э} \times \beta) \times (1-K_{пз}) \quad (1)$$

Значение риска будет равно $2,9E-05$ 1/год, что не соответствует нормативным $1,0E-06$ 1/год [7].

Коэффициент β оценивался достаточно грубо, поскольку его действительное значение пока не может быть определено с высокой точностью в связи с ограниченным доступом к информации о жертвах пожаров, а так же тем, что коэффициент β в данной интерпретации не учитывает психоэмоциональное состояние людей по возрастным категориям. Расчет пожарного риска с учетом психоэмоционального состояния применим только в условиях массового пребывания людей с большой плотностью в одном здании. Только при достаточно большом объеме информации о поведении людей в условиях пожара в зданиях с массовым пребыванием и ее анализе, можно будет использовать предложенный метод.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Методика определения расчетных величин пожарного риска в зданиях, сооружениях и строениях различных классов функциональной пожарной опасности: приказ МЧС России от 30.06.2009 г. № 382; введ. 30.06.2009 г. // Российская газета. – 2009. – № 161; ФГУ ВНИИПО МЧС России, 2009.
2. В.В. Яковлев, М.В. Гравит, О.В. Недрышкин. Перспективы развития программных комплексов расчета пожарного риска и проектирования процессов пешеходной динамики в условиях пожара. НТВ СПбГПУ. Наука и образование, НТВ-НО / 2014 № 1(190)2014, Техносферная безопасность.
3. Короленко Ц.П. Психофизиология человека в экстремальных условиях. — Л., 1978. — 258 с.
4. Холщевников В.В., Самошин Д.А. Эвакуация и поведение людей при пожарах. Учеб. пособие. — М.: Академия ГПС МЧС России, 2009. — 212 с.
5. Карпов Ю. Г. Имитационное моделирование систем. Введение в моделирование с AnyLogic 5. — СПб: БХВ-Петербург, 2006. — 400 с.
6. Сайт компании ООО «СИТИС», URL: <http://www.sitis.ru> (дата обращения: 30.08.2014 г.).
7. Технический регламент о требованиях пожарной безопасности (в ред. Федер. закона № 117-ФЗ от 10.07.2012 г.): Федер. закон от 22.07.2008 г. № 123-ФЗ; принят Гос. Думой 04.07.2008 г.; одобрен Сов. Федерации 11.07.2008 г. // Российская газета. — 2008. — № 163.

СЕКЦИЯ

«НОВЫЕ МАТЕРИАЛЫ И ТЕХНОЛОГИИ»

**РЕГЕНЕРАЦИЯ ЖЕЛЕЗО-МОЛИБДЕНОВОГО КАТАЛИЗАТОРА
ПАРЦИАЛЬНОГО ОКИСЛЕНИЯ МЕТАНОЛА**

И.В. Бабичев, А.А. Ильин, А.П. Ильин, К.В. Курылева

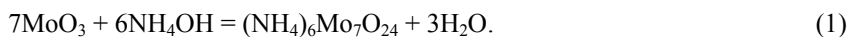
ФГБОУ ВПО «Ивановский государственный химико-технологический университет»

Синтез формальдегида из метанола на оксидных железо-молибденовых (Fe-Mo) катализаторах – это крупнотоннажный хорошо освоенный промышленный процесс. Высокий экзотермический эффект реакции окисления метанола и необходимость обеспечения условий безопасности процесса обуславливают его реализацию в трубчатых реакторах при низких исходных концентрациях метанола, ниже предела взрываемости смеси метанол-воздух.

Железо-молибденовый катализатор, используемый в производстве формальдегида, содержит в своем составе около 55% молибдена. Данный катализатор имеет достаточно низкий срок службы, который не превышает 2 лет, вследствие его разрушения и потери части активного компонента. На данный момент не существует отечественного катализатора на основе молибдата железа, поэтому стоит вопрос об их регенерации.

В качестве объекта исследования, мы выбрали катализатор, с содержанием Мо в нем 54,5%. Гранулы катализатора, представляющие собой материал цилиндрической формы 5-8 мм диаметром желто-коричневого цвета, перетирали в ступке и в течение заданного времени растворяли в растворах NH_4OH .

При этом протекает реакция взаимодействия свободного оксида молибдена с раствором аммиака:



На основании полученных данных установлено, что при извлечении MoO_3 из отработанных катализаторов с помощью растворов аммиака при температуре 20°C растворение оксида молибдена достаточно низкое (20–45%). По-видимому, это связано с тем, что помимо триоксида молибдена в катализаторах содержится молибдат железа, малорастворимый в водном растворе аммиака.

Согласно данным дифференциально-термического анализа, процесс термического разложения полученного триоксида молибдена, сопровождается двумя тепловыми эффектами. Первый тепловой эффект I – экзотермический, лежащий в области температур 380–415 °C, обусловлен полиморфным превращением оксида молибдена. При нагревании гексагональная фаза оксида молибдена, теряет воду и будучи неустойчивой в безводном состоянии, переходит при 400°C в стабильную фазу $\alpha\text{-MoO}_3$. Второй тепловой эффект II – эндотермический, лежащий в области температур 750–810 °C, обусловлен возгонкой MoO_3 . Кроме того, процесс прокаливания сопровождается уменьшением массы. На начальном этапе до температур 450°C, изменение массы обусловлено удалением незначительного количества воды и CO_2 . Дальнейшие потери массы при температурах выше 750°C, обусловлены возгонкой MoO_3 .

Полученную суспензию фильтровали и добавляли, при упаривании, раствор азотной кислоты, до прекращения выпадения белого осадка.



Регенерация отработанного железо-молибденового катализатора, предварительно разделенного на составляющие компоненты с добавлением компонента, находящегося в недостатке, проводилась методом соосаждения при pH = 2, 4, 6, 8 и 10.

Методом рентгенофазового анализа (РФА) были исследованы полученные образцы регенерированного катализатора. Нами были получены рентгены непрокаленных и прокаленных при 450°C образцов. Рентгенограммы непрокаленных образцов абсолютно аморфны и пики необходимого нам молибдата железа не наблюдаются. По-видимому, это связано с тем, что не произошло формирование соединения. На рентгенограммах прокаленных при 450°C образцов, полученных при pH = 2, 4 и 6, наблюдаются пики молибдата железа $\text{Fe}_2(\text{MoO}_4)_3$ и MoO_3 , образцы же, полученные при pH = 8, 10, так и остались аморфными. Также мы определили удельную поверхность полученных катализаторов.

Исследовался состав сточных вод, оставшихся после регенерации и фильтрации. Из полученных нами данных видно, что с увеличением pH процент Мо, теряющийся вместе со сточными водами, растет, а содержание железа падает. Так при pH 8 и 10 в сточных водах железо обнаружено не было. Содержание аммонийного азота с ростом pH падает, а содержание аммиачного азота растет.

Работа выполнена совместно с НИИ Термодинамики и кинетики химических процессов. Работа выполнена в рамках программы государственного задания. Проект №1800.

**ДИСПЕРСНО-УПРОЧНЕННЫЕ МАТЕРИАЛЫ НА ОСНОВЕ ЖЕЛЕЗА
ДЛЯ СОЗДАНИЯ СВАРОЧНОЙ ПОРОШКОВОЙ ПРОВОЛОКИ**

*Е.В. Бобрынина
ФГАОУ ВО «СПбПУ»*

На сегодняшний день возрастают требования к металлоконструкциям, которые должны обладать высокими механическими свойствами. Свойства таких конструкций во многом определяются свойствами сварных швов. Обычно, при сварке плавящимся электродом в качестве электродного металла применяют сварочную проволоку близкую по химическому составу к основному металлу. В процессе сварки расплавляются как кромки свариваемого изделия, так и электродная (сварочная) проволока. Расплавленный металл сварочной ванны, кристаллизуясь, образует сварной шов. Поэтому свойства сварного шва во многом зависят от свойств сварочной проволоки. Например, для сварки сталей различных классов применяют углекислый газ, но так как углекислый газ участвует в металлургических процессах, способствуя угару легирующих компонентов и компонентов – раскислителей (кремния, марганца), то сварочную проволоку выбирают с повышенным содержанием этих элементов.

Известны также дисперсно-упрочненные материалы на железной или медной основе для электродов, в которых упрочняющей фазой являются ультрадисперсные частицы тугоплавких соединений, не взаимодействующих с основным металлом и не растворяющихся в ней вплоть до температуры ее плавления. Благодаря этому дисперсно-упрочненные материалы обладают также высокими прочностными характеристиками не только при комнатной, но и при повышенной температуре. При сварке такими электродами происходит дисперсное упрочнение металла шва и существенное повышение его прочностных характеристик.

Целью данной работы является создание сварочной порошковой проволоки на основе железа, дисперсноупрочненной наночастицами оксида алюминия и циркония.

Композиционные порошковые материалы на основе меди и железа были получены термохимическим методом. В результате экспериментов были получены образцы нанокomпозиционного порошкового материала, содержащего от 0,1 до 2,0% оксида алюминия.

Процесс приготовления порошка включал следующие стадии:

- 1) приготовление водного раствора солей, содержащих соли нитратов меди (железа) и алюминия;
- 2) получение исходного порошка методом спрейной сушки водного раствора солей в струе воздуха, нагретого до 200-220°C;
- 3) двухступенчатая термическая обработка с целью удаления влаги и летучих компонентов с получением порошка, состоящего из оксидов меди (железа) и алюминия (отжиг в воздушной среде с целью разложения солей и получения соответствующих оксидов);
- 4) восстановление оксидного порошка в атмосфере водорода.

При восстановлении порошка происходит восстановление только оксидов меди или железа, а частицы оксидов алюминия или циркония остаются в виде упрочняющей оксидной фазы.

При приготовлении раствора соотношение концентраций соответствующих солей в водном растворе рассчитывалось в соответствии с требуемым содержанием металлических компонентов получаемого сплава – $\text{Cu (Fe)} - 0.1 \div 2 \text{ масс. \% Al}_2\text{O}_3$.

Образцы в виде прутков диаметром 5 мм были получены методом экструзии. Исходные образцы для экструзии изготавливали методом холодного одноосного прессования. Образцы имели цилиндрическую форму высотой до 60 мм и диаметром 18 мм. Спекание после прессования проводили в атмосфере водорода в нагревательной электрической печи с защитной атмосферой. Нагрев под экструзию осуществляли в предварительно нагретой электропечи с воздушной атмосферой в графитовых засыпках. Экструзию проводили с уменьшением площади 92%. Основные экспериментальные параметры – температура спекания образцов и нагрев под экструзию – варьировались.

В результате проведенных исследований показана эффективность применения метода распылительной сушки водных растворов солей с последующей термохимической обработкой для получения дисперсно-упрочненных композиционных порошковых материалов системы на основе меди и железа с равномерным распределением упрочняющей фазы при содержании оксида алюминия до 2 масс.%. Размер частиц оксида алюминия, равномерно распределенных в медной матрице, составляет 20...30 нм. Достоинствами данного метода являются относительная простота, равномерное распределение компонентов и высокая чистота полученного материала.

МОДИФИКАЦИЯ ПОЛИЭТИЛЕНОВЫХ КОМПОЗИЦИЙ НАПОЛНЕННЫХ БАЗАЛЬТОМ

Ю.А. Кадыкова, П.А. Бредихин, Е.И. Шахарова

*Энгельсский технологический институт (филиал) Саратовского государственного
технического университета*

Главная современная мировая тенденция развития любого вида продукции – это создание на ее основе широкого ассортимента моделей, типов, марок, модификаций. Цель – обеспечить эффективное развитие быстро растущей современной экономики, удовлетворить индивидуальные требования различных потребителей, расширить области применения продукции, увеличить объем ее выпуска. Эта тенденция в полной мере характерна и для современных, особенно термопластичных полимерных материалов (ПМ). В настоящее время на основе каждого термопластичного полимера создают до 100 и более промышленных композиций (модификаций, марок) ПМ [1].

Модификация призвана, улучшая необходимые свойства, по возможности сохранять комплекс остальных на прежнем уровне. Направленное изменение структуры и свойств полимеров осуществляется либо в процессе синтеза, либо воздействием на готовый полимер [2].

Таким образом, представлялось целесообразным изучить влияние различных модифицирующих добавок на разработанные базальтопластики на основе полиэтилена. Рассмотрено влияние модифицирующих добавок γ -аминопропилтриэтоксисилан (АГМ-9), декабромдифенилоксид (ДБФО) и пластификаторов трихлорэтилфосфат (ТХЭФ) и трикрезилфосфат (ТКФ) на реологические и физико-механические свойства. По показателю текучести предлагаемые композиции можно перерабатывать методом литья под давлением (табл. 1). Введение АГМ-9 повышает физико-механические свойства, по сравнению с не модифицированной композицией. В большей мере на комплекс свойств оказывает влияние введение пластификатора – ДБФО (табл. 2): изгибающее напряжение повышается на 30%, ударная вязкость – на 48 % и твердость по Бринеллю – на 21 %.

Таблица 1. Изменение показателя текучести расплава композиции в зависимости от ее состава

Состав композиции, масс.ч., на 100 масс.ч. ПЭ	Модификатор	ПТР, г/10мин
ПЭНД	-	23
ПЭНД+40базальта	-	16
ПЭНД+40базальта	АГМ-9	18
ПЭНД+50базальта	АГМ-9	18
ПЭНД+40базальта	ТХЭФ	19
ПЭНД+40базальта	ТКФ	20
ПЭНД+40базальта	ДБФО	24

Примечания: условия проведения испытаний: температура – $(190 \pm 0,5)^\circ\text{C}$, нагрузка – 5 кгс.

Таблица 2. Сравнительная характеристика модифицированных ПМК

Состав композиции, масс.ч., на 100 масс.ч. ПЭ	Модификатор	Изгибающее напряжение, МПа	Разрушающее напряжение при растяжении, МПа	Ударная вязкость*, $\frac{\text{кДж}}{\text{м}^2}$	Твёрдость по Бринеллю, МПа
ПЭНД	-	17	28	3	60
ПЭНД+40 базальта	-	28	14	13	82
ПЭНД+40 базальта	АГМ-9	32	16	17	85
ПЭНД+50 базальта	АГМ-9	34	16	18	94
ПЭНД+40 базальта	ТХЭФ	37	21	20	97
ПЭНД+40 базальта	ТКФ	36	24	21	98
ПЭНД+40 базальта	ДБФО	42	27	25	105

Примечание: коэффициент вариации по свойствам составляет ~ 5-6 %; * – образцы испытаны с надрезом, ** – образцы не разрушились.

Это свидетельствует о том что, модификация базальта различными модифицирующими добавками позволяет повысить физико-механические свойства разработанных базальтопластиков на основе полиэтилена.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Иванцова, Е.Д. Полиэтилен различного функционального назначения / Е.Д.Иванцова // Пластические массы. – 1997. – №4. – С.22-24.
2. Горбунова, И.Ю. Модификация кристаллизующихся полимеров / И.Ю. Горбунова, М.Л. Кербер // Пластические массы. – 2000. – №9. – С.7-11.

ОСОБЕННОСТИ МИКРОВОЛОНОВОГО СИНТЕЗА НАНОПОРОШКОВ
 $Gd_3(Ga,Al)_5O_{12}$ СО СТРУКТУРОЙ ГРАНАТА

В.В. Галкин, О.Г. Климова, О.В. Толочко

ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский Государственный Политехнический Университет»

Рентгеновская компьютерная томография (КТ) в медицинской радиологии создает изображения поперечного сечения путем реконструкции рентгеновских профилей затухания в различных направлениях. Проблема получения быстрого сцинтиллятора, имеющего высокий световыход, стоит сегодня, наиболее остро. Современная электроника, используемая при обработке сигналов с детектора, имеет быстроедействие на порядок больше, чем современные сцинтилляторы. Таким образом, получив более быстрые сцинтилляторы, с низким временем затухания, можно увеличить быстроедействие всей системы. В связи с этим, постоянно ведутся поиски новых, более быстрых сцинтилляторов с высоким световыходом. Поэтому эффективность рентгеновской КТ сильно зависит от детекторов рентгеновского излучения, которые выполнены из керамических сцинтилляторов.

Среди прозрачных керамик особую роль играет класс оксидных материалов со структурой граната. Кристаллические материалы со структурой граната относятся к группе соединений, изоморфных природным минералам ортосиликата $Ca_3Al_2(SiO_4)_3$. Элементарная решетка является объемноцентрированной кубической (ОЦК) и содержит 8 формульных единиц. Общая химическая формула этих минералов представлена в виде $R_3Me_5O_{12}$, где R – ион Y или редкоземельный ион, Me – ион Ga (галлаты), Al (алюминаты), Fe (феррогранаты) или иные преимущественные трехвалентные ионы. В основном подобные материалы получают с использованием технологий выращивания монокристаллов.

Проблема получения монокристаллов, связана не только с высокой стоимостью оборудования и реагентов, большими трудо- и энергозатратами (высокие температуры синтеза), сложностью контроля процесса выращивания и возможным наличием дефектов, а также контролем стехиометрического состава по всему объему монокристалла. Более дешевой и стабильной технологией является получение компактных материалов со структурой граната из порошков [1]. Несмотря на интенсивные исследования в данной области, получение наноразмерных порошков со структурой граната остается труднорешаемой задачей.

Поэтому целью работы, было изучение возможности получения нанопорошковых материалов с после на основе нанопорошка гадолиний галлий алюминиевого граната (ГГАГ), изучения влияния параметров синтеза порошка, на его свойства, влияния геометрии частиц порошка на технологические процессы получения высокоэффективных сцинтилляторов.

ГГАГ имеет объемно-центрированную кубическую решетку и кристаллографическую $1a\bar{3}d$ пространственную группу и высокую симметрию решетки, которая выгодна для прозрачности сцинтиллятора [2]. Также ГГАГ имеет высокую изоморфную емкость, и что немаловажно низкую стоимость относительно других гранатов [3].

В работе были использованы порошки ГГАГ, полученные методом микроволнового синтеза из нитратов солей металлов Gd, Ga, Al. Основными плюсами микроволнового синтеза являются равномерный нагрев веществ по всему объему и как следствие однородность свойств, экономия энергетических ресурсов, простота, быстрота и безопасность процесса синтеза.

Методика эксперимента заключается в следующем: соли металлов смешиваются в определенных стехиометрических соотношениях и затем в среде обладающей дипольным моментом, например этиленгликоле (ЭГ), нагреваются в микроволновой печи. В результате микроволнового синтеза получается аморфный порошок граната, который подвергается отжигу для образования кристаллической структуры.

Варьированием параметров синтеза: времени синтеза, стехиометрического соотношения солей, концентрации реагентов и параметров отжига: продолжительности и температуры, можно получать различные по своей структуре порошки. На рис. 1, а приведена зависимость размеров частиц от общей концентрации реагентов в растворе этиленгликоля, а также, на рис. 1, б характерная микрофотография частиц непосредственно после синтеза.

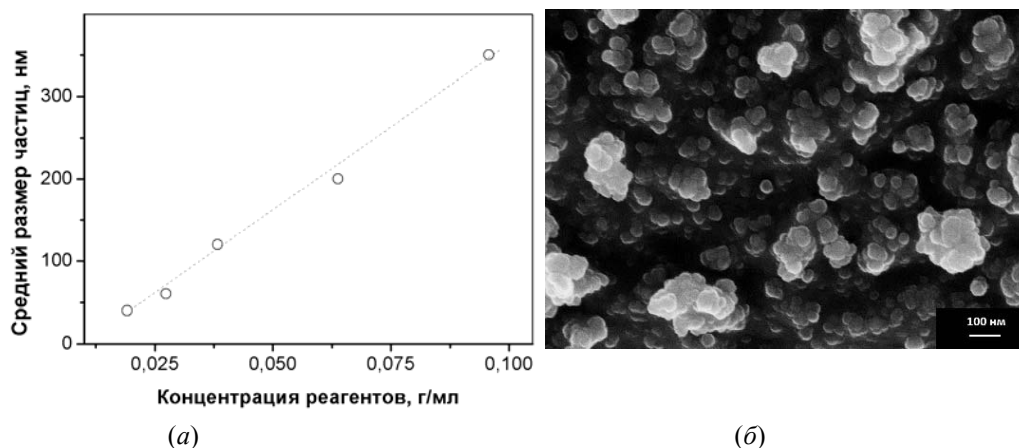


Рис. 1. Зависимость среднего размера частиц от концентрации реагентов в ЭГ (а) и микрофотография частиц (б)

В результате проведенного исследования была установлена возможность получения порошков ГГАГ, с различным средним размером частиц, исследовано влияние параметров микроволнового синтеза на химический состав и размеры порошков граната, режимов термической обработки на кинетику кристаллизации.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Добродей А.О., Подденежный Е.Н., Бойко А.А., Гришкова Е.И., Малашкевич Г.Е, Хотченкова Т.Г, Судник Л.В, Высокоплотная керамика и композиты на основе наноструктурированных порошков иттрий-алюминиевого граната, Актуальные проблемы физики твердого тела: сборник докладов Международной научной конференции, 20–23 октября 2009 г., Минск. В 3 т. Т. 3. / Редколлегия: Н.М. Олехнович (пред.) [и др.]. – Минск: Вараксин А.Н., 2009, С. 187–189.
2. Tsuneyuki Kanai, Makoto Satoh and Ichiro Miura. Characteristics of a Nonstoichiometric $Gd_{3+\delta}(Al,Ga)_{5-\delta}O_{12}:Ce$ Garnet Scintillator. Journal of the American Ceramic Society Volume 91, Issue 2, pages 456–462, February 2008.
3. Дорошенко М.Е., Осико В.В., Сигачев В.Б., Тимошечкин М.И. Эффективный лазер на кристалле гадолиний-галлиевого граната с неодимом//»Квантовая электроника», 18, №7, 1991.

ПОЛУЧЕНИЕ ОПТИЧЕСКОЙ КЕРАМИКИ $MgAl_2O_4$

Е.В. Гольева

Санкт-Петербургский государственный политехнический университет

Поликристаллическая алюмомагниева шпинель (АМШ) представляет большой интерес для задач прикладной оптики. Она является перспективным материалом для создания новых оптических элементов авиационной техники благодаря высокой температуре плавления, термостойкости, механической прочности, прозрачности в видимой и инфракрасной области.

Цель данной работы – разработка технологии синтеза оптической керамики алюмомагниева шпинели $MgAl_2O_4$ из нанокристаллических порошков.

Получение керамики включает в себя синтез слабоагломерированных нанокристаллических прекурсоров, их дальнейшее компактирование и спекание.

На первом этапе данной работы синтезированы порошки АМШ следующими методами.

1) Гидролиз изопропилатов Al-Mg [1]. Прокаливание смеси гидроксидов проводилось в двух режимах. В первом режиме (далее – «медленный нагрев») нагрев гидроксидов осуществлялся от комнатной до заданной температуры со скоростью $< 10^\circ/\text{мин}$. Во втором случае (далее – «быстрый нагрев») смесь гидроксидов помещали в уже нагретую до заданной температуры печь.

2) Соосаждение гидроксидов из сернокислых солей (сульфатный метод).

3) Метод Печини [2].

4) Модифицированный метод Печини. Он заключается в использовании дополнительной термообработки в расплаве инертной соли, в качестве которой обычно применяют хлорид калия [3].

5) Соосаждение гидрокарбонатов.

На втором этапе данной работы из порошков АМШ, синтезированных вышеописанными методами, были получены поликристаллические (керамические) образцы. Для их изготовления применялся метод горячего одноосного прессования порошков.

Порошки засыпали в графитовую пресс-форму и подвергали горячему прессованию в вакууме при температуре 1550 °С и давлении 500 кгс/см² (время выдержки составило 2 часа). Для улучшения их спекаемости порошки перед прессованием обрабатывали раствором фторида лития (1 % масс.). В результате прессования изготовлены таблетки диаметром 15 мм и толщиной 2 мм.

Для всех синтезированных образцов с помощью сканирующего электронного микроскопа (СЭМ) SUPRA 40VP WDS был проведен сравнительный анализ морфологии поверхности (рис. 1).

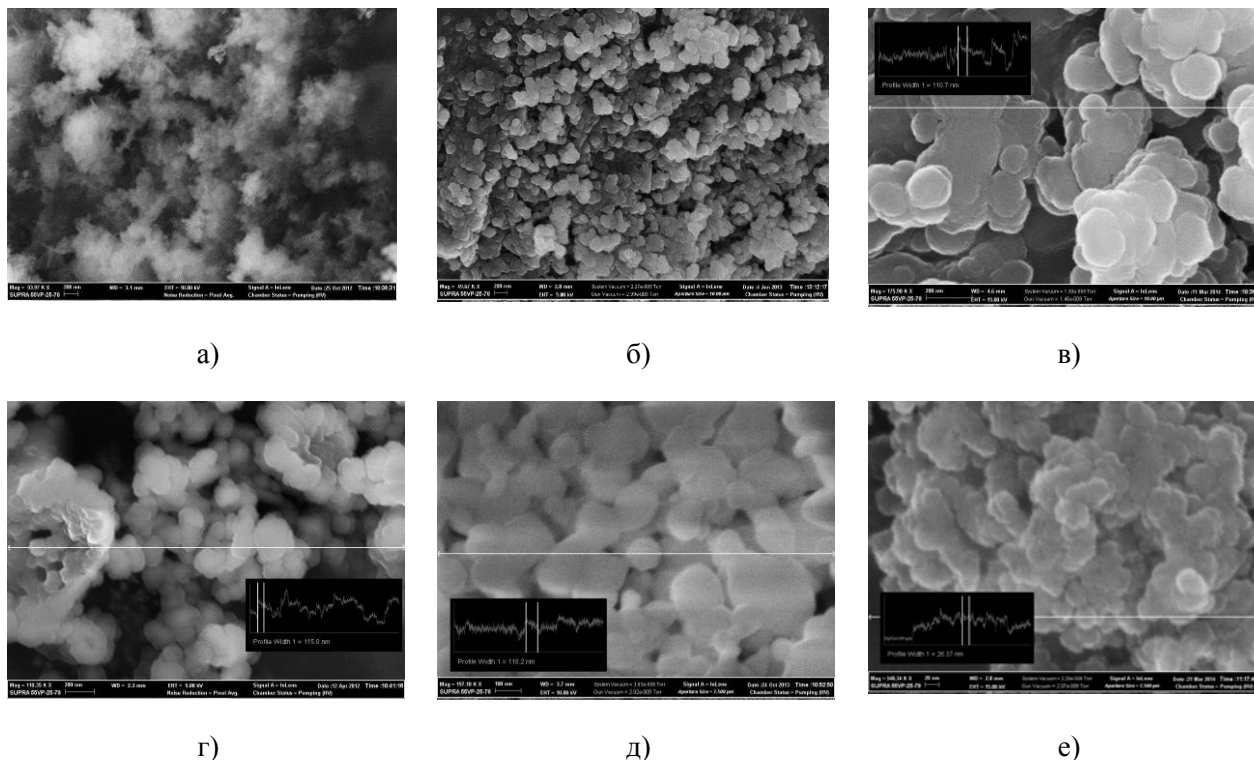


Рис. 1. СЭМ – изображения порошков $MgAl_2O_4$, синтезированных а) гидролизом изопропилатов при медленном нагреве; б) гидролизом изопропилатов при быстром нагреве; в) стандартным методом Печини; г) модифицированным методом Печини; д) сульфатным методом; е) соосаждением гидроксокарбонатов

Согласно данным СЭМ, порошки АМШ, синтезированные гидролизом изопропилатов в режиме медленного нагрева, методом Печини и соосаждением гидроксокарбонатов, состоят из прочных агломератов.

Для образцов, синтезированных из изопропилатов при разных режимах термической обработки, наблюдаются различия в морфологии поверхности. При медленном нагреве происходит сильное спекание частиц и появление крупных жестких агломератов. При быстром нагреве образца протекает интенсивное газовыделение, которое препятствует процессам спекания.

Сравнивая микроснимки образцов, полученных стандартным (рис. 1, в) и модифицированным (рис. 1, г) методом Печини, можно сделать вывод, что разработанная модификация метода, включающая дополнительную термообработку в расплаве соли, позволяет получать порошки с более слабой агломерацией, чем при стандартном методе Печини. Это объясняется тем, что при прокаливании геля в расплаве соли отсутствуют контакты между отдельными частицами и в результате не происходит образования крупных агломератов.

Согласно данным адсорбционного исследования, удельная поверхность порошка АМШ, синтезированного при быстром нагреве, примерно в два раза больше, чем при медленном. Модификация метода Печини также позволяет увеличить удельную поверхность порошков с 33 до 70 м²/г. Предполагается, что большая удельная поверхность образца способствует лучшему спеканию и равномерному уплотнению порошка.

Для всех образцов, синтезированных разными методами, был проведен рентгенофазовый анализ, который подтвердил во всех случаях образование алюмомагниевого шпинели как единственной кристаллической фазы, с размеров кристаллитов менее 50 нм.

Плотность полученных поликристаллических образцов АМШ определяли методом гидростатического взвешивания. Относительная плотность находится в пределах 96–99 % от теоретической.

Образцы изготовленной керамики имеют цвет от серого до черного по всему объему (рис. 2, а). Однако, при отжиге на воздухе при высоких температурах (1450°С) в течение длительного времени (12 часов) образцы

светлеют (рис. 2, б). Предполагается, что такое окрашивание керамики связано с диффузией кислорода из объема образца при спекании в вакууме, а также с неполным удалением загрязнений и примесей с поверхности образца при вакуумировании.

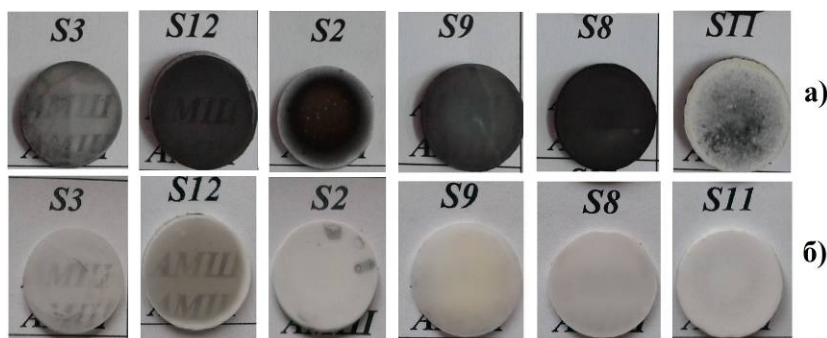


Рис. 2. Изображения поликристаллических образцов до а) и после б) отжига, полученных прессованием порошков, синтезированных следующими методами: S3 – гидролизом изопропилатов в режиме медленного нагрева; S12 – в режиме быстрого нагрева; S2 – соосаждением гидроксидов из сернокислых солей; S8 – методом Печини; S9 – модифицированным методом Печини; S11 – соосаждением гидрокарбонатов

Для изучения оптических свойств керамики были прописаны спектры пропускания в видимом и ИК диапазоне (длины волн от 0,3 до 9 мкм). Для лучших образцов коэффициент пропускания составляет более 50 % (в видимой и ИК области спектра).

Таким образом, в ходе проведенной работы синтезированы порошки алюмомагниево-шпинели разными методами. Проведен сравнительный анализ свойств полученных порошков. Путем горячего одноосного прессования порошков изготовлены поликристаллические (керамические) образцы, относительная плотность которых находится в пределах 96–99% от теоретической. Более высоким коэффициентом пропускания обладают образцы, приготовленные из порошков, синтезированных из изопропилатов Al-Mg при быстром и медленном нагреве.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Feldmann C., Justel T., Ronda C.R., Schmidt P.J. Inorganic Luminescent Materials: 100 Years of Research and Application. // Advanced Functional Materials. – 2003. – V. 13, is. 7. – P. 511-516.
2. Nanomaterials and Nanosystems for Biomedical Applications/ Ed. By Resa Mozafari M. Dordrecht, The Netherlands: Springer. – 2007. – 159 p.
3. Гольева, Е.В. Синтез наноразмерных частиц вольфрамата иттрия в солевых расплавах / Е.В. Гольева, М.Д. Михайлов // Лучшие доклады: материалы научно-практической конференции с международным участием «XLI НЕДЕЛЯ НАУКИ СПбГПУ». СПб.: Изд-во Политехнического университета, 2013. – с. 106-109.

НОВЫЕ УГЛЕРОДСОДЕРЖАЩИЕ СОРБЕНТЫ И НАПОЛНИТЕЛИ НА ОСНОВЕ ОБОЛОЧКИ ГРЕЧИХИ

Н.М. Еремеева, Е.С. Свешникова, Л.Г. Панова

*Энгельсский технологический институт (филиал) ФГБОУ ВПО Саратовский
государственный технический университет имени Гагарина Ю.А.*

После определенной технологической подготовки отходы растениеводства могут использоваться в качестве сорбционного материала для нефти и нефтепродуктов, а также выступать в роли наполнителей для полимерных композиционных материалов (ПКМ), обеспечивающих сохранение свойств композиции и снижение себестоимости.

При создании нефтесорбентов в качестве объектов исследования использовалась оболочка гречихи (ОГ), термообработанная и модифицированная 30%-ным водным раствором тетрафторбората аммония, а при создании ПКМ – композиция на основе эпоксидной диановой смолы марки ЭД-20, ОГ, трихлорэтилфосфата (ТХЭФ), трикрезилфосфата (ТКФ), выполняющих одновременно роль пластификаторов и замедлителей горения. При этом степень наполнения ПКМ частицами ОГ составляла от 1 до 40 масс.ч.

По своему химическому составу ОГ идентична целлюлозе и представляет собой полисахарид с α -глюкозидной связью, что позволяет относить к ее к классу целлюлозосодержащих природных материалов, широко используемых в качестве эффективных и экологически безопасных сорбентов.

Наличие развитой пористой структуры является одним из ключевых моментов при использовании материала в качестве эффективного сорбента. В данном исследовании термообработка позволяла повысить

пористость материала, кроме того, при температурах термообработки выше 300 °С ОГ приобрела графитоподобный вид (рис. 1).

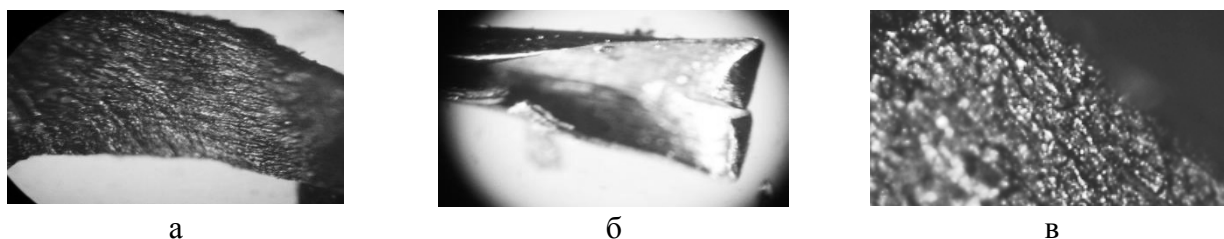


Рис. 1. Термообработанная оболочка гречихи (увеличение в 98 раз):
а) ОГ, T=200 °С, в течение 90 мин; б) ОГ, T=400 °С, в течение 3 мин;
в) ОГ, T=450 °С, в течение 3 мин

Предварительная химическая модификация с применением соединений, способствующих структурированию, позволила увеличить выход готового продукта более чем вдвое, по сравнению с немодифицированной ОГ, то есть с 40 до 80% масс. при температуре 300 °С и с 5 до 20% масс. при температуре 700 °С (рис. 2).

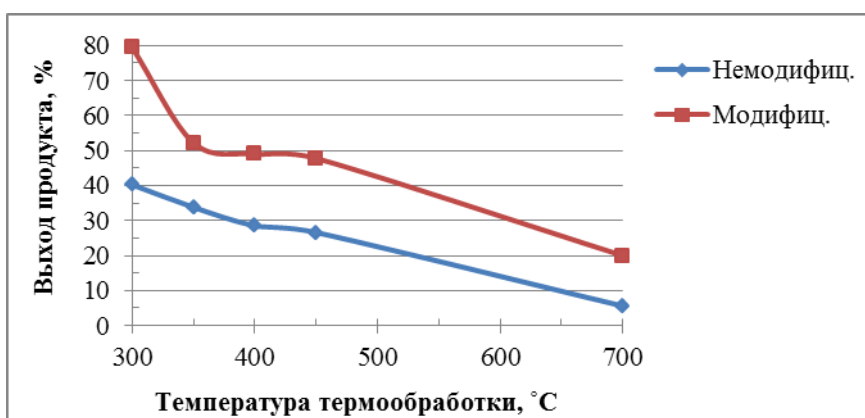


Рис. 2. Зависимость выхода продукта от температуры термообработки

Помимо пористости для сорбентов значительна роль такого показателя как плавучесть. При оценке данного свойства ОГ размещалась на поверхности воды и выдерживалась в течение от 60 минут до 48 часов. При этом толщина слоев ОГ составляла 1-20 мм. В зависимости от толщины слоя (от 1 до 20 мм), с увеличением времени нахождения ОГ на поверхности воды, отмечается тенденция к снижению сохранности плавучести.

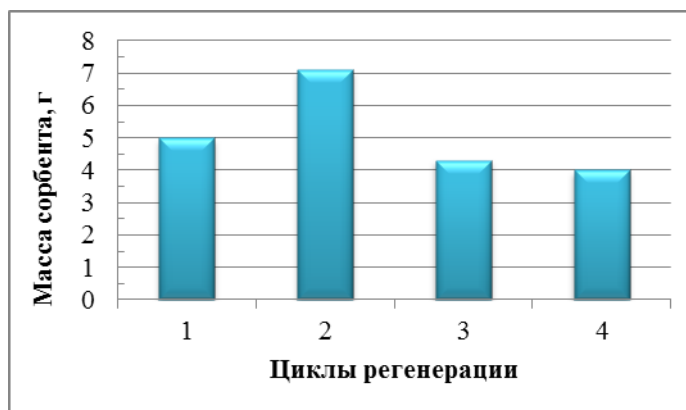


Рис. 3. Масса ОГ при сжигании образца: 1 – исходной, 2, 3, 4 – после сжигания

Основной характеристикой сорбента является его сорбционная способность. Для нефтесорбентов это сорбция нефти и нефтепродуктов. Нефтеемкость сорбентов определялась по ТУ 214-10942238-03-95. Наибольшей сорбционной способностью по нефти обладает ОГ, термообработанная при 350 °С, а по отработанному машинному маслу – при 450 °С. Это свидетельствует о том, что для каждого вида нефтепродукта в зависимости от состава, требуются различные по структуре сорбенты.

Исследование плавучести сорбента показали, что после сорбции нефти и нефтепродуктов материал сохраняет плавучесть в течение более чем 20 суток.

Отработанные сорбенты могут быть использованы в строительстве, для производства асфальтобетона и топливных брикетов.

Для регенерации нефтенасыщенных сорбентов применялся метод сжигания. Показано (рис. 3), что после первого термовоздействия масса образца превышает навеску сорбента, взятую для исследования (5 г), что видимо, свидетельствует о наличии в структуре сорбента твердых продуктов разложения нефти.

Повторно проведенная, на этом же образце, сорбция показала, что его сорбционная емкость снизилась до 3,5 г/г, а масса образцов после второго и третьего сжигания составляют 4,5 г, и 4,1 г соответственно, что может быть связано с началом деструкции сорбента. Уменьшается, оставаясь тем не менее высокой, и сорбционная способность сорбента (рис. 4).

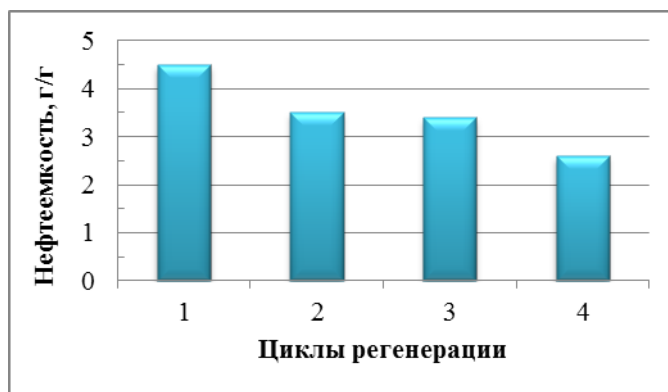


Рис. 4. Нефтеемкость образцов ОГ: 1 – исходного, 2, 3, 4 – после сжигания

Вторым направлением данной работы является исследование возможности использования ОГ в качестве, дисперсного наполнителя эпоксидной матрицы, пластифицированной трихлорэтилфосфатом или трикрезилфосфатом. Модифицированная ОГ подвергалась термообработке в муфельной печи в диапазоне температур от 300 до 700 °С с целью придания ей графитоподобной структуры и упрощения измельчения и измельчалась на планетарной мельнице. Об изменениях в структуре ОГ при воздействии температур можно судить по значению насыпной плотности, возрастающему с увеличением температуры термообработки. С повышением температуры термообработки происходит также увеличение термостойкости наполнителя, что подтверждается результатами термогравиметрического анализа.

Установлено также, что с повышением температуры термообработки наполнителя, показатель кислородного индекса (КИ) ПКМ увеличивается, так как удаляется большое количество легковоспламеняемых летучих продуктов – CO , CH_4 . По показателю КИ (от 27 до 33% об.) ПКМ относится к классу трудносгораемых.

В связи с тем, что при термообработке изменяется химический состав ОГ, с увеличением в ней количества углерода, оценивались диэлектрические свойства ПКМ. Установлено снижение показателей диэлектрических свойств. На величину данного показателя влияет как температура термообработки, так и количество наполнителя в составе эпоксидной матрицы, но показатель удельного объемного электрического сопротивления составляет от 10^9 до 10^{11} Ом*м, что позволяет отнести разработанные составы к диэлектрикам.

ОСОБЕННОСТИ ИЗУЧЕНИЯ ОБЪЕКТОВ ЖИВОЙ ПРИРОДЫ МЕТОДОМ АТОМНО-СИЛОВОЙ МИКРОСКОПИИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННЫХ ЗОНДОВ С Pt/C НАНОВИСКЕРАМИ

М.В. Жуков¹, И.В. Кухтевич^{1,2}, В.В. Левичев¹, И.С. Мухин^{1,3}

¹Санкт-Петербургский Национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики (Университет ИТМО)

²Институт аналитического приборостроения РАН

³Санкт-Петербургский академический университет – научно-образовательный центр нанотехнологий РАН

В последнее время возрастает интерес к высокоточному изучению биологических объектов (клетки, бактерии и т.д.) в нативном состоянии на наноразмерном уровне. К одному из наиболее привлекательных неразрушающих методов анализа можно отнести атомно-силовую микроскопию (АСМ), позволяющую получать высокое пространственное разрешение поверхности изучаемых объектов, например, минуя

дифракционный предел при изучении методом оптической микроскопии [1], который на сегодняшний день получил широкое распространение в биологии и медицине.

Основным элементом, определяющим работу и получаемое качество изображений в АСМ, является острый зонд. Для увеличения аспектного разрешения и остроты зондов в последнее время выполняются различные работы, одной из которых является выращивание на остриях зондов нановискерных структур [2, 3].

Следует отметить, что существенной особенностью проблемы применения АСМ при исследовании биологических объектов в наливной состоянии в жидкости является необходимость надёжной фиксации объектов с сохранением его нативного состояния. Устранить данную проблему можно, используя специальные методы пробоподготовки, которые позволяют проводить измерения не только на воздухе, но и в жидкости [4, 5].

Задачами данной работы являлось изучение возможности применения зондов с нановискерами для исследования объектов биологической природы в различных средах, а также применение гелеобразующих веществ (желатина и агар-агара) для фиксации объектов в жидкости.

Для формирования Pt/C нановискеров на остриях зондов использовался двулучевой электронно-ионный микроскоп CrossBeam Neon 40 (Carl Zeiss, Германия). Исследования биологических объектов методом АСМ проводилось на сканирующем зондовом микроскопе Ntegra Aura (NT-MDT, Россия) в полуконтактной силовой моде.

Для выявления наилучших режимов работы в жидкости была исследована калибровочная решётка TGQ01 (НТ-МДТ, Россия), представляющая собой набор периодически расположенных ячеек квадратной формы и постоянной высоты. В качестве тестовых жидкостных сред были выбраны: дистиллированная вода, натрий-фосфатный буфер PBS, боратный буфер (pH 9,18), NaOH 0,1 М и NaOH 0,5 М.

Наилучшее соответствие между экспериментальными и эталонными значениями размеров калибровочной решетки достигается в полуконтактном режиме сканирования. Для получения наилучшего качества изображения предпочтителен контактный режим, однако при работе с биологическими объектами более предпочтителен полуконтактный режим (как менее инвазивный). Быстрый подвод зондов и подбор параметров сканирования, меньшее загрязнение образца и лучшее качество сканирования достигается при использовании буфера PBS, чуть худшие результаты у NaOH 0,1 М и NaOH 0,5 М.

Изучение велось на воздухе (исследование высушенных эритроцитов) и в выбранном буфере PBS (бактерии *E. Coli* в нативном состоянии) методом АСМ. Результаты исследования эритроцитов показали, что при использовании зондов с нановискерами существенно повышается качество изображения и разрешающая способность сканирующего зондового микроскопа (рис. 1, а, б). Зонды с нановискерами отображают поверхность значительно детальней за счёт высокого аспектного отношения длины вискера к его диаметру. При сканировании мембран эритроцитов можно увидеть наноразмерные структуры, которые стандартным зондом визуализировать не удалось.

Используя пленки агар-агара, удалось эффективно визуализировать отдельные бактерии *E. Coli* в дистиллированной воде. Выявлено, что из-за наличия микротечений в жидкости, где находился образец, высокой эластичности пленки агар-агара, в ряде случаев, при попадании жидкости под пленку, наблюдалось ее набухание и деформация. Это приводило к сложности визуализации относительно протяженных участков поверхности с высоким пространственным разрешением, т.е. визуализировать группы бактерий *E. Coli*.

Для устранения эффекта набухания было решено нанести агар-агар на пластинку слюды, что позволило исследовать большие области с группами бактерий *E. Coli*. Результаты исследований позволили получить оценки размеров бактерий *E. Coli*, соответствующие литературным данным (диаметр ~ 0,5 мкм, длина ~ 2-3 мкм) [6].

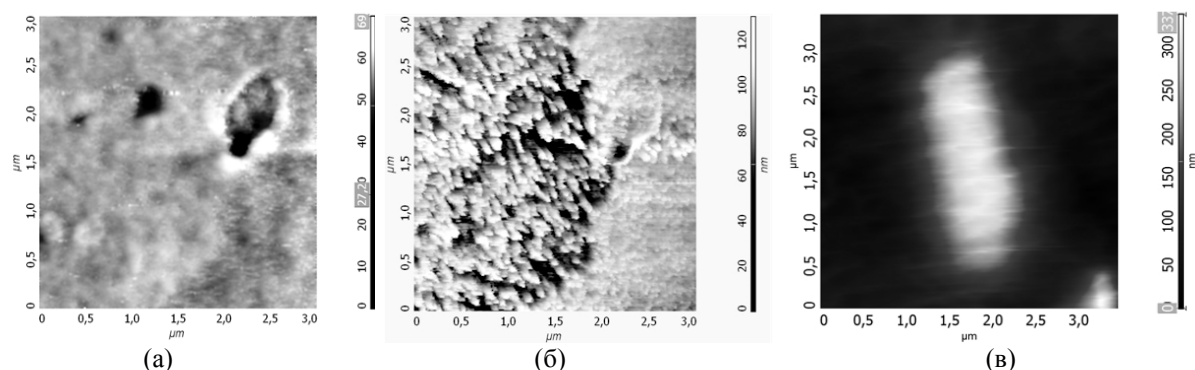


Рис. 1. АСМ-изображение мембраны эритроцита, полученное стандартным зондом (а) и зондом с нановискером (б); АСМ-изображение нативной бактерии *E. Coli*, полученное зондом с нановискером в PBS буфере на подложке агар-агара (в)

При исследовании единичных бактерий *E. Coli* обнаружено существенное улучшение контраста и разрешения при использовании зондов с нановискерами. Так, на сечениях, взятых у конкретной единичной бактерии *E. Coli* в одном и том же месте, выявлено общее увеличение разрешения и перепадов высот зондами с нановискерами (до 200 нм), а также замечена тонкая наноразмерная структура по периметру бактерии *E. Coli*

(рис. 1, в). Предположительно, данные структуры могут быть волокнами (волосками) E.Coli, которые, как известно, присутствуют на поверхности данных бактерий [6]. Использование стандартных зондов не позволило выявить данную наноразмерную структуру.

Таким образом, результаты исследования показали, что разрабатываемые специализированные зонды с Pt/C нановискерами позволяют получать более высокоточную и достоверную информацию при проведении исследований биологических объектов, в частности, бактерий и клеточных мембранных структур, методом АСМ. Кроме того, возможно осуществлять фиксацию биологических объектов, таких как бактерии E.Coli, на пленке агар-агара (концентрация 1,8% в исходном растворе), нанесенной на поверхность слюды, что может быть использовано при исследовании биологических объектов в нативном состоянии в жидких средах.

Работа выполнена при государственной финансовой поддержке ведущих университетов Российской Федерации (субсидия 074-U01), Правительства Санкт-Петербурга, Программы У.М.Н.И.К.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Kailas L., Ratcliffe E.C., Hayhurst E.J., Walker M.G., Foster S.J., Hobbs J.K.. Immobilizing live bacteria for AFM imaging of cellular processes // *Ultramicroscopy*, Vol. 109(7). – 2009. – P. 775-780.
2. Ashiri I., Gartsman K., Cohen S.R., Tenne R.. Attachment of Single Multiwall WS₂ Nanotubes and Single WO₃-x Nanowhiskers to a Probe // *AIP Conf. Proc.*, 685. – 2003. – P. 545-549.
3. Levichev V.V., Zhukov M.V., Mukhin I.S., Denisyuk A.I., Golubok A.O. On the operating stability of a scanning force microscope with a nanowhisker at the top of the probe // *Technical Physics*, Vol. 58, Issue 7. – 2013, – P. 1043-1047.
4. Yuanqing Chao, Tong Zhang. Optimization of fixation methods for observation of bacterial cell morphology and surface ultrastructures by atomic force microscopy // *Appl. Microbiol. Biotechnol.*, Vol. 92(2). – 2011. – P. 381-392.
5. Rikke Louise Meyer, Xingfei Zhou, Lone Tang, Ayyoob Arpanaei, Peter Kingshott, Flemming Besenbacher. Immobilisation of living bacteria for AFM imaging under physiological conditions // *Ultramicroscopy*, Vol. 110(11). – 2010. – P. 1349-1357.
6. Prescott L.M., Harley J.P., Klein D. *Microbiology* (7th Ed) // McGraw-Hill companies, New York, 2008. – 1222 p.

ВЫСОКОПРОЧНЫЙ КОМПОЗИЦИОННЫЙ МАТЕРИАЛ АЛЮМИНИЙ-УГЛЕРОДНЫЕ НАНОВОЛОКНА

К.А. Лычева, Т.С. Кольцова, О.В. Толочко

*ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский Государственный Политехнический Университет»,
Политехническая, 29, 195251, Санкт-Петербург, Россия*

Металлические композиционные материалы, армированные керамическими наночастицами и углеродными наноструктурами, нашли обширные применения в аэрокосмической, автомобильной и транспортной промышленности. Алюминий и его сплавы являются наиболее распространенным цветными конструкционными материалами. В связи с этим алюминиевые порошки были первыми использованы в качестве матрицы для армирования углеродными нанотрубками (УНТ). [1].

Методы порошковой металлургии широко используются для создания наноконпозиционных материалов системы алюминий – углеродные наноструктуры. Основная технологическая цепочка получения материалов системы металл-УНТ подразумевает: во-первых, смешение порошка матрицы с УНТ, и, во-вторых, компактирование, например, путем горячего или холодного прессования [2,3] или спеканием в плазме [4] или экструзией [5] и др. Компактирование порошка обычно связано с повышенными температурами прессования. Однако высокая температура ставит под угрозу достигнутые на стадии перемешивания преимущества. Это приводит к необходимости сокращения времени спекания и/или уменьшения температуры спекания, чтобы не допустить агломерацию УНТ и рост зерна матрицы, либо необходимости дополнительной обработки давлением для разбивания таких агломератов. Для повышения механических свойств также необходимо добиваться высокой плотности композита и хорошей связи материала матрицы с углеродными наноструктурами.

В данной работе исследуется возможность получения высокопрочных компактных материалов с методом горячего прессования из композиционных порошков алюминий – углеродные нановолокна (УНВ), изучены их структура и твердость.

Композиционный материал был получен методом газофазного синтеза углеродных наноструктур непосредственно на поверхности микрочастиц алюминия в присутствии кобальтового катализатора. Этот метод позволяет получить равномерное распределение УНВ в матрице. В качестве исходных матричных частиц использовался коммерческий алюминиевый порошок марки ПА-4, дисперсностью менее 63 мкм. Поскольку исходные матричные частицы имеют достаточно большой размер, была проведена попытка армирования частиц путем механической активации композиционного материала в планетарной мельнице. На рис. 1 приведены СЭМ изображения исходного алюминиевого порошка, композиционного материала сразу после синтеза и после обработки в мельнице.

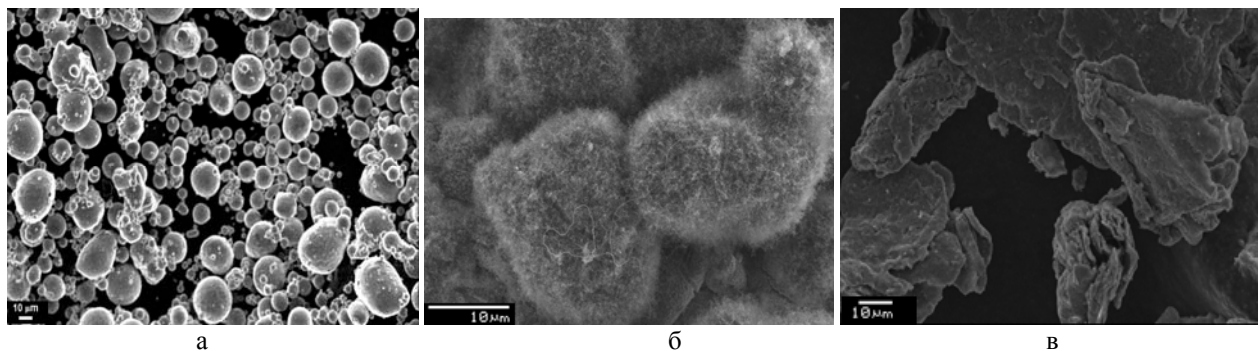


Рис. 1. СЭМ изображения (а) исходного алюминиевого порошка, (б) композиционного материала сразу после синтеза и (в) после обработки в мельнице

Как видно из рисунка, композиционный материал представляет из себя алюминиевые частицы равномерно покрытые короткими углеродными нановолокнами. После обработки в планетарной мельнице углеродные структуры на поверхности частиц не наблюдается, что свидетельствует от том, что они полностью вошли в мягкую алюминиевую матрицу.

Полученный материал подвергли горячему прессованию, которое позволило получить композиты высокой плотности ($> 95\%$). Исследование свойств полученного композита показали увеличение твердости по Бринеллю до 250 НВ при удовлетворительной пластичности.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Kuzumaki T., Miyazawa K., Ichinose H., Ito K. // J. Mater. Res. 1998. V.13. P.2445–2449.
2. Xu C.L., Wei B.Q., Ma R.Z., Liang J., Ma X.K., Wu D.H. // Carbon. 1999 V.37. P.855–858.
3. Zhong R., Cong H., Hou P. // Carbon. 2003. V.41. P.848–851.
4. Kwon H., Estili M., Takagi K., Miyazaki T., Kawasaki A. // Carbon. 2009. V.47. P.570–577.

ИЗМЕНЕНИЕ ЭЛЕКТРООСМОТИЧЕСКОЙ ПОДВИЖНОСТИ В СТЕКЛЯННО-ПОЛИМЕРНЫХ МИКРОФЛЮИДНЫХ ЧИПАХ ПРИ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ СПОСОБАХ ОБРАБОТКИ ПОВЕРХНОСТИ

Я.С. Посмитная^{1, 2}

¹*Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики»*

²*Федеральное государственное бюджетное учреждение науки «Институт аналитического приборостроения Российской академии наук»*

Важным направлением биологических и медицинских исследований является изучение генетических мутаций и полиморфизмов, которые могут видоизменять функции гена и являться причиной унаследованных болезней и других заболеваний. В современных исследованиях для анализа фрагментов ДНК применяются методы: капиллярного электрофореза [1] и электрофореза на микрофлюидном чипе [2], масс-спектрометрии с электрофорезом на микрофлюидном чипе [3]; гибридизационного анализа на микрочипе ("биочипе") [4]. Электрофорез на микрочипе позволяет проводить анализ проб малых объемов с высокой производительностью и быстродействием на устройствах, которые могут быть встроены в другие системы [5].

В зависимости от объекта анализа и требуемого разрешения при разделении компонентов необходимым условием для получения воспроизводимых результатов является стабилизация электроосмотического потока (ЭОП) на заданном уровне, т.к. разделяемые компоненты могут как существенно, так и незначительно различаться по заряду и массе.

Отрицательный поверхностный заряд, образующийся на стенках канала микрочипа, индуцирует образование слоя противоионов из жидкости, которые начинают двигаться к катоду при приложении электрического поля. Этот слой создает объемный поток жидкости – электроосмотический поток, который может увеличивать или уменьшать скорость движения заряженных молекул (ионов). Скорость ЭОП зависит от плотности отрицательного заряда на поверхности канала и от величины pH раствора. ЭОП обычно наблюдается при $\text{pH} > 3$. Методами физико-химической модификации поверхности можно уменьшить ЭОП или даже обратить поток в противоположном направлении.

При изготовлении микрочипов, используемых в экспериментальных исследованиях, применялись материалы: стекло марки Крон 8 (ГОСТ 3514-76, Россия), полидиметилсилоксан (ПДМС) марки Sylgard® 184 (Dow Corning Corporation, США).

Для изучения влияния различных химических и физических методов обработки на свойства поверхности полидиметилсилоксана были подготовлены пластины 24x48x1,5 мм³. Результаты обработки (изменение смачивания поверхности) контролировались с помощью метода лежащей капли на экспериментальной установке на базе оптического микроскопа PrimaExpert (ЛМО, Россия). Проводилось по 6-8 измерений краевого угла (объем капли 20 мкл) для каждого образца, исследовалось свойство смачивания поверхности дистиллированной водой.

Были выбраны следующие способы обработки:

1. обработка высокочастотной плазмой в среде кислорода при низком давлении (установка Diener Zepto (Германия));
2. обработка водным раствором поливинилового спирта (ПВС) (Sigma-Aldrich Corp., США);
3. обработка водным раствором Kolliphor (Sigma-Aldrich Corp., США).

Согласно приведенным зависимостям (см. рис. 1) наиболее стабильными являются методы плазменной обработки и модификации раствором поливинилового спирта. Значения углов смачивания стабилизируются спустя 2 дня и меняются незначительно.

В проведенных исследованиях электроосмотическая подвижность (ЭОП) оценивалась по методу, описанному в работе [6] и основанному на регистрации зависимости изменения тока во времени.

В ходе электрофореза буферного раствора осуществлялось изменение концентрации раствора, при этом за счет изменения проводимости жидкости (при разбавлении), наблюдалось линейное снижение величины тока во времени.

Электроосмотическая подвижность определялась по формуле:

$$\mu_{ЭОП} = L \cdot L / (U \cdot \Delta t),$$

где L – длина сепарационного канала (L=45,2 мм), U – напряжение электрофореза (U=1000 В), $\Delta t = t_2 - t_1$ – время изменения величины тока – определялось экспериментально.

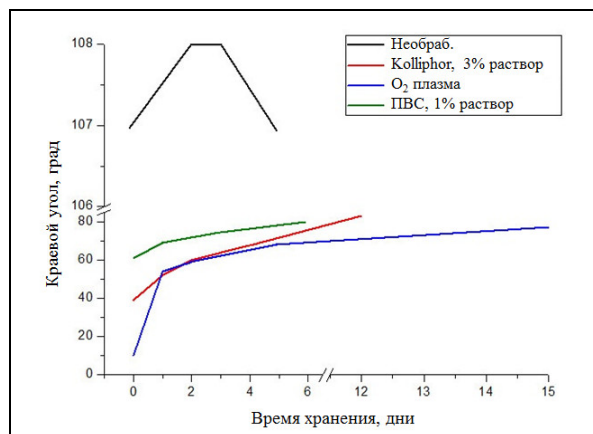


Рис. 1. Зависимости значений краевых углов образцов ПДМС после различных физико-химических методов обработки от времени хранения

Для исследований было изготовлено несколько экспериментальных образцов микрофлюидных чипов. Используемый буфер – 50 мМ Na₂B₄O₇, pH=9,4. Измерения проводились на микрофлюидной аналитической системе МФАС-01 (ИАП РАН, Россия).

Измерение электроосмотической подвижности в микрофлюидных чипах проводилось:

1. в необработанном чипе (№4);
2. после обработки плазмой в кислородной среде (чипы №1-№3);
3. после обработки раствором поливинилового спирта (ПВС) (чипы №1, №3);
4. после обработки раствором Kolliphor (чипы №6, №7).

Таблица 1. Изменение величины ЭОП буферного раствора в каналах МФЧ в зависимости от способа обработки

№ п/п	Чип №1 (O ₂ 6 мин)	Чип №2 (O ₂ 6 мин)	Чип №3 (O ₂ 6 мин)	Чип №1 (1% ПВС)	Чип №3 (1% ПВС)	Чип №4 (необр.)	Чип №6 (3% Kolliphor)	Чип №7 (3% Kolliphor)
Средн. ±СКО, см ² /(В*с)	4,6±0,4 x10 ⁻⁴	4,1±0,6 x10 ⁻⁴	3,7±0,5 x10 ⁻⁴	2,3±0,2 x10 ⁻⁴	2,1±0,1 x10 ⁻⁴	3,0±0, x10 ⁻⁴	1,8±0,1 x10 ⁻⁴	2,4±0,1 x10 ⁻⁴
КВ	8,6%	14,9%	12,1%	8,9%	5,6%	7,5%	4,1%	4,0%

Результаты расчетов средней величины электроосмотической подвижности с указанием среднего квадратического отклонения (СКО) и коэффициента вариации (КВ) приведены в табл. 1.

Согласно полученным данным следует сделать вывод о нестабильности свойств поверхности каналов МФЧ после плазменной обработки, о чем свидетельствуют наибольшие значения погрешностей. Наиболее эффективным методом модификации микрочипов с точки зрения снижения значения ЭОП оказалась обработка раствором Kolliphor. Именно этот метод был выбран для модификации микрочипов с целью проведения дальнейших экспериментов по разделению фрагментов ДНК. Однако для получения стабильных значений ЭОП требуется проведение работ, связанных с выбором оптимального режима обработки.

ЛИТЕРАТУРА:

1. James P. Handbook of Capillary and Microchip Electrophoresis and Associated Microtechniques. 2007, 1592.
2. Kenyon S.M., Meighan M.M., Hayes M.A. Recent developments in electrophoretic separations on microfluidic devices // Electrophoresis. 2011, 32, 482–493.
3. Fritzsche S., Hoffmann P., Belder D. Chip electrophoresis with mass spectrometric detection in record speed // Lab Chip. 2010, 10(10), 1227–1230.
4. Kolchinsky A., Mirzabekov A. Analysis of SNPs and other genomic variations using gel-based chips // Hum. Mutat. 2002, 19, 343–360.
5. Paegel B.M., Blazej R.G., Mathies R.A. Microfluidic devices for DNA sequencing: sample preparation and electrophoretic analysis // Curr. Opin. Biotechnol. 2003, 14, 42–50.
6. Huang X., Gordon M.J., Zare R.N. Current-Monitoring Method for Measuring the Electroosmotic Flow Rate in Capillary Zone Electrophoresis // Analytical Chemistry. 1988, 60, 1837–1838.

ТЕРМОДИНАМИЧЕСКАЯ СТАБИЛЬНОСТЬ И ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА $\text{YBaCo}_2\text{O}_{6-\delta}$

А.Л. Седнев, Д.С. Цветков

Уральский федеральный университет им. Первого Президента России Б.Н. Ельцина

Сложный оксид $\text{YBaCo}_2\text{O}_{6-\delta}$ является перспективным катодным материалом для твердооксидных топливных элементов. Он привлекает внимание исследователей из-за своих замечательных свойств таких как: высокая электронная и ионная проводимость, большая подвижность кислорода, небольшой коэффициент термического расширения, близким к YSZ [1-3]. Но такие фундаментальные характеристики как: термодинамическая устойчивость, нестехиометрия и ее зависимость от парциального давления кислорода (P_{O_2}) и температуры, а также зависимость электропроводности и коэффициента Зеебека от P_{O_2} мало освещены в литературе и являются актуальными, так как напрямую определяют применимость $\text{YBaCo}_2\text{O}_{6-\delta}$ как катодного материала в ТОТЭ. Таким образом, настоящая работа направлена на исследование термодинамической стабильности $\text{YBaCo}_2\text{O}_{6-\delta}$ во взаимосвязи с физико-химическими свойствами этого соединения.

Для синтеза исследуемых в работе соединений использовались следующие реактивы:

- 1) Металлический кобальт, полученный восстановлением $\text{Co}(\text{OH})_2$ (хч) водородом.
- 2) Y_2O_3 (хч).
- 3) BaCO_3 (хч).

Y_2O_3 и BaCO_3 были предварительно прокалены для удаления абсорбированных H_2O и CO_2 . Y_2O_3 прокаляли при 1100°C , а BaCO_3 при 900°C . Исходные вещества были переведены в раствор действием на них концентрированной азотной кислотой (х.ч.) при нагревании. К полученному раствору добавляли требуемое количество глицерина в качестве комплексообразователя и восстановителя. Количество глицерина рассчитывалось таким образом, чтобы все нитрат-ионы, содержащиеся в растворе, были восстановлены до молекулярного азота. Полученный раствор упаривали досуха в фарфоровой чашке. По окончании выпаривания происходил пиролиз сухого остатка. Продукт пиролиза переносили в тигель и отжигали в печи. В случае YCoO_3 финальный отжиг проводили при 900°C , а для $\text{BaCoO}_{3-\delta}$ и $\text{YBaCo}_2\text{O}_{6-\delta}$ в интервале температур $900 - 1100^\circ\text{C}$ с промежуточными перетираниями. Фазовый состав образцов синтезированных соответствующим образом контролировали методом РФА.

Для исследования термодинамической стабильности однофазный образец $\text{YBaCo}_2\text{O}_{6-\delta}$ был отожжен при 800°C в течение 10 часов на воздухе. В отожженной смеси присутствуют значительные количества YCoO_3 и $\text{BaCoO}_{3-\delta}$, что согласуется с данными имеющимися в литературе [4], где предлагается следующая реакция (1) разложения $\text{YBaCo}_2\text{O}_{6-\delta}$ на воздухе при 800°C :

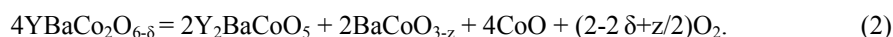


Неустойчивость $\text{YBaCo}_2\text{O}_{6-\delta}$ при 800°C на воздухе подтверждается также и тем, что отжиг эквимольной смеси YCoO_3 и $\text{BaCoO}_{3-\delta}$ в течение 72 часов не привел к образованию данного двойного перовскита. С другой стороны, такой же по длительности отжиг смеси YCoO_3 и $\text{BaCoO}_{3-\delta}$ при 900°C на воздухе приводит к синтезу $\text{YBaCo}_2\text{O}_{6-\delta}$, а исходный однофазный двойной перовскит $\text{YBaCo}_2\text{O}_{6-\delta}$ не разлагается при этих условиях. Таким образом можно заключить, что $\text{YBaCo}_2\text{O}_{6-\delta}$ термодинамически нестабилен при $T < 900^\circ\text{C}$ на воздухе.

Путем последовательного отжига эквимольной смеси YCoO_3 и $\text{BaCoO}_{3-\delta}$ в температурном диапазоне 800 – 900°C при $P_{\text{O}_2} = 10^{-3}$ и 0.21 атм. были определены условия, оптимальные для синтеза $\text{YBaCo}_2\text{O}_{6-\delta}$. Выяснилось, что выгодно вести синтез $\text{YBaCo}_2\text{O}_{6-\delta}$ из смеси YCoO_3 и $\text{BaCoO}_{3-\delta}$ в атмосфере чистого кислорода.

Методом термогравиметрии были измерены зависимости абсолютной нестехиометрии $\text{YBaCo}_2\text{O}_{6-\delta}$ от температуры и парциального давления кислорода в интервале $T = 25 - 1050^\circ\text{C}$ и $P_{\text{O}_2} = 10^{-3} - 0.21$ атм. Содержание кислорода в интервале $T = 25 - 1050^\circ\text{C}$ изменяется в диапазоне $5.48 > \delta > 5.10$. Активный обмен кислородом между $\text{YBaCo}_2\text{O}_{6-\delta}$ и газовой фазой начинается при температуре около 300°C. Значение абсолютной нестехиометрии образца было получено методом полного восстановления $\text{YBaCo}_2\text{O}_{6-\delta}$, медленно охлажденного ($\sim 100^\circ\text{C}/\text{час}$) с 1100°C до комнатной температуры, его содержание кислорода составило: $\delta = 5.512$.

Четырехконтактным методом были измерены зависимости электропроводности и коэффициента Зеебека от парциального давления кислорода в температурном интервале 900-1050 °C. Электропроводность $\text{YBaCo}_2\text{O}_{6-\delta}$ в области его термодинамической стабильности показана на рис. 1. При понижении P_{O_2} ниже определенного значения при данной температуре электропроводность данного соединения скачкообразно уменьшается почти на порядок величины, как показано на рис. 2. Такое изменение электропроводности говорит, по всей видимости, о разложении $\text{YBaCo}_2\text{O}_{6-\delta}$. Предположительно, разложение при понижении P_{O_2} происходит в соответствии с реакцией (2):



Определенная таким образом (по скачкообразному уменьшению электропроводности) граница термодинамической стабильности $\text{YBaCo}_2\text{O}_{6-\delta}$ по отношению к понижению P_{O_2} представлена на рис. 3. Видно, что увеличение температуры приводит к сдвигу границы термодинамической устойчивости $\text{YBaCo}_2\text{O}_{6-\delta}$ в область более высоких P_{O_2} , это объясняется тем, что с увеличением температуры увеличивается кинетическая энергия кислорода в кристаллической решетке двойного перовскита и, следовательно, его выход в газовую фазу облегчается.

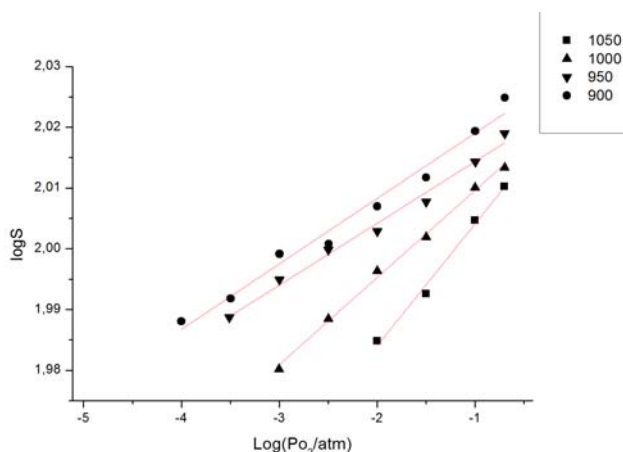


Рис. 1. Электропроводность $\text{YBaCo}_2\text{O}_{6-\delta}$ в зависимости от парциального давления кислорода

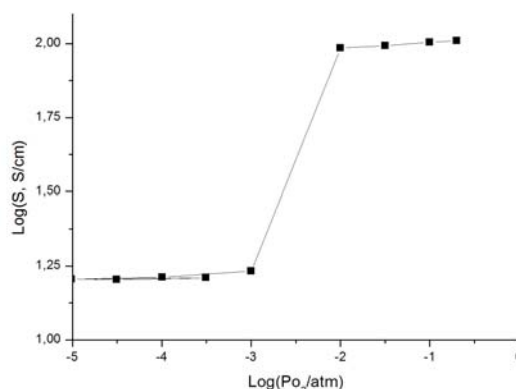


Рис. 2. Изменение электропроводности $\text{YBaCo}_2\text{O}_{6-\delta}$ при уменьшении парциального давления кислорода ниже предела устойчивости при $T = 1050^\circ\text{C}$

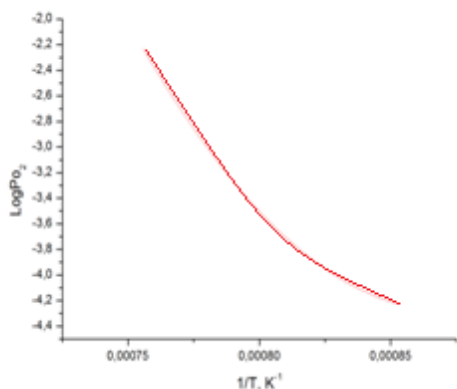


Рис. 3. Зависимость интервалов устойчивости $\text{YBaCo}_2\text{O}_{6-\delta}$ от температуры

Используя данные о зависимости содержания кислорода от парциального давления кислорода, были получены зависимости электропроводности и коэффициента Зеебека от нестехиометрии $\text{YBaCo}_2\text{O}_{6-\delta}$.

Термическое расширение $\text{YBaCo}_2\text{O}_{6-\delta}$ было измерено dilatометрическим методом. Образец нагревался от $T = 20 - 1100^\circ\text{C}$ со скоростью $2^\circ\text{C}/\text{мин}$. Коэффициент линейного термического расширения $\text{YBaCo}_2\text{O}_{6-\delta}$ в данном температурном интервале составил $1,36 \cdot 10^{-5} \text{K}^{-1}$, что хорошо согласуется с данными полученными другими исследователями [1,5]. В диапазоне температур 600 – 1000K относительное удлинение образца изменяется нелинейно с увеличением температуры, интересно, что именно в этой области происходит интенсивный обмен по кислороду между твердой фазой и газовой средой как сказано выше. Таким образом, можно заключить, что данное отклонение вызвано химическим расширением образца. Показано, что отклонение от линейной зависимости не велико, а следовательно мало и

химическое расширение $\text{YBaCo}_2\text{O}_{6-\delta}$.

ЛИТЕРАТУРА:

1. T.Vogt, P.M. Woodward, P.Karen, Phys. Rev. Lett. 2000, 2969, 84.
2. D.Akahoshi, Y. Ueda, Journal of Solid State Chemistry, 2001, 156, 355-363.
3. A. Maignan, C. Martin, D. Pelloquin, N. Nguyen, B. Raveau, Journal of Solid State Chemistry, 1999, 142, 247–260.
4. Jung-Hyun Kim, Young Nam Kim, Zhonghe Bi, Arumugam Manthiram, M. Parans Paranthaman, Ashfia Hug, Solid State Ionics 2013, 253, 81-87.
5. A.S.Urusova, V.A.Cherepanov, T.V. Aksenova, L.Ya. Gavrilova, E.A. Kiselev - J.Solid State Chem. 202 (2013) 207-214.

СЕКЦИЯ

«ЭНЕРГОРЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ И ЭКОЛОГИЯ»

КОНДЕНСАЦИОННО-АДСОРБЦИОННЫЙ МЕТОД ДЕМЕРКУРИЗАЦИИ

А.В. Кориунов, Е.Е. Берлин

Санкт-Петербургский государственный политехнический университет

Ртуть является одним из наиболее токсичных неорганических ядов, в отношении которых принимаются жесткие меры государственного контроля [1]. Большую экологическую опасность представляют утерявшие свою целостность энергосберегающие компактные люминесцентные лампы (КЛЛ). В среднем каждая КЛЛ содержит около 5 мг металлической ртути [2], и, в случае разрушения лампы, этого количества достаточно для превышения ПДК паров ртути (300 нг/м^3) в жилом помещении объемом 15000 м^3 .

Метод термической десорбции ртути (ТДР) основан на нагреве ртуть содержащих отходов до высокой температуры (вплоть до $800\text{--}900^\circ\text{C}$), при этом ртуть полностью удаляется в виде паров и улавливается в конденсирующих и фильтрующих узлах перерабатывающего оборудования. Демеркуризация (процесс удаления ртути) происходит в одну стадию с получением свободных от ртути отходов, пригодных для дальнейшей безопасной переработки или захоронения.

Необходимым элементом конструкции оборудования, использующего метод ТДР, является модуль поглощения (адсорбции) паров ртути. В качестве адсорбентов ртути в настоящее время используются модифицированные активированные угли (МАУ) [3]. Однако МАУ как адсорбенты ртути имеют технологические недостатки, среди которых наиболее значительными являются:

- низкая адсорбционная ёмкость по ртути, не превышающая 0.5 вес. % у лучших марок МАУ, импрегнированных серой;
- низкая селективность в отношении ртути;
- сложность (или невозможность) регенерации ртути из отработанных МАУ, в особенности МАУ, импрегнированных серой;
- сравнительно низкая термическая устойчивость МАУ в окислительной атмосфере [4].

В качестве нового адсорбента был предложен нанокompозитный адсорбент на основе слоистого диоксида титана и селена [5], получаемый восстановлением селенистой кислоты на слоистом титанате гидразина ЛНТ-9 [6]. Другие технические преимущества нанокompозита TiO_2/Se перед модифицированными активированными углями сведены в табл. 1.

Таблица 1. Технические преимущества нанокompозита TiO_2/Se перед МАУ

	МАУ	TiO_2/Se
Максимальная сорбционная ёмкость по Hg, вес. %	0.5	13
Селективная сорбция Hg	нет	да
Максимальная рабочая температура, $^\circ\text{C}$	150	280
Воспламеняемость на воздухе	да	нет
Возможность регенерации ртути	-	да

Адсорбент TiO_2/Se , разработанный в Санкт-Петербургском государственном университете Бритвиным А.В., послужил поводом для создания экспериментальной малогабаритной установки по переработке компактных люминесцентных ламп методом высокотемпературной термической десорбции [4]. Основными модулями установки являются: щековой измельчитель ламп, муфельная печь, медный теплообменник (концевой холодильник), модуль фильтрации и вакуумный насос, служащий для прокачки технологического воздуха через систему. Модули установки закреплены на алюминиевой раме.

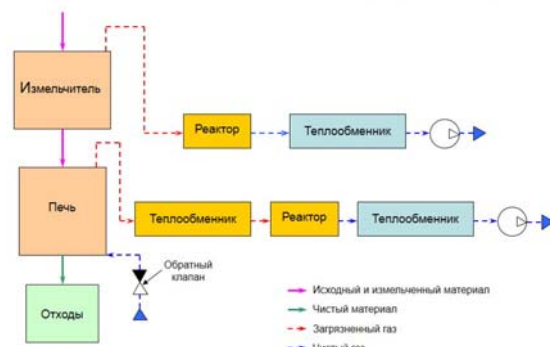


Рис. 1. Блок-схема экспериментальной установки до внедрения конденсатора

При всех достоинствах данной установки, она обладает одним существенным недостатком: весь объем извлекаемой ртути поглощается адсорбентом. В связи с этим стал актуальным вопрос об уменьшении

концентрации паров ртути в конечной стадии демеркуризации, происходящей в адсорбционной камере (реакторе).

Был предложен вариант использования промежуточного конденсатора. Таким образом, будет проходить предварительная конденсация насыщенных паров ртути с последующей доочисткой воздуха в адсорбционной колонне. Данное решение можно обусловить тем, что возможно значительно снизить нагрузку на адсорбер, что ведёт к увеличению срока службы, повышению уровня экологичности, а также возникает доступный способ получения ртути в виде жидкого металла. Впоследствии, избыточное количество ртути позволит использовать его в других производствах.

Также следует отметить тот факт, что процессов вымораживания в конденсаторе происходить не будет, следовательно, нет потребностей в криогенных температурах, используемых в других установках [7]. Вдобавок, стоит отметить, что работа всей установки проходит при давлениях ниже атмосферного, следствием чего является ненужность в герметизации установки.

На рис. 1 продемонстрирована блок-схема установки до усовершенствования.

Как видно из рис. 1, в установке предусмотрена поступенчатая очистка отходов: сбор паров от лома в непосредственно реактор, а также сбор испарившихся в печи паров ртути с последующим охлаждением для обработки в реакторе. Добавление в схему конденсатора для охлаждения паров и очистки воздуха проиллюстрировано на рис. 2.

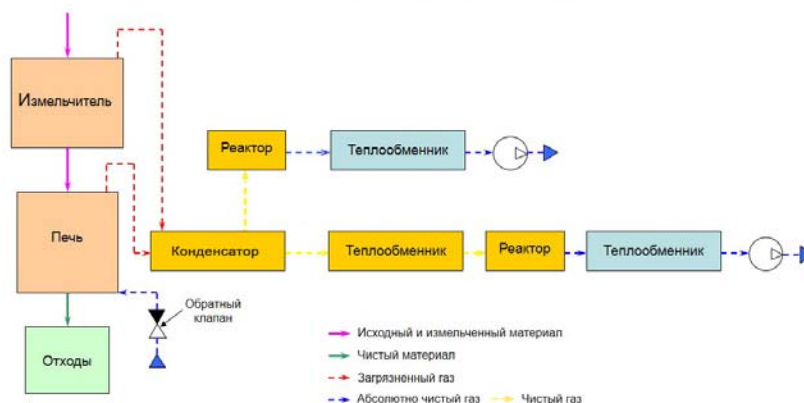


Рис. 2. Блок-схема экспериментальной установки после внедрения конденсатора

Следовательно, алгоритм демеркуризации на исследуемой установке будет следующим образом:

- предварительное измельчение объектов демеркуризации;
- последующая загрузка объектов в печь (нагрев происходит при температурах до 900°C);
- подача паров ртути и воздуха в конденсатор, где происходит конденсирование и оседание ртути;
- финальная очистка воздуха в адсорбционной колонне.

Следствием проделанной работы может считаться установка, совмещающая в себе достоинства нового адсорбента и конденсации паров ртути, что вкуче является инновационным экологическим решением по проблемам демеркуризации.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Постановление Правительства РФ от 3 сентября 2010 г. № 681.
2. Johnson N.C., Manchester S., Sarin L., Gao Y., Kulaots I., Hurt R.H. // *Environmental Science and Technology*, 2008, 42, 5772-5778.
3. Granite E.J., Pennline H.W., Hargis R.A. // *Industrial and Engineering Chemistry Research*, 2000, 39, 1020-1029.
4. Бритвин С.Н., Глуховской А.В., Коршунов А.В. Установка для демеркуризации люминесцентных ламп с фильтрацией ртути на адсорбенте из диоксида титана и селена // *Научно-технические ведомости СПбГПУ. – Серия Наука и образование.* – 2012. – № 4. – С. 133–137.
5. WO 2011/116788 A1 (IPC C01G 23/00) Layered Titanates, 2011.
6. Britvin S.N., Lotnyk A., Kienle L., Krivovichev S.V., Depmeier W. // *Journal of the American Chemical Society*, 2011, 133, 9516-9525.
7. Альперт В.А., Пекин А.И. Патент РФ №1838440 (C22B43/00). “Способ термической демеркуризации загрязненных ртутью материалов и устройство для его осуществления”, 1993.

ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ Г. РОДНИКИ (ИВАНОВСКАЯ ОБЛАСТЬ) МЕТОДАМИ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКОГО И БИОЛОГИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА

Т.В. Боженко¹, А.М. Дунаев¹, И.В. Румянцев¹, И.Б. Агапова², В.И. Гриневич¹, М.В. Фронтьева³
¹ – Ивановский государственный химико-технологический университет
² – Ивановский государственный университет
³ – Объединенный институт ядерных исследований

Качество окружающей среды является одним из определяющих факторов уровня жизни населения. В настоящее время для этого чаще всего используются различные физико-химические методы анализа отдельных компонентов экосистем (почвы, атмосферного воздуха, поверхностных и грунтовых вод). Однако все они требуют достаточно длительной и трудоемкой процедуры отбора, подготовки и анализа. Напротив, биоиндикационные методы более дешевы, просты в использовании и позволяют непосредственно наблюдать результаты загрязнения окружающей среды на живых организмах.

Данная работа посвящена совместной оценке качества окружающей среды г. Родники и его окрестностей методами биоиндикации и физико-химического мониторинга. Город Родники, расположенный в центре Ивановской области, был выбран в качестве объекта исследования в связи с готовящимся проектом по созданию на территории города предприятий текстильной промышленности. Кроме того, в результате мониторинга фоновое загрязнение окружающей среды на территории Ивановской области, было установлено, что окрестности г. Родники характеризуются повышенным уровнем содержания многих токсичных элементов. С целью более подробного изучения уровня антропогенной нагрузки на г. Родники нами были проведены более детальные исследования, включающие отбор проб почвы, снега, мха и анализа листьев березы повислой по показателю флуктуирующей асимметрии (ФА).

Пробоотбор был осуществлен по следующей схеме: пробы почвы, мха и листьев были отобраны с 5 точек в черте г. Родники, а также по 5 проб по четырем направлениям (север, юг, восток и запад) на расстояниях 0, 0,5, 1, 5 и 10 км от городской черты. Сбор образцов был выполнен в 2012-2013 гг. Также было отобрано 10 проб снега на территории города и за его окрестностями в феврале 2014 г.

Пробоотбор и пробоподготовка образцов осуществлялись по стандартным методикам. Образцы почвы отбирались с глубины 10-20 см. После просеивания, высушивания до воздушно-сухого состояния и удаления включений, почвы подвергались анализу на тяжелые металлы (Pb, Cd, Cr, Cu, Co, Ni, Mn, Fe и Zn) атомно-абсорбционной спектроскопии (ААС) с атомизацией в пламени. В образцах почв определялись концентрации валовых форм металлов (экстракция конц. HNO₃ и H₂O₂), а также подвижных форм (экстракция буфером с pH = 4,8). Пробы мха отбирались в целлофановые пакеты на открытых участках, не менее чем в 5 м от крон деревьев, после чего очищались от частиц субстрата, высушивались при комнатной температуре до постоянного веса, после чего проходили процедуру пробоанализа, аналогичную анализу почвы. Пробы снега отбирались в пластиковые ведра, растапливались, после чего в талой воде определялось содержание тяжелых металлов (ТМ) методом ААС.

Таблица 1. Результаты физико-химического мониторинга природных сред и биоиндикации г. Родники

	Ед. изм	V	Cr	Mn	Ni	Co	Zn	As
Почва 2013	мг/кг	<u>54,9</u> 50,0		<u>566</u> 727		<u>8,60</u> 10,08	<u>96,5</u> 79,6	<u>3,85</u> 3,92
Почва 2011		<u>—</u> 43,8	<u>—</u> 65,2	<u>—</u> 579	<u>—</u> 16,9	<u>—</u> 7,6	<u>—</u> 52,2	<u>—</u> 3,49
Почва 2010*		38,0	64,4	850	15,8	7,9	45,0	3,1
Мох 2013		<u>7,24</u> 6,28	<u>8,31</u> 8,20	<u>254</u> 425	<u>5,79</u> 6,28	<u>1,21</u> 1,65	<u>179</u> 132	<u>0,74</u> 0,71
Мох 2010*		5,14	5,92	777	6,05	0,87	68,5	0,98
Снег 2014	мкг/л		<u>0,024</u> 0,011	<u>0,103</u> 0,047	<u>0,017</u> 0,034	<u>0,0068</u> 0,0061	<u>3,34</u> 3,34	
* – результаты фоновое мониторинга. Для прочих данных в числителе приведены средние концентрации для городской черты, а в знаменателе – для окрестностей города								

Результаты исследования приведены в табл. 1. Было установлено, что средние концентрации токсичных элементов в почве в городской черте и за ее пределами отличаются несущественно. Напротив, концентрации данных элементов во мхах и снеге, существенно различаются для точек внутри города и за его пределами. Это связано с тем, что снег и мох отражают качество атмосферного воздуха, в то время как почва, являющаяся более инертной средой по отношению к миграции токсикантов, не столь ярко отражает пространственной распределение загрязняющих веществ. Тем не менее, было установлено, что для городской черты содержание цинка в почве существенно выше, чем за ее пределами. Этот факт также подтверждается и результатами

биоиндикационного исследования. Концентрация цинка в почве города более чем в 2 раза больше, чем фоновое содержание в почвах района и значительно выше данных, полученных в 2011 г. Следовательно, на территории г. Родники имеется действующий источник эмиссии цинка в атмосферу, из которой он впоследствии попадает в почву. Также существенно большие концентрации свинца и кадмия были отмечены для образцов, собранных внутри г. Родники. Так, концентрации свинца в талой снеговой воде из города почти в 2 раза больше, чем для окрестностей и достигает 0,033 мкг/л. Также более чем в 2 раза выше в черте города концентрация кадмия во мхах – 1,29 мг/кг. Основным источником этих элементов является автотранспорт, который преимущественно сосредоточен в самом г. Родники.

Кроме ААС спектрометрии образцы почвы и мха были проанализированы методом нейтронно-активационного анализа (НАА) на базе Объединенного института ядерных исследований в г. Дубна на содержание еще 45 элементов. Погрешность измерений при этом составила в среднем 20% (ААС) и 10% (НАА). Анализ полученных данных показал удовлетворительное согласие НАА и ААС для пересекающихся элементов (Cr, Co, Ni, Mn, Fe и Zn). В дальнейшем для расчетов мы использовали данные НАА, за исключением Pb, Cd, и Cu.

В основе методики, используемой при вычислении показателя ФА листьев березы повислой, лежит взаимосвязь между морфологическими особенностями развития листьев берёзы и качеством окружающей среды. Оценка производилась по пятибалльной шкале в зависимости от величины ФА. На каждой пробной площадке было собрано по 10 листьев с 10 деревьев. При сборе материала, добываясь приблизительной однородности образцов, были соблюдены одинаковые условия сбора: примерный возраст деревьев, их сходное местообитание, условия освещения, местоположение листа на кроне дерева, средняя величина листа. Сбор листьев проводился в июле 2012-2013 гг.

Отражением более сильной антропогенной нагрузки в городской черте является и более высокое значение показателя ФА. Анализируя временную динамику показателя ФА листьев березы повислой в черте г. Родники можно отметить, что в течение 2-х лет показатели остаются достаточно стабильными. Среди образцов, собранных в черте города двое характеризуются V классом ФА, что позволяет говорить о критическом уровне воздействия. Следует отметить, что это участок расположен вблизи трассы и подвержен интенсивному воздействию автотранспорта. Корреляционный анализ показателя ФА и концентрации токсикантов в природных средах выявил отсутствие влияния атмосферных выпадений на показатель ФА. Наибольшее количество достоверных взаимосвязей (29,4%) обнаружено между показателями флуктуирующей асимметрии листьев березы повислой и содержанием загрязняющих веществ в почве (алюминий, ванадий, железо, магний и мышьяк), которые способны вызывать у них аномальное развитие, что и обуславливает высокие значения ФА.

Сравнивая результаты исследования содержания токсичных элементов в почве окрестностей г. Родники за 2011 и 2013 гг., можно сделать вывод, что для всех наблюдаемых веществ концентрация либо выросла, либо осталась на прежнем уровне. Наибольший рост содержания в почве отмечен для кобальта, цинка, марганца и мышьяка.

В табл. 2 приведено сравнение результатов фоновового мониторинга загрязнения почв Ивановской области в 2010 г, мониторинга антропогенной нагрузки на окрестности г. Родники в 2011 и 2013 гг., а также нормативы содержания валовых форм токсикантов в почвах. Локальные фоновые концентрации элементов в почвах были рассчитаны как среднее для 10 точек с наименьшим содержанием данного элемента. Анализ полученных данных свидетельствует, что хотя Родниковский район и характеризуется большими, чем в среднем по области концентрациям загрязняющих веществ в почве, но, тем не менее, они значительно меньше предельно допустимых величин. Это позволяет сделать вывод об удовлетворительном качестве почв в г. Родники и его окрестностях. Аналогичный анализ показал, что хотя окружающая среда в окрестностях г. Родники испытывает заметное антропогенное воздействие, однако в целом остается практически незагрязненной.

Таблица 2. Сравнение содержания токсичных элементов в почвах г. Родники и Ивановской области

	V	Cr	Mn	Ni	Co	Zn	As
Родники 2013	$\frac{55}{50}$		$\frac{566}{727}$		$\frac{8,6}{10,0}$	$\frac{97}{80}$	$\frac{3,9}{3,9}$
Родники 2011	$\frac{-}{44}$	$\frac{-}{65}$	$\frac{-}{579}$	$\frac{-}{17}$	$\frac{-}{7,6}$	$\frac{-}{52}$	$\frac{-}{3,5}$
Ср. Родники 2010	38	64	850	16	7,9	45	3,1
Ср. область 2010	34	55	750	16	7,0	39	2,9
Фон область 2010	20	39	343	7	4,5	23	2,2
ПДК _n (ОДК _n)	150	-	1500	80	-	220	10

Работа выполнена при поддержке Российского Фонда Фундаментальных Исследований, проект № 12-05-97516-р_центр_a.

УТИЛИЗАЦИЯ РЕГЕНЕРАЦИОННЫХ ВОД УСТАНОВОК ХИМИЧЕСКОГО ОБЕССОЛИВАНИЯ ДОБАВОЧНОЙ ВОДЫ НА ТЭС

А.Ю. Будаева

Ивановский Государственный Энергетический Университет им. В.И. Ленина

В связи с вводом большого количества новых энергетических мощностей на базе ПГУ и реконструкции стареющих ВПУ необходимо создавать высокотехнологичные автоматизированные установки очистки природной воды. При ужесточении норм и требований к качеству водного теплоносителя на ТЭС и АЭС, а также увеличение экологичности и экономичности установок ВПУ применение мембранных методов очистки является наиболее перспективным инженерным решением.

Применение установок обратного осмоса и ультрафильтрации позволяет сократить расходы реагентов на подготовку питательной и добавочной воды котельных установок, а также сократить или свести практически к нулю объем сточных вод.

Стоки химического цеха тепловой электростанции в значительной степени формируются водами взрыхляющих промывок, отработанными регенерационными растворами и отмывочными водами ионитных фильтров. Для установок химического обессоливания часть стоков содержит избыток кислоты, обычно серной кислоты, часть стоков – избыток щелочи, а нейтрализованный сток значительное количество солевых компонентов, нередко превышающих предельно-допустимые концентрации (ПДК) [1]. Обычно, перед сбросом в природные водоемы стоки химцеха смешиваются с общестанционным стоком, что позволяет снизить концентрации солей, однако, общий солевой сброс может превышать ПДК [2] и вызывать штрафные санкции со стороны контролирующих органов.

Экологические проблемы химводоочисток ТЭС являются одним из основных аргументов в пользу применения мембранных технологий водоподготовки взамен ионитных фильтров [2,3].

В данной работе предлагается простой метод сокращения объема минерализованных сточных вод обессоливающей установки на основе использования измерений электропроводности, с последующей раздельной утилизацией условно чистого и минерализованного стоков.

В качестве примера рассмотрена установка химического обессоливания Костромской ГРЭС (КГРЭС).

Исходная вода относится к типу маломинерализованных вод гидрокарбонатного класса. Содержание взвешенных веществ – невысокое, содержание железоорганических соединений – среднее. Сточная вода содержит высокие концентрации хлоридов и сульфатов.

Подготовка обессоленной воды на КГРЭС производится по схеме трехступенчатого химического обессоливания с блочным включением фильтров (рис. 1).

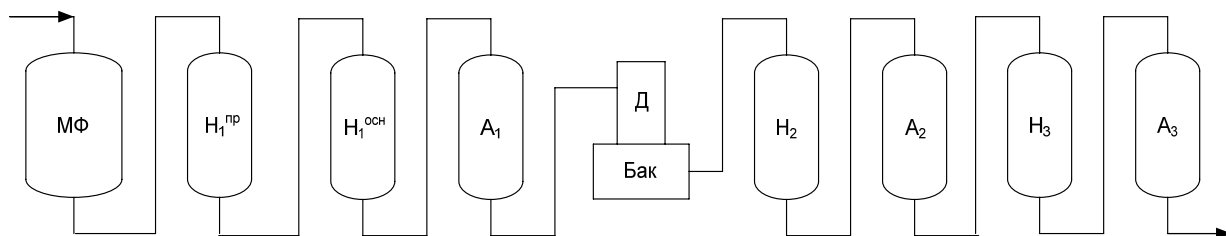


Рис. 1. Принципиальная технологическая схема водоподготовительной установки (ВПУ) Костромской ГРЭС:

МФ – механический фильтр; $H_1^{пр}$, $H_1^{осн}$ – Н-катионитные фильтры первой ступени (предвключенный и основной); H_2 , H_3 – Н-катионитные фильтры второй и третьей ступени; A_1 , A_2 , A_3 – ОН-анионитные фильтры первой, второй и третьей ступеней; Д – декарбонизатор, Бак – бак декарбонизированной воды

Принятая технологическая схема водоподготовки отвечает требованиям норм проектирования для прямоточных котлов СКД и обеспечивает требуемое качество обессоленной воды [8]. Блочное включение фильтров позволяет максимально сократить расход кислоты и щелочи на регенерацию и воды на собственные нужды.

Было проведено технологическое испытание оборудования обессоливающей установки КГРЭС, в ходе которого получены выходные кривые регенерации катионитных ($H_3 - H_2 - H_1^{пр} - H_1^{осн}$) и анионитных ($A_3 - A_2 - A_1$) фильтров первого блока фильтров (БФ-1). Регенерация проводилась в штатном режиме оперативным персоналом химцеха.

Для уменьшения расхода воды на собственные нужды установки на КГРЭС предусмотрен отвод от фильтров вод взрыхляющей промывки в бак промстоков с последующей очисткой и возвратом в технологический цикл.

Кислотный сток, как и щелочной, может быть разделен на два потока: условно чистый сток с удельной электропроводностью менее 500 мкСм/см объемом около 140 м³ и минерализованный сток объемом 80 м³ с концентрацией солей Na₂SO₄, CaSO₄, MgSO₄ до 150 мг-экв/л и такой же концентрацией серной кислоты.

При наличии нескольких баков-нейтрализаторов, как на КГРЭС, появляется возможность собирать условно чистые стоки кислотной и щелочной регенерации в один бак-нейтрализатор, а минерализованные стоки кислотной и щелочной регенераций – в другой бак-нейтрализатор (рис. 2).

Нейтрализованный условно чистый сток объемом до 250 м³ с электропроводностью до 200 - 250 мкСм/см может быть направлен в бак промстоков для повторного использования. В другом баке-нейтрализаторе с минерализованным кислотно-щелочным стоком предполагается интенсивное образование осадка гипса CaSO₄, который может быть удален отстаиванием в баке-нейтрализаторе или другом специальном баке. После этого раствор может подаваться на выпарной аппарат, обеспечивающий выход увлажненных кристаллических солей, пригодных для транспортирования. Подобные проекты реализуются в теплотехнологиях, в том числе на ТЭС, например, на Стерлитамакской ТЭЦ в Башкирии по технологии НПП «Машпром» (г. Екатеринбург).

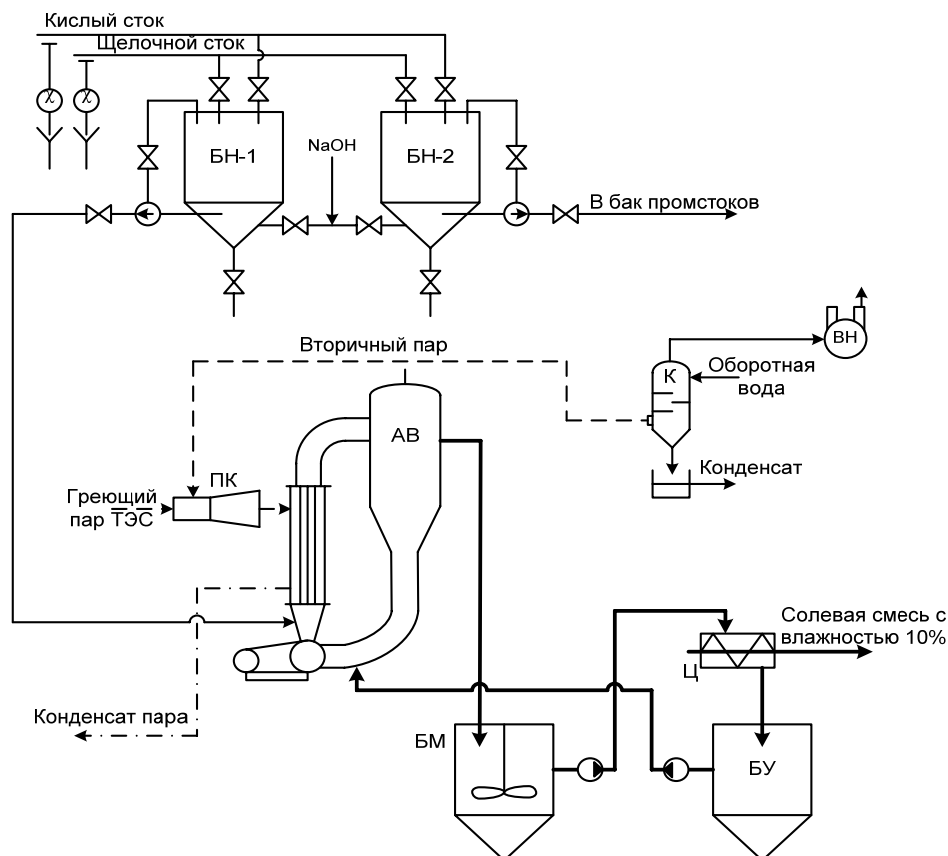


Рис. 2. Принципиальная схема разделения и утилизации регенерационных вод обессоливающей установки:

БН-1, БН-2 – баки-нейтрализаторы химцеха; χ – датчик измерения удельной электропроводности;

АВ – выпарной аппарат; К – конденсатор; ПК – паровой компрессор; Ц – центрифуга;

БМ – бак с мешалкой; БУ – бак упаренного раствора; ВН – вакуумный насос

Таким образом, под контролем электропроводности стоков регенерации ионитных фильтров обессоливающей установки с блочным включением (КГРЭС) возможна раздельная утилизация маломинерализованных и высокоминерализованных регенерационных вод. Маломинерализованные стоки могут быть возвращены в технологический цикл, высокоминерализованные – упарены до увлажненных солевых остатков, пригодных к вывозу с ТЭС.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Правила охраны поверхностных вод (типовые положения). М.: Государственный комитет СССР по охране природы. 1991.
2. Серебрянников Н.И., Преснов Г.В., Храмчихин А.М., Седлов А.С., Шищенко В.В., Ларин Б.М. Стратегия защиты водоемов от сброса сточных вод ТЭС ОАО «Мосэнерго» / Теплоэнергетика. 1998. №7. С. 2-6.
3. Ларин Б.М., Ларин А.Б. Состояние технологии подготовки водного рабочего тела на отечественных ТЭС // Теплоэнергетика. 2014. №1. С. 75-78.

ОЦЕНКА ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ДИЭЛЕКТРИЧЕСКОГО БАРЬЕРНОГО РАЗРЯДА ДЛЯ ВОССТАНОВЛЕНИЯ СОРБЕНТОВ

А.А. Гуцин, В.А. Любимов, Г.И. Гусев

Ивановский государственный химико-технологический университет

Одним из эффективных методов очистки сточных вод от органических соединений является адсорбционный метод, позволяющий обеспечить высокую степень очистки промышленных стоков [1,2]. Достоинством метода является его эффективность (до 95 %), возможность очистки сточных вод, содержащих несколько веществ, а также рекуперация этих веществ [3].

Несмотря на огромный ассортимент сорбентов, проблема очистки сточных и природных вод не решена, т.к. процесс сорбции чрезвычайно дорог, поскольку кроме затрат на адсорбент необходимы затраты на его регенерацию, а также в большинстве случаев не решена задача нейтрализации полученных после десорбции сконцентрированных органических веществ.

Традиционно для удаления различных нефтепродуктов (НП) из воды применяют такие природные сорбенты, как активированные угли (далее АУ) различных марок, цеолиты и шунгиты. Рост объемов применения данных сорбентов в различных отраслях промышленности обусловил их дефицит, поэтому необходимо повышать эффективность их использования путём их модификации, и регенерации.

Применение рациональных способов регенерации сорбентов дает возможность улучшить технико-экономические показатели адсорбционных установок, а также обеспечить защиту атмосферы и водного бассейна от загрязнений и вернуть ценные вещества в производство для повторного их использования. К числу новых и малоизученных способов регенерации сорбентов можно отнести обработку сорбентов в диэлектрическом барьерном разряде (ДБР).

Целью данной работы являлось изучение возможности восстановления сорбционных свойств сорбентов (АУ, цеолит, шунгит), загрязнённых НП, путем их обработки в ДБР. Объектами исследования были выбраны следующие сорбенты:

- АУ марки БАУ – А;
- цеолит природный (более 68% клиноптилолита) Чугуевского месторождения, с размером фракции 2-4 мм;
- шунгит Занеженского месторождения, с размером фракции 3-9 мм.

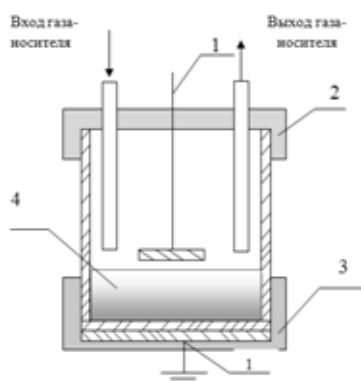


Рис. 1. Схема реактора с подачей плазмообразующего газа: 1 – электроды; 2 – крышка; 3 – подставка; 4 – обрабатываемый сорбент

Эксперимент проводился на установке, основным элементом которой служил плазмохимический реактор. Барьерный разряд возбуждался от высоковольтного трансформатора (переменный ток частотой 50 Гц), величина приложенного к электродам напряжения составляла 5 - 10 кВ. Контроль значений первичного напряжения осуществлялся вольтметром марки Д 5015. Расход газа-носителя регистрировался с помощью ротаметра. Конструкция позволяла регулировать расход газа. В качестве плазмообразующего газа использовался кислород. Была предусмотрена возможность автоматического встряхивания содержимого реактора. Расстояние между слоем сорбента и неизолированным электродом во всех опытах составляло 3 мм.

Плазмохимический реактор представлял собой стеклянный сосуд цилиндрической формы (рис. 1), внутренний диаметр которого составлял 60 мм. Дно ячейки располагалось на подставке 3, выполненной из политетрафторэтилена (ПТФЭ). Толщина диэлектрического барьера между электродом из алюминиевой фольги (Ø 60 мм, толщиной 20 мкм) и обрабатываемым сорбентом составляла 2 мм. Сосуд герметично закрывался крышкой, выполненной из ПТФЭ, в которой был вмонтирован электрод, изготовленный из алюминиевого сплава (Ø 30 мм). Для регулирования межэлектродного зазора, верхний неизолированный электрод монтировался в крышку с помощью резьбы. Для подачи и удаления плазмообразующего газа в крышку были также вмонтированы два стеклянных патрубка.

Исследование включало загрязнение исходных сорбентов модельным раствором НП и их последующую обработку в ДБР. Степень загрязнения сорбентов составила соответственно: АУ – 2,9 мг/г, цеолит – 1,9 мг/г, шунгит – 1,9 мг/г. В ходе экспериментов определялась сорбционная ёмкость сорбентов по НП до и после загрязнения, а также после обработки в плазмохимическом реакторе при различных параметрах (напряжение, время обработки, расход газа - носителя). Получены зависимости ёмкости сорбентов по НП от величины приложенного напряжения, времени обработки и скорости подачи плазмообразующего газа (кислорода).

Зависимость сорбционной ёмкости обработанных сорбентов по НП от величины приложенного напряжения представлена на рис. 2.

Обработка проводилась при следующих параметрах:

- напряжение – 5-8 кВ;
- время обработки – АУ, шунгит – 1 мин; цеолит – 10 мин;

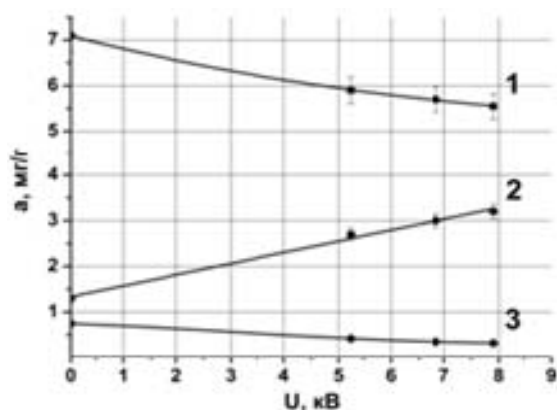


Рис. 2. Зависимости сорбционной ёмкости сорбентов по НП от величины приложенного напряжения: 1 – АУ (Снп = 40 мг/л), 2 – Цеолит (Снп = 114 мг/л), 3 – Шунгит (Снп = 88 мг/л)

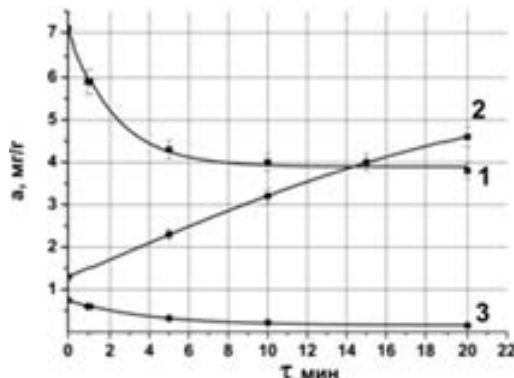


Рис. 3. Зависимости сорбционной ёмкости сорбентов по НП от времени обработки в реакторе: 1 – АУ (Снп = 40 мг/л), 2 – Цеолит (Снп = 114 мг/л), 3 – Шунгит (Снп = 88 мг/л)

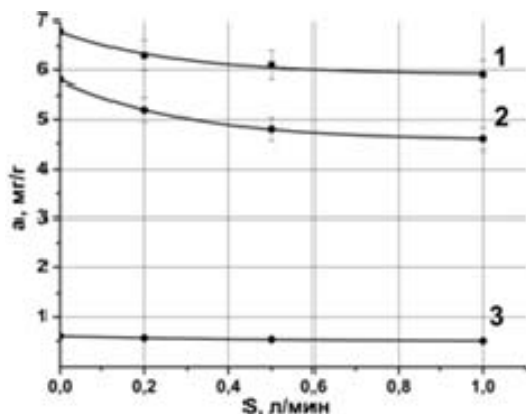


Рис. 4. График зависимости сорбционной ёмкости сорбентов по НП от уровня подачи плазмообразующего газа (кислород): 1 – АУ (Снп = 40 мг/л), 2 – Цеолит (Снп = 114 мг/л), 3 – Шунгит (Снп = 88 мг/л)

ухудшению сорбционных показателей АУ и шунгита. Вероятно, это связано с их углеродной основой, в отличие от цеолита, который имеет алюмосиликатную решётку.

- расход плазмообразующего газа – 1 л/мин.

Из полученных результатов можно сделать вывод, что обработка загрязнённого НП АУ при данных параметрах не даёт положительных результатов. С увеличением напряжения сорбционная ёмкость АУ по НП значительно уменьшается с 7,1 мг/г до 5,6 мг/г. Однако обработка загрязнённого НП цеолита при данных параметрах обработки даёт положительный эффект. Анализ экспериментальных данных позволяет сделать вывод, что с увеличением напряжения сорбционная ёмкость цеолита по НП возрастает с 1,3 мг/г до 3,2 мг/г (рис. 2). В ходе экспериментов было определено оптимальное напряжение, при котором происходит регенерация цеолита, которое составляет 7,9 кВ. Обработка шунгита так же не дала положительных результатов, с увеличением напряжения сорбционная ёмкость шунгита по НП уменьшается с 0,75 мг/г до 0,32 мг/г.

Зависимость сорбционной ёмкости обработанных сорбентов по НП от времени обработки представлена на рис. 3. Обработка проводилась при следующих параметрах:

- напряжение - АУ, шунгит – 5,3 кВ; цеолит – 7,9 кВ;
- время обработки – 1 – 20 мин;
- расход плазмообразующего газа – 1 л/мин.

С увеличением времени обработки ёмкость АУ по НП значительно падает с 7,1 мг/г до 3,8 мг/г. Однако ёмкость цеолита по НП с увеличением времени обработки значительно возрастает с 1,3 мг/г до 4,6 мг/г, что больше ёмкости чистого цеолита (3,1 мг/г) при данной начальной концентрации модельного раствора НП. Таким образом, оптимальное время обработки загрязнённого цеолита для восстановления его сорбционных свойств составляет 20 мин. Что касается шунгита, то с увеличением времени обработки ёмкость шунгита по НП, так же и АУ, падает с 0,75 мг/г до 0,22 мг/г.

Зависимость сорбционной ёмкости обработанных сорбентов по НП от объемного расхода плазмообразующего газа (кислорода) в реактор представлена на рис. 4. Обработка проводилась при следующих параметрах:

- напряжение – АУ, шунгит – 5,3 кВ; цеолит – 7,9 кВ;
- время обработки – АУ, шунгит – 1 мин; цеолит – 20 мин;
- расход плазмообразующего газа – 0-1 л/мин.

Увеличение расхода плазмообразующего газа в реактор приводит к незначительному снижению ёмкости всех сорбентов. Вероятно, это связано с обгаром частиц в присутствии большого кислорода и частичным закрытием микропор.

Таким образом, по результатам исследований, можно сказать, что обработка загрязнённых НП сорбентов, а именно, АУ марки БАУ – А, цеолита Чугуевского месторождения и шунгита Занеженского месторождения, в ДБР при различных параметрах обработки (напряжение, время обработки, расход газа-носителя) приводит к увеличению сорбционной ёмкости лишь у цеолита и к

ЛИТЕРАТУРА:

1. Хаскельберг М.Б., Шиян Л.Н., Корнев Я.И. // Известия Томского политехнического университета. 2011. Т. 319. №3. С. 146.
2. Митрюшкина К.П. Охрана природы. Справочник. М.:Агропромиздат, 1987.С. 267.
3. Смирнов А.Д. Сорбционная очистка воды. Л.: Химия, 1982. С. 168.

ВИХРЕВОЙ ЭЖЕКТОРНЫЙ УСКОРИТЕЛЬ ПОТОКА ВЫХЛОПНЫХ ГАЗОВ

С.В. Заика, С.С. Достовалова

*Самарский государственный аэрокосмический университет им. ак. С.П. Королёва
(национальный исследовательский университет)*

Эксплуатация поршневых двигателей встречает на своем пути ряд проблем. Их решение позволит оказать значительное влияние на совершенствование двигателей внутреннего сгорания в составе тех видов транспортных средств, которые играют важную роль в аграрном, промышленном, спортивном, образовательном и других направлениях. Необходимы такие изменения, которые позволят увеличить мощность двигателя, снизить расход топлива и выброс в атмосферу вредных веществ продуктов сгорания.

Существует возможность решения данных проблем за счет использования вихревого эжекторного ускорителя потока выхлопных газов двигателя внутреннего сгорания. Данная система может быть использована в составе выхлопной системы, благодаря чему возможно повышение экономичности и мощности двигателя внутреннего сгорания, а также снижение токсичности выхлопных газов.

Ускоритель потока выхлопных газов двигателей внутреннего сгорания с эжектором содержит раструб, конус с расположенными на нем проточными и вторичными каналами, эжектор, камеру смещения потоков выхлопных газов и эжектируемого воздуха и сопло Лавала на выходе ускорителя. Расположенные друг за другом, эти элементы совмещены так, что прямая волна давления выхлопных газов изменяет свое направление по оси течения. В камере смещения создается область пониженного давления за счет обтекания газами конуса, вершина которого ориентирована навстречу выхлопным газам. Это вызывает всасывание воздуха, который охлаждает двигатель внутреннего сгорания. Результатом является повышение экономичности и мощности двигателя внутреннего сгорания.

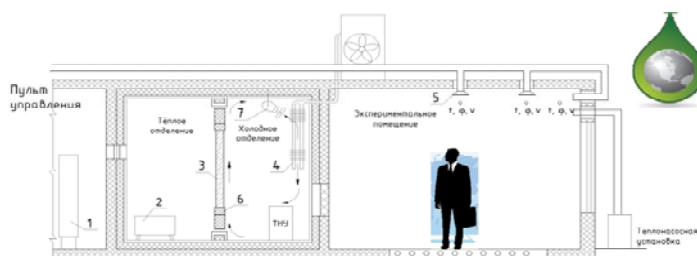
Проведенные стендовые испытания показали, что использование вихревого эжекторного ускорителя потока выхлопных газов двигателя внутреннего сгорания позволит: увеличить эффективную мощность двигателя на 10...12%; снизить шумовое загрязнение окружающей среды; снизить часовой расход топлива на 10...15%; снизить процентное содержание СО на 10...15% и СН до 10%;

РАЗРАБОТКА МОДИФИЦИРОВАННОЙ КЛИМАТИЧЕСКОЙ КАМЕРЫ ДЛЯ ИСПЫТАНИЯ ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИХ КОНСТРУКЦИЙ ЗДАНИЙ И МОДЕЛИРОВАНИЯ МИКРОКЛИМАТА

*В.М. Захаров, Н.Н. Смирнов, К.М. Иванова, Н.Р. Сафарова, А.А. Яблоков
Ивановский Государственный Энергетический Университет им. В.И. Ленина*

В рамках гранта на выполнение научных исследований в 2013 году производились мероприятия по разработке multifunctional климатической камеры, в которой можно было бы производить следующие исследования:

- 1) моделирование микроклимата и определение влияния его параметров на человека;
- 2) испытание энергосберегающих окон с теплоотражающими экранами и непрозрачных ограждающих конструкций.



1 – блок управления; 2 – нагреватель; 3 – испытуемый образец; 4 – испаритель холодильной машины; 5 – воздухораспределители; 6 – перегородка; 7 – вентилятор

Рис. 1. Схема климатической камеры

Разработанная сотрудниками кафедры ПТЭ климатическая камера (рис. 1) состоит из следующих блоков:

- 1) теплого отделения камеры, в котором находятся нагревательные приборы, испытуемый образец в теплоизоляционном ограждающем слое;
- 2) холодного отделения камеры, в котором находятся испаритель, вентилятор, а также конденсатор ТНУ;

3) помещения с измерительной аппаратурой, в котором находится система автоматического сбора данных;

4) экспериментального помещения, в котором находится человек, воздухораспределители, «тёплый пол», а также система утилизации теплоты вытяжного воздуха.

Следует отметить, что авторами уже проводились испытания окон с теплоотражающими экранами в существующей климатической камере АНО «Ивановостройиспытания», которая была создана при непосредственном участии сотрудников ИГЭУ. В ходе испытаний у авторов накопился ряд замечаний к климатической камере АНО «Ивановостройиспытания», связанных с недостаточной возможностью проведения многофакторных нестационарных натурных экспериментов, что объясняется особой спецификой в деле сертификации ограждающих конструкций. Значительное количество работ, связанное с моделированием параметров микроклимата, с исследованием новых энергосберегающих ограждающих конструкций и технологий, требует создания на базе ИГЭУ своей собственной климатической камеры, отвечающей современным нормативным требованиям не только в области сертификации окон и стен, но и при проведении актуальных научных исследований.

Микроклимат представляет собой комплекс физических параметров среды помещения, влияющих на теплообмен человека с окружающей средой, его тепловое состояние и, соответственно, на самочувствие, здоровье и работоспособность. Тепловое состояние человека зависит от воздействия ряда параметров микроклимата. К ним относятся:

- температура воздуха;
- относительная влажность воздуха;
- скорость движения воздуха;
- интенсивность теплового излучения.

Микроклимат оказывает значительное влияние на человека. Так, для того, чтобы физиологические процессы в организме протекали нормально, выделяемая организмом теплота должна полностью отводиться в окружающую среду, то есть соблюдаться тепловой баланс. Нарушение теплового баланса может привести либо к перегреву, либо к переохлаждению организма и, как следствие, к быстрой утомляемости, к потере трудоспособности. Температурные воздействия, выходящие за пределы допустимых колебаний, вызывают изменения тонуса мышц, периферических сосудов. Если все параметры микроклимата находятся в норме, то у человека не возникает никаких ощущений дискомфорта.

На данном этапе исследования было произведено численное моделирование аэродинамики воздушных потоков из воздухораспределителя при обтекании человека, находящегося в разрабатываемой климатической камере. Было интересно изучить, какие скорости будут в рабочей зоне и соответствуют ли они оптимальным параметрам.

С помощью визуального редактора PHOENIX было задано трехмерное пространство климатической камеры, разделенное на теплое и холодное отделения с помощью ограждающей конструкции в виде кирпичной стены и стекла. Были заданы воздухораспределитель, вентиляционная решетка, человек. Были определены режим турбулентности, параметры среды: в теплом 18 °С, в холодном минус 20 °С, температура кожных покровов человека задали в 32°С, причем были проведены исследования температуры кожных покровов в студенческой группе из 18 человек с помощью пирометра.

Была задана вычислительная сетка из конечных элементов по трем направлениям: по x, y, z. Уплотняли сетку в области человека и ограждающей конструкции. На рис. 2 показан рассчитанный воздушный поток от воздухораспределителя к вентиляционной решетке, на рис. 3 - распределение векторов и полей скоростей воздуха

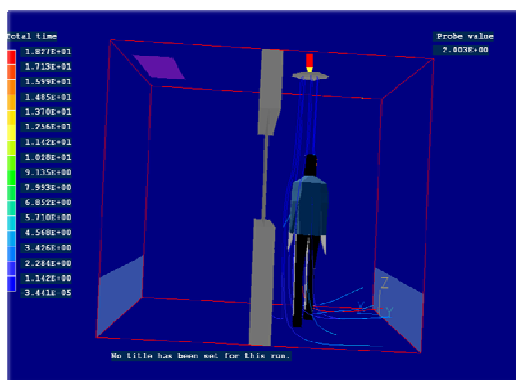


Рис. 2. Распределение линий тока воздуха при обтекании человека

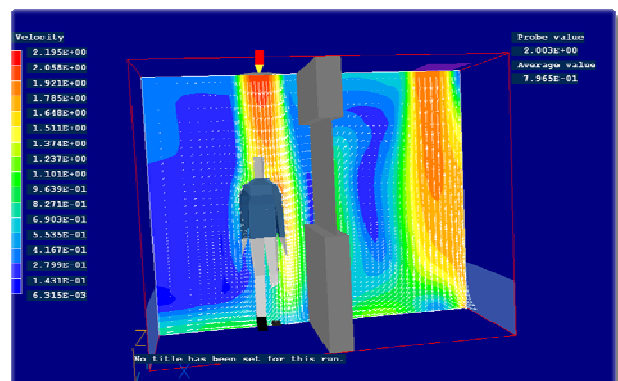


Рис. 3. Распределение векторов и полей скоростей воздуха

Так, при расположении воздухораспределителя над человеком на высоте $h=2,5$ м скорость в рабочей зоне составит 1,64м/с, при скорости воздуха, подаваемой из воздухораспределителя 2м/с. А при скорости подаваемой из воздухораспределителя – 0,5м/с, скорость в рабочей зоне будет составлять 0,38 м/с. Скорости в рабочей зоне мы получили с помощью разработки в программе PHOENIX. Известно, что оптимальная скорость

в рабочей зоне составляет от 0,2 до 0,4 м/с. Таким образом, произведено численное моделирование для выбора вентилятора в кондиционере для разрабатываемой климатической камеры. Дальнейшие исследования планируется осуществлять с помощью программы COMSOL.

Как известно, в системах кондиционирования применяется вода. Именно поэтому нас заинтересовала тема информационных свойств воды, которая используется при увлажнении воздуха. Вода обладает физическими, химическими свойствами, такими как: текучесть, вязкость, в которой она уступает только ртути, также вода является растворителем и может состоять в трех агрегатных состояниях. Но в рамках данной статьи хотелось бы обратить внимание на информационные свойства воды. Вода «запоминает» события.

Японский ученый Масара Ямату заявил, что может доказать наглядно, что вода обладает памятью. Он устанавливал ёмкость с водой между динамиками и проигрывал различные музыкальные произведения. Затем замораживал воду и фотографировал структуру льда. Полученные результаты потрясли исследователя и научный мир. Насколько красива была структура льда после прослушивания Моцарта – как снежинки, настолько страшными были картины после рока – рваные осколки. Ученые пришли к выводу: окружающая нас вода очень чутко реагирует на информацию любого характера, и хранит в себе полученную информацию, обменивается ею с окружающим миром.

72-х летний тиролоц Йоган Грандер пошатнул основы естественно-научной системы. Его изобретение – прибор для оживления воды, который он успешно экспортирует во все страны мира. Что же именно делают оживители Грандера? Например, поддерживают качество воды в бассейне на уровне гигиенических стандартов. Таким образом, получается антибактериальная защита при значительно меньшем содержании хлора в бассейнах.

Оживленная вода используется также в охлаждающих системах заводов, где охлаждение должно быть постоянным, иначе страдает качество производимых там продуктов. Ранее для борьбы с плесенью, водорослями и кальцием в системах кондиционирования использовались химикаты. А после того, как в систему включили оживитель, вода очищалась без применения химических добавок. Также в ряде предприятий были установлены оживители в систему кондиционирования.

Нами планируется в системе кондиционирования нашей климатической камеры использовать воду с информационными свойствами и изучить в дальнейшем ее влияние на конкретного человека с выдачей оптимальных параметров воздуха.

Данные разработки, в том числе и спроектированная климатическая камера, заинтересовали коллег из научно-технического центра Франции по промышленной климатологии COSTIC, поэтому развитие данного проекта возможно в виде международного исследования.

АНАЛИЗ ТЕЧЕНИЙ ГАЗОТОПЛИВНЫХ ПОЛИДИСПЕРСНЫХ ПОТОКОВ В ТАНГЕНЦИАЛЬНЫХ ТОПКАХ КОТЛОВ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ КОТЕЛЬНЫХ УСТАНОВОК С ВВОДОМ ВТОРИЧНОГО ТОПЛИВА

М.Р. Кадыров, А.А. Тринченко

Институт энергетики и транспортных систем, СПбПУ

Основными направлениями технической политики в области теплоэнергетики в части экологической безопасности котельных установок при планируемом увеличении доли угля в топливном балансе страны предусматривается существенное обострение экологических проблем. Особенно актуальными эти проблемы стали после принятия Законов “Об охране атмосферного воздуха” (1999 г.) и “Об охране окружающей среды” (2002 г.), “Национальный план действий России по окружающей среде”, ГОСТ Р 50831-95.

К настоящему времени энергетиками России и за рубежом разработано и внедрено в промышленность большое количество технических решений, обеспечивающих снижение образования оксидов азота, однако, несмотря на обилие известных и большое число проверенных методов, говорить о полном решении проблемы еще не приходится. Одним из таких технических решений является организация трехступенчатого сжигания.

При организации ступенчатого сжигания твердого топлива, как показал проведенный анализ [1, 2], наибольшее предпочтение отдается топкам с тангенциальным движением топлива в топочной камере. Тангенциальные топки достаточно просты, а организация тангенциального движения в прямоугольном (квадратном) сечении топки не представляет значительных технических сложностей. Вместе с тем, полнота выгорания топлива в тангенциальной топке находится на высоком уровне, потери от механической неполноты сгорания (q_4) – минимальны, что делает их конкурентно способными при выборе аэродинамической организации процесса горения.

Для анализа течений газотопливных полидисперсных потоков рассмотрим тангенциальную топку котла ТПЕ-214 Новосибирской ТЭЦ-5, в которой организовано пылеугольное ступенчатое сжигание смеси кузнецких каменных углей марок Г и Д [3]. Схема трехступенчатого сжигания на котле ТПЕ-214 внедрена с использованием для ступени восстановления пыли основного топлива. Система пылесжигания котла включает в себя систему с пятью молотковыми мельницами и прямым вдуванием пыли, топочную камеру с 3-х ярусным

тангенциальным размещением прямоточных горелок и твердым шлакоудалением. Для организации трехступенчатого сжигания установлены восемь сопел третичного дутья на боковых стенах топки с тангенциальным расположением и противокруткой по отношению к потоку основных горелок. Кроме того, снижена доля вторичного воздуха через верхний ярус горелок путем установки дополнительных вставок в выходные окна каждого «полуканала» вторичного топлива.

Организация вращательного движения газового потока в тангенциальной топке достигается путем установки угловых прямоточных горелок в углах топочной камеры таким образом, чтобы оси воздушных струй, выходящих из этих горелок, были направлены по касательной к воображаемой окружности, расположенной в центре топки. Радиус окружности выбирается таким образом, чтобы не происходило удара топливных частиц о противоположный рассматриваемой горелке топочный экран.

Применительно к котлу ТПЕ-214 углы установки горелок основного и дополнительного топлива представлены на рис. 1.

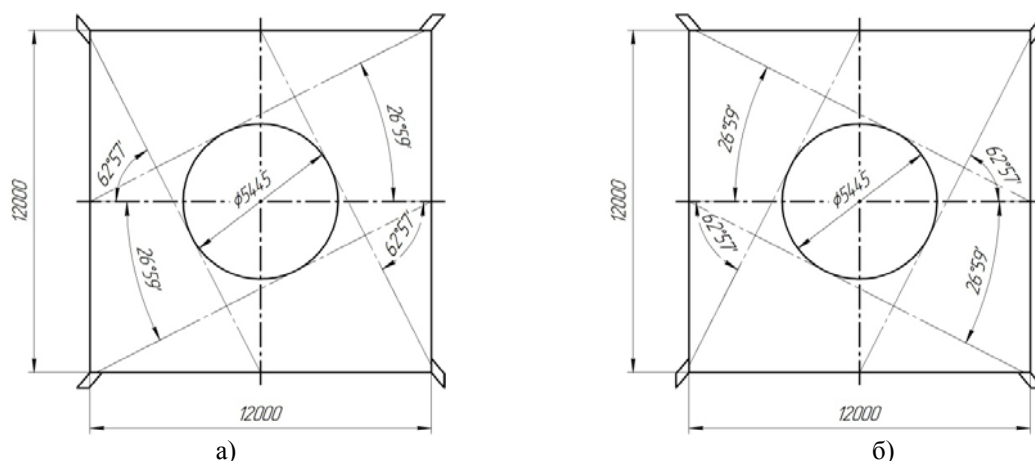


Рис. 1. Углы установки горелок основного и дополнительного топлива в топке котла ТПЕ-214
а) – основные горелки; б) – горелки дополнительного топлива

Результирующее векторное поле скоростей газовых потоков в топке котла ТПЕ-214, полученное с использованием принципа суперпозиции полей скоростей потоков из каждой горелки представлено на рис. 2. Изложенный подход позволяет получить профили скорости в любом произвольном сечении топочной камеры. Профили скорости в некоторых сечениях в проекциях на координатные оси x и y показаны на рис. 3.

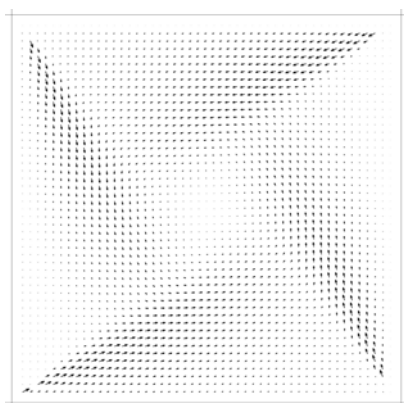


Рис. 2. Векторное поле скоростей газовых потоков в сечении топки котла ТПЕ-214

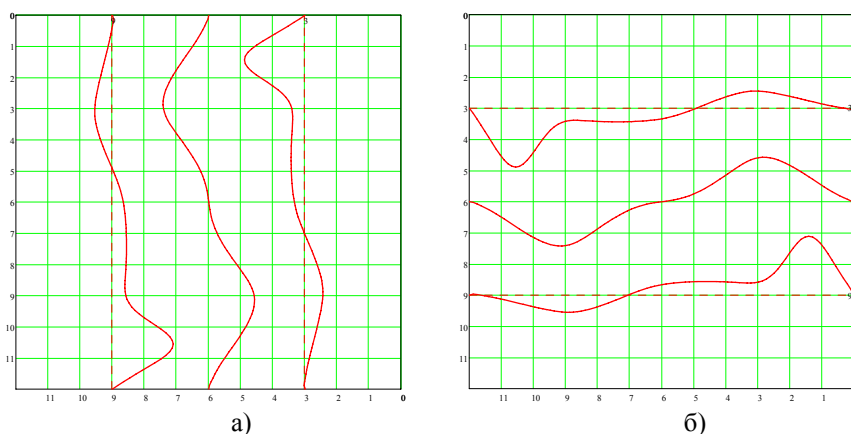


Рис. 3. Проекция векторов скоростей газовых потоков в поперечном сечении топочной камеры котла ТПЕ-214 на оси координат в некоторых сечениях: а) – на ось x ; б) – на ось y

Скорость восходящего потока (проекция на координатную ось z), м/с, определялась через известный объем дымовых газов, образующихся при сгорании топлива, проходящий через поперечное сечение топочной камеры котла из соотношения:

$$W_z = \frac{V_{\text{газов}}}{F_{\text{сечения_топки}}}, \quad (1)$$

где: $V_{\text{газов}}$ – объем образующихся дымовых газов, м³/с; $F_{\text{сечения_топки}}$ – площадь поперечного сечения топочной камеры котла, м².

Строгий расчет движения твердой частицы даже в плоском газовом потоке вызывает определенные трудности, т.к. Связан с решением системы нелинейных дифференциальных уравнений второго порядка, поэтому в общем случае возможно только численное решение такой системы.

Расчеты траекторий движения частиц производились путем численного решения уравнения движения, учитывающего влияние двух основных сил: силы аэродинамического сопротивления и силы тяжести (в том числе возможно решение системы с учетом переменности массы и размера частицы), записанного в проекциях на оси декартовой системы координат [4]:

$$\left. \begin{aligned} m \frac{dV_x}{d\tau} &= \frac{cf\rho_g}{2} (W_x - V_x) \sqrt{(W_x - V_x)^2 + (W_y - V_y)^2 + (W_z - V_z)^2} \\ m \frac{dV_y}{d\tau} &= \frac{cf\rho_g}{2} (W_y - V_y) \sqrt{(W_x - V_x)^2 + (W_y - V_y)^2 + (W_z - V_z)^2} \\ m \frac{dV_z}{d\tau} &= \frac{cf\rho_g}{2} (W_z - V_z) \sqrt{(W_x - V_x)^2 + (W_y - V_y)^2 + (W_z - V_z)^2} - mg \end{aligned} \right\}, \quad (2)$$

где: V и W – скорость частицы и газового потока; m, f – соответственно масса и площадь миделева сечения частицы; ρ_g – плотность газового потока; $c = f(\text{Re})$ – коэффициент сопротивления горящих частиц.

В результате численного моделирования течений и движения твердых частиц в объеме топочной камеры котла ТПЕ-214 получены характерные траектории движения топливных частиц полидисперсного состава.

Траектории движения частиц топлива в объеме топки котла ТПЕ-214 показаны на рис. 4: в проекциях на координатные плоскости yz и xz – на рис. 4, а и 4, б соответственно; на рис. 4, в – представлена трехмерная визуализация.

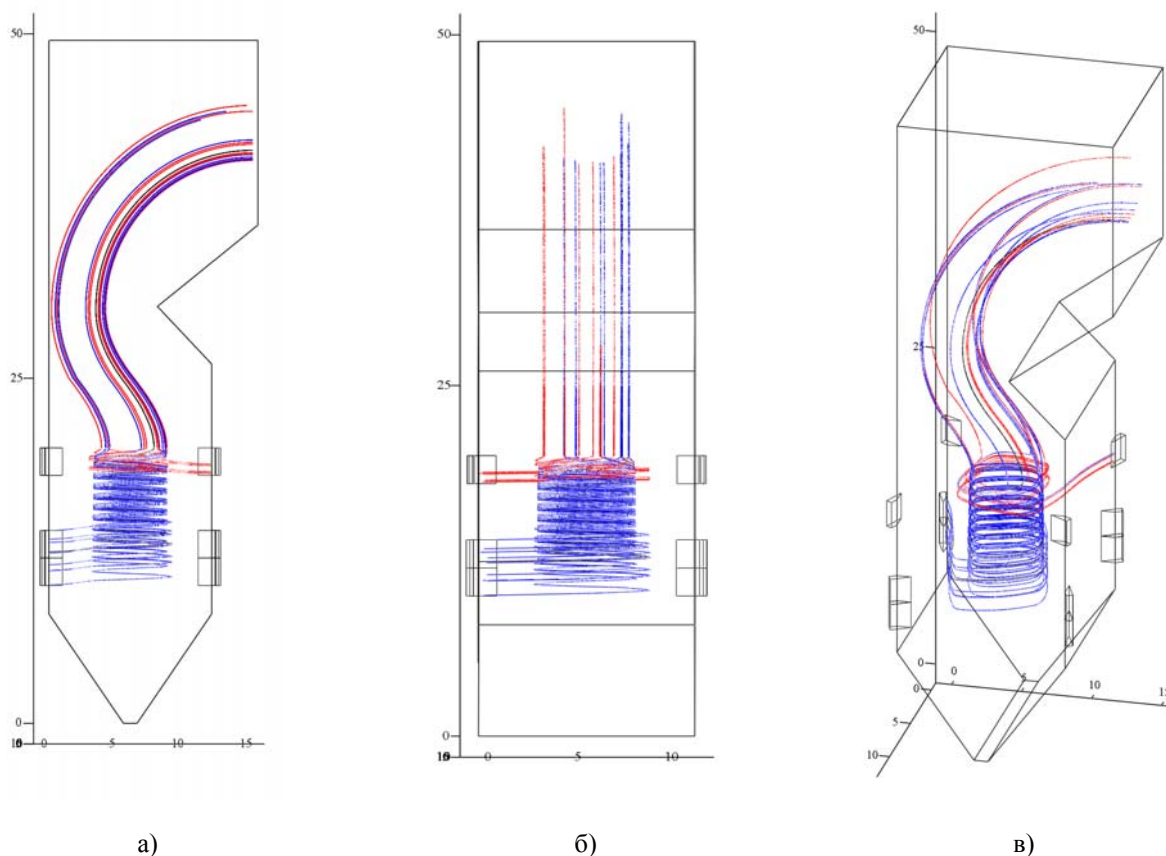


Рис. 4. Расчетные траектории движения топливных частиц в топке котла ТПЕ-214:

- а) – (проекция на координатную плоскость yz ; б) – проекция на координатную плоскость xz (вид на фронт);
в) 3 D-визуализация

Анализ полученных расчетных результатов показал следующее. Интенсивность крутки восходящего потока дымовых газов снижается при их движении от горелок основного топлива к горелкам дополнительного. На уровне горелок дополнительного топлива (потоки из которых направлены в противокрутку к потокам основных горелок), крутка восходящего потока практически полностью прекращается, и далее, к выходу из топочной камеры, имеется только подъемное движение газов без их вращения. После выхода из основных горелок, топливные частицы интенсивно вовлекаются во вращающийся восходящий газовый поток; выпадения частиц в холодную воронку – не происходит, следовательно при работе котла не следует ожидать наличия механического недожога топлива, образующегося из-за его провала ($q_4^{\text{провала}}$), что указывает на приемлемое

(принятое при конструировании котла) отношение объема образующихся дымовых газов и площади поперечного сечения топки, обеспечивающее требуемое подъемное движение частиц восходящим потоком.

При движении топливных частиц так же не наблюдается их наброса на стенки топочной камеры, что может гарантировать отсутствие эрозионного износа экранов и максимальное снижение при этом вероятности возникновения шлакования, обеспечивая тем самым надежность эксплуатации котла.

В целом, разработанная модель показала удовлетворительное совпадение расчетных и экспериментальных данных, и может быть использована для численного моделирования и последующего анализа течений газотопливных полидисперсных потоков в котлах с тангенциальными топками.

При внедрении трехступенчатого сжигания авторам [3] удалось добиться снижения концентрации оксидов азота на 350...420 мг/м³, что удовлетворяет действующим нормативам [5]. Предварительные оценки количества разложившихся NO_x на вторичном топливе с использованием представленных результатов исследования показали, что итоговое расчетное значение концентрации оксидов азота составляет 395 мг/м³, сведя, таким образом, значение расчетной неопределенности к величине, не превышающей 5 %, что является приемлемым результатом для расчетов такой сложности.

Выводы.

1. Разработанная методика адаптирована к условиям тангенциального движения топлива в топке; проведено определение ее достоверности, тестирование, а так же варианты расчеты и сравнение их результатов с экспериментальными данными.

2. Результаты работы могут быть использованы для численного моделирования и последующего анализа течений газотопливных полидисперсных потоков в котлах с тангенциальными топками.

3. Результаты работы обеспечиваются и подтверждается: применением современных методов математического моделирования, корректной оценкой расчетной неопределенности и введенных допущений, а так же опытом эксплуатации и результатами испытаний, полученными другими авторами.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Котлер В.Р. Оксиды азота в дымовых газах котлов. – М.: Энергоатомиздат, 1987. – 144 с.
2. Метод трехступенчатого сжигания как средство защиты атмосферы от выбросов NO_x // Энергетика. – 2006. – №3. С. 13-15.
3. Агапов К.В., Остапенко Д.В., Серант Ф.А. Опыт снижения выбросов оксидов азота на котлах ТПЕ-214 Новосибирской ТЭЦ-5 с использованием схем ступенчатого сжигания // Энергетик. 2007. № 3.
4. Основы практической теории горения: Учебное пособие для вузов / В.В. Померанцев, К.М.Арефьев, Д.Б. Ахмедов и др.; Под ред. В.В. Померанцева. 2-е изд., перераб. и доп. – Л.: Энергоатомиздат, 1986. – 312 с.
5. ГОСТ Р 50831–95 “Установки котельные. Тепломеханическое оборудование”. Общие технические требования.

МАЛОГАБАРИТНЫЙ ЯДЕРНО-МАГНИТНЫЙ СПЕКТРОМЕТР ДЛЯ ЭКСПРЕСС АНАЛИЗА ЖИДКИХ, ВЯЗКИХ И СЫПУЧИХ СРЕД

А.Ю. Карсеев, В.В. Давыдов

Санкт-Петербургский Государственный политехнический университет.

В настоящее время в нашей стране, в условиях непрекращающегося экономического кризиса существует устойчивая тенденция по снижению затрат на производство продукции, что мгновенно отражается на её качестве, а также структурном составе. Причём незначительные нарушения технологии производства, а также умышленное введение дополнительных ингредиентов в продукцию, которые позволяют сохранить цвет, запах и т.д. невозможно определить визуально. Для подробного анализа требуется множество приборов и химических компонентов (передвижная мобильная лаборатория), особенно если исследуется жидкая среда (например, бензин, молоко или пиво). Так как для каждой жидкой среды требуются свои химические тесты, отслеживать такую продукцию очень сложно по причине огромной стоимости мобильных лабораторий [1, 2].

Кроме того, наблюдается постоянное ухудшение экологического состояния водных объектов. Происходит их загрязнение продуктами человеческой деятельности. Чтобы не допустить возникновения опасных ситуаций для людей и массовой гибели морских и речных обитателей, необходим постоянный контроль состояния водной поверхности и побережья [3]. Своевременное выявление очагов загрязнения, позволяет вовремя провести комплекс мер по очистке, как побережья, так и воды, чтобы предотвратить более серьезную экологическую катастрофу [2-4].

Наиболее эффективным решением этих сложнейших проблем является малогабаритный ядерно-магнитный спектрометр [1-4]. Но в связи постоянным расширением спектра загрязняющих веществ и образования в средах различных сложных химических соединений, возникла необходимость, как в улучшение его точностных характеристик, так и увеличения динамического диапазона измерений T₁ и T₂.

Более предпочтительным в такой ситуации является определение T_1 и T_2 в самой конструкции малогабаритного прибора с выводом информации на ЖК дисплей, которая в дальнейшем передаётся в портативный компьютер (планшет). При проведении экологического мониторинга с помощью системы GPS осуществляется координатная привязка предварительных исследований объекта по местности.

Поэтому разработанная конструкция малогабаритного ядерно-магнитного релаксометра подверглась значительной модернизации, особенно электронные блоки. Так как в приборе используется методика измерения T_1 и T_2 по регистрируемой форме сигнала ЯМР с последующим сканированием поля модуляции [3, 5], способ регистрации сигнала ЯМР посредством генератора слабых колебаний менять нельзя. Поэтому была разработана новая схема генератора слабых колебаний (автодина) на основе дифференциального усилительного каскада с полевыми транзисторами со стоковым детектированием сигнала ЯМР и последующим его усилением. Это позволило обеспечить стабильную работу автодина в широком диапазоне частот и хорошее подавление синфазных наводок.

Для обеспечения оптимальных условий регистрации сигнала ЯМР (максимальное отношение сигнал/шум) на базе микроконтроллер STM32 был разработан блок обработки и управления. Блок обработки и управления осуществляет следующие функции: автоподстройка частоты автодина и управление уровня генерации в катушке регистрации сигнала ЯМР, генерация сигнала модуляции постоянного магнитного поля и управление частотой модуляции, а также накопления сигнала ЯМР и вычисление параметров исследуемой среды (T_1 и T_2). По заданной программе микроконтроллер вычисляет времена релаксации и выводит информацию на ЖК дисплей. В разработанном приборе есть контрольная точка, позволяющая регистрируемый сигнал ЯМР подавать в случае необходимости на вход персонального компьютера (ноутбук, планшет). Это необходимо в том случае, когда регистрация сигнала ЯМР затруднена, и измерения невозможны. Но наблюдая форму сигнала ЯМР можно примерно оценить причины отказа, например если времена релаксации исследуемого вещества выходят за пределы измерения прибора.

Разработанные электронные схемы подключаются к автономному источнику питания (+12 В) – аккумуляторная батарея со схемой стабилизации напряжения. Результаты проведенных исследований показали, что разработанные электронные схемы для малогабаритного ЯМР релаксометра позволяют проводить измерения времен релаксации при температурах окружающего воздуха от 4 до 45 °С с погрешностью не выше 1 % в следующих диапазонах: T_1 от 0.001 до 20 с, T_2 от 0.0005 до 4.0 с. Это позволяет расширить спектр тестируемых конденсированных сред для выявления опасности содержания в них продуктов загрязнения по сравнению с предыдущей моделью, который включает теперь в себя большое количество вязких (например, ил) и сыпучих (например, морской песок) сред.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Определение степени загрязнения жидкой среды ЯМР спектрометром. А.Ю. Карсеев, В.В. Давыдов, Тезисы докладов I-го Всероссийского конгресса молодых ученых, Санкт – Петербург, 10 – 13 апреля 2012 года, выпуск 2, секция «Живые системы, биомедицинские технологии и томография», с. 200 – 201.
2. Портативный ядерно-магнитный релаксометр для экспресс-контроля жидкой среды. А.Ю. Карсеев, В.В. Давыдов, Сборник тезисов докладов II - го Всероссийского конгресса молодых ученых, Санкт – Петербург, 10 – 13 апреля 2013 года, НИУ ИТМО, выпуск 2, секция «Живые системы, биомедицинские технологии и томография», с. 248 – 250.
3. В.В. Давыдов, А.Ю. Карсеев Малогабаритный ядерно-магнитный спектрометр для экспресс-анализа жидких сред. Научно-технический вестник информационных технологий, механики и оптики. № 4 (86), 2013, с. 87 – 92.
4. The liquid medium conditions express-control by portable nuclear-magnetic spectrometer. V.V. Davydov, A.U. Karseev, The 10th International Youth Science Environmental Forum “ECOBALTICA’2013” St.Petersburg, 6-7 December 2013, Russia, p. 73.
5. Лёше А. Ядерная индукция. М.: Иностран. лит., 1963. – 684 с.

ТЕПЛОВОЙ НАСОС ДЛЯ КОНДЕНСАЦИОННО-АДСОРБЦИОННОГО ДЕМЕРКУРИЗАТОРА

А.В. Коришунов, Р.В. Клейманов

Санкт-Петербургский государственный политехнический университет

Ртуть является одним из наиболее токсичных неорганических ядов, поэтому в отношении нее принимаются жесткие меры государственного контроля [1]. Основными техногенными источниками ртути, загрязняющей окружающую среду, являются продукты сгорания угля на тепловых электростанциях и утерявшие свою работоспособность люминесцентные лампы [2]. В среднем каждая люминесцентная лампа содержит около 5 мг металлической ртути [2], и, в случае нарушения целостности корпуса лампы, этого количества достаточно для превышения ПДК паров ртути (300 нг/м³) в помещении объемом 15000 м³.

Существует несколько методов демеркуризации (удаления ртути), которые принципиально можно разделить на химические (амальгамирование, химическое связывание ртути) и термические (прокаливание загрязненных ртутью материалов с последующей адсорбцией или вымораживанием ртути) [3].

В рамках федеральной целевой программы по разработке методов утилизации люминесцентных ламп была создана экспериментальная установка демеркуризации люминесцентных ламп, использующая новый нанокompозитный адсорбент на основе слоистого диоксида титана и селена. Существующая экспериментальная малогабаритная установка по переработке компактных люминесцентных ламп работает по методу высокотемпературной термической десорбции (рис. 1-2). [4] Основными модулями установки (рис. 2) являются: щековой измельчитель ламп (1), муфельная печь (2), медный теплообменник (концевой холодильник) (3), модуль фильтрации (4) и вакуумный насос (5), служащий для прокачки технологического воздуха через систему. Модули установки закреплены на алюминиевой раме (6). Загрузка и выгрузка контейнера с ламповым ломом, регулировка температуры в муфельной печи и фильтрующей системе, а также скорость прокачки технологического воздуха через систему производится с электрического щита управления (рис. 1), что позволяет настраивать режимы фильтрации технологического воздуха в пределах технических параметров установки.



Рис. 1. Общий вид экспериментальной установки

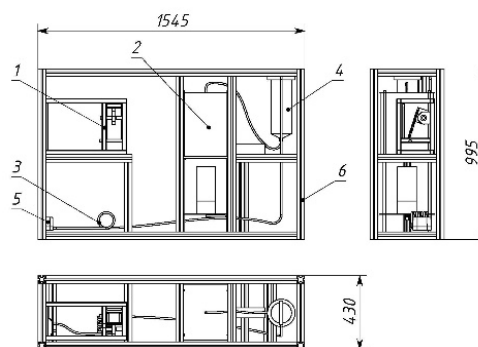


Рис. 2. Чертеж общего вида установки

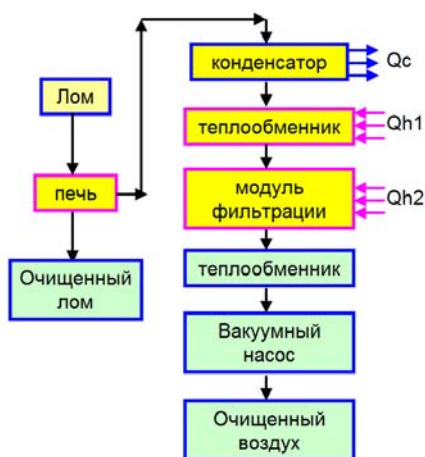


Рис. 3. Блок-схема демеркуризатора.

Q_c – теплота, отводимая от конденсатора, Q_{h1} – теплота, подводимая к теплообменнику перед модулем фильтрации, Q_{h2} – теплота, подводимая к модулю фильтрации.

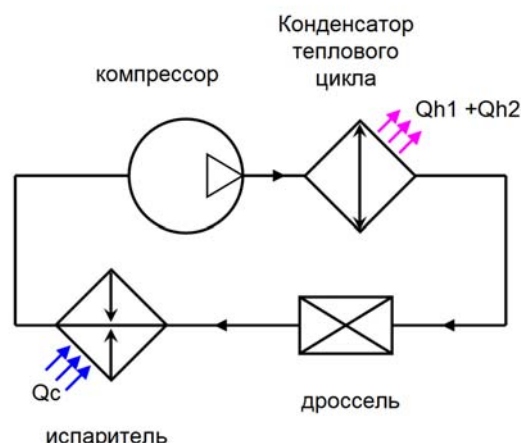


Рис. 4. Принципиальная схема теплового насоса.

Для повышения эффективности работы, предполагается оснастить данную установку конденсатором для первичной очистки горячего воздуха, содержащего пары ртути (рис. 3). Конденсатор служит для частичной конденсации паров ртути перед подачей технологического воздуха на доочистку в фильтрующий модуль, и тем самым уменьшает нагрузку на адсорбер. Получаемая в процессе конденсации металлическая ртуть может быть легко извлечена из установки и использована для производственных нужд, также продлевается срок службы адсорбента и увеличиваются интервалы между регенерацией адсорбента. Для упрощения процесса сбора ртути, температура в конденсаторе устанавливается выше температуры кристаллизации ртути, но ниже температуры окружающей среды, для снижения парциального давления ртути. Конечная доочистка технологического воздуха происходит в модуле фильтрации. Так как для обеспечения эффективной работы модуля фильтрации, необходим подогрев как входящего технологического воздуха, так и адсорбента, предполагается использовать тепловой насос (рис. 4) для обеспечения охлаждения горячих газов, выходящих из муфельной печи и их последующего подогрева перед подачей в модуль фильтрации, а также для поддержания рабочей температуры адсорбера. Использование теплового насоса позволит значительно снизить затраты электроэнергии при обеспечении необходимых температурных параметров установки, так как помимо отвода теплоты от конденсатора, тепловой насос может обеспечить обогрев технологического воздуха, поступающего в адсорбер (рабочая температура $\sim 150^\circ\text{C}$). По сравнению с существующими конденсационными демеркуризаторами [7] предложенная схема позволяет сократить затраты энергии до 5 раз. Для обеспечения работы теплового насоса

был спроектирован малогабаритный центробежный компрессор в герметичном исполнении, работающий по циклу с впрыском пара, сжимающий фреон R32. Проектирование компрессора выполнялось с помощью поэлементного метода [5], [6] кафедры Компрессорной, вакуумной и холодильной техники Института энергетики и транспортных систем Санкт-Петербургского политехнического университета. Помимо математической модели ступени центробежного компрессора при проектировании учитывалась сжимаемость рабочего тела с использованием материалов Национального института стандартов и технологий (США). Цикл с впрыском пара в проточную часть позволяет улучшить экономичность холодильного компрессора и повысить эффективность его использования в качестве теплового насоса в составе установки конденсационно-адсорбционной демеркуризации.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Постановление Правительства РФ от 3 сентября 2010 г. № 681.
2. Johnson N.C., Manchester S., Sarin L., Gao Y., Kulaots I., Hurt R.H. // *Environmental Science and Technology*, 2008, 42, 5772-5778.
3. ГОСТ Р. 52105-2003. Классификация и методы переработки ртутьсодержащих отходов.
4. Lankhorst M.H.R., Keur W., Van Hal H.A.M. // *Journal of Alloys and Compounds*, 2000, 309, 188-196.
5. К.П. Селезнев, Ю.Б. Галеркин, С.А. Анисимов. Теория и расчет турбокомпрессоров.
6. Проектирование и оптимизация проточной части промышленных центробежных компрессоров с использованием ЭВМ /К.П. Селезнев, Ю.Б. Галеркин, Б.Н. Савин, Е.Ю. Попова, Р.А. Измайлов; Ленингр. гос. техн. ун-т. Л., 1990.
7. http://www.fid-dubna.ru/index.php?site=fid_dubna&p=16&l=ru.

ПЛАЗМА АРГОНА КАК МЕТОД ОЧИСТКИ ПАРОГАЗОВЫХ СМЕСЕЙ ОТ ПАРОВ ФЕНОЛА

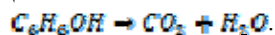
А.А. Козлов, А.А. Гуцин, Т.В. Извекова

ФГБОУ ВПО «Ивановский государственный химико-технологический университет»

Наиболее перспективными для очистки отходящих газов являются методы, которые используют различные виды электрического разряда (тлеющий, барьерный, коронный, стриммерный) [1]. Возможность использования низкотемпературной плазмы как способа снижения загрязнения окружающей среды исследуется в течение длительного времени, однако до сих пор данный метод недостаточно изучен.

Протекание электрического тока в газе сопровождается целым рядом элементарных процессов, таких как взаимодействия заряженных частиц между собой, заряженных частиц с незаряженными, взаимодействия незаряженных частиц между собой, взаимодействия частиц с излучением [2]. Использование плазменных процессов для предотвращения загрязнения окружающей среды открывает новые возможности очистки газов. Для проведения химических превращений при атмосферном давлении диэлектрический барьерный разряд (ДБР) обладает наибольшим энергетическим потенциалом. Среди преимуществ ДБР наиболее значимы аппаратная простота, возможность варьирования параметров процесса, а главное возможность исключения вакуумной системы [1].

В идеальном случае процессы деструкции фенола направлены по реакции:



Однако, на практике данный процесс сложен и протекает в виде множества стадий. Причем, сдерживающим фактором деструкции фенола в ДБР, может являться как низкая концентрация активных частиц, так и время обработки.

Для плазмы одними из основных активных частиц, инициирующими плазмохимические процессы являются электроны. Концентрацию электронов можно оценить математически, исходя из проводимости плазмы (рис. 1). Произведенные расчеты показывают, что рост концентрации электронов, непосредственно участвующих в процессах превращения поллютанта, зависит от удельной мощности, вкладываемой в разряд, а значит помимо предполагаемого увеличения эффективности очистки возрастают и энергозатраты. Данный факт необходимо учитывать при определении оптимальных параметров обработки с точки зрения эколого-экономической эффективности.

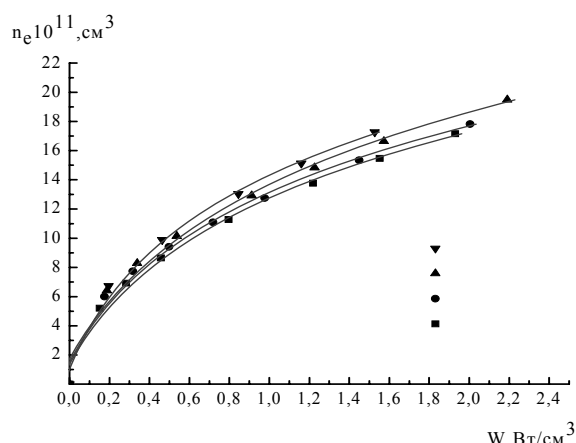


Рис. 1. Зависимость концентрации электронов от удельной мощности разряда

Степень превращения фенола будет определяться параметрами плазмы (мощностью, вкладываемой в разряд) и характеристиками осуществления процесса – временем контакта газа-носителя. Полученные экспериментальные данные по оценке изменения степени превращения фенола от его начальной концентрации показывают, что процесс деструкции не зависит от начальной концентрации загрязнителя в газовой смеси (диапазон исследуемых концентраций варьировался в интервале 100÷300 мг/м³).

В ходе экспериментов были определены оптимальные условия проведения процесса – скорость подачи парогазовой смеси равной 2,77 см³/сек, вкладываемая в разряд мощности 0,9 Вт/см³, причем степень превращения фенола при этих параметрах составляла не менее 80 %. Данные рис. 2 свидетельствуют о том, что степень превращения фенола растет при увеличении удельной мощности, вкладываемой в разряд. Так, при увеличении расхода в 3 раза, эффективность увеличивается 1,7 раза. Данная зависимость является тривиальной, так как с ростом удельной мощности, как правило, увеличивается концентрация активных частиц плазмы.

Было обнаружено, что степень превращения падает с ростом времени контакта. Это может быть связано с тем, что степень превращения в общем случае описывается экстремальной зависимостью, то есть при значительных временах контакта газа с плазмой начинают играть большую роль и обратные процессы: синтез из продуктов трансформации фенолов и разложение низкомолекулярного полимера до олигомера, тем более, что в реакторе с коаксиальным расположением электродов времена контакта газа с зоной плазмы существенно (в 10-20 раз) выше [4].

Скорости деструкции паров фенола в плазме аргона при крайних значениях времен контакта (6,57 и 17,99) составляла $3,3 \times 10^{21} \text{ с}^{-1}$ и $2,53 \times 10^{21} \text{ с}^{-1}$ соответственно, что в два раза выше, чем ранее полученные результаты [4] по деструкции органических поллютантов в реакторе диэлектрического барьерного разряда. Хотя данное сравнение условно из-за различий в начальных условиях проведения процесса: в ходе проведенных экспериментов исходная концентрация фенола была ниже в 4 раза меньше, а время контакта с зоной плазмы выше в два раза.

Полученные результаты показывают высокую эффективность разложения фенола в ДБР (не ниже 85 %), хотя энергозатраты более чем в два раза выше по сравнению с традиционными методами очистки газовых выбросов от фенола, что говорит о необходимости проведения более глубоких исследований и более тщательного подбора условий процесса очистки.

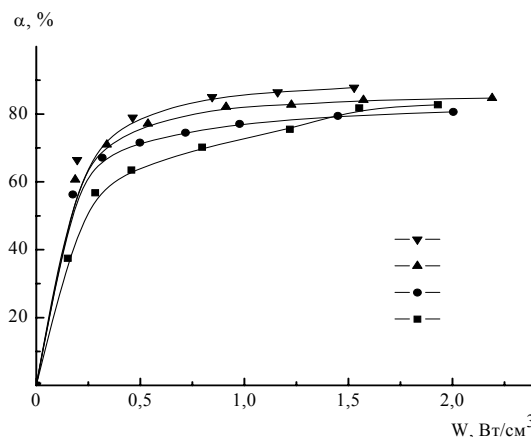


Рис. 2. Зависимость степени превращения фенола от мощности вкладываемой в разряд

ЛИТЕРАТУРА:

1. Мешалкин В.П. Методы химии высоких энергий в защите окружающей природной среды: учеб. пособие / В.П. Мешалкин [и др.]. – М.: Химия, 2008. – 244 с.
2. Королёв Ю.Д. Элементарные и кинетические процессы в газоразрядной плазме: учебное пособие / Ю.Д. Королёв, Томский политехнический университет. – Томск: – Изд-во Томского политехнического университета, 2008. – 128 с.
3. Schiorlin Milko Non-thermal plasma processing for the decomposition of organic pollutants / Milko Schiorlin. – University of Padova. – 2009. – 164 P.
4. Бубнов А.Г. Низкотемпературные плазменно-каталитические процессы в защите окружающей среды: дис. ... докт. хим. наук. – Иваново, 2008.

ВЛИЯНИЕ ОГНЕГАСЯЩИХ ДОБАВОК НА ТЕПЛОПРОВОДНОСТЬ МНОГОСЛОЙНЫХ КОМПОЗИТОВ НА ОСНОВЕ ПЕНОПОЛИУРЕТАНА

С.В. Коноплянкин, А.А. Соловьева, А.А. Артеменко, Г.П. Пономарева
Энгельсский технологический институт
Саратовского государственного технического университета
им. Гагарина Ю.А.

Теплопроводность является важной характеристикой всех изоляционных материалов, применяемых в промышленности для тепло-звукоизоляции и энергосбережения. Наиболее эффективным утеплителем на современном этапе является пенополиуретан (ППУ), отдельные марки которого, обладают низкой теплопроводностью даже меньше, чем сухой воздух.

На величину теплопроводности влияют многие факторы, однако определяющим является ячеистая структура ППУ, передача тепла, между ячейками которого происходит за счет конвекции газовой фазы и излучения тепла между перегородками. Отсюда, теплопроводность будет зависеть и от полимерной основы, которая окажет влияние на эффективность теплообмена между ячейками, поэтому любые добавки в структуре ППУ могут изменить этот показатель.

Размер ячеек, тоже оказывает влияние на теплопроводность. Изменение величины ячеек, приводит к изменению кажущейся плотности, при уменьшении которой теплопроводность ППУ увеличивается. Теплопроводность так же зависит и от состава газа, заполняющего полости ячейки. По мере удаления высокомолекулярного газа из ячеек пены и заменой его воздухом теплопроводность пенопластов повышается. Интенсивность повышения коэффициента теплопроводности возрастает при повышении температуры эксплуатации ППУ [1].

Как было сказано выше, теплопроводность может измениться с введением добавок, которые положительным образом влияют на огнестойкость ППУ. Огнестойкость, применяемых в промышленности, а особенно в строительстве, материалов является не менее важной характеристикой. Без антипиренов ППУ горит, поэтому в компоненты ППУ в промышленных масштабах добавляют антипирены, которые делают полимер самозатухающим. Однако полного эффекта достичь не удастся, поэтому продолжается поиск более эффективных добавок, способствующих решению данной задачи.

Одним из методов защиты от огня является метод покрытия изделий из вспененных пластмасс негорючими материалами [1]. Однако это не снижает горючести самого ППУ. Часто при эксплуатации нарушается целостность поверхностных слоев, что приводит к повышенной пожарной опасности конструкций.

Разработана конструкция многослойного композита, внутренним изоляционным слоем которого является жесткий ППУ, расположенный между слоями базальтопластик (БП), полученного импрегнированием эпоксидного компаунда в базальтовую ткань (БТ) [2]. Наружные слои защищают конструкцию от огня. Базальтовая ткань негорючий материал. Эпоксидный компаунд, модифицированный огнегасящими добавками, не подвержен воздействию пламени. Внутренний слой не противостоит огню, поэтому задача состоит в снижении горючести ППУ, добавлением антипиренов, влияние которых на коэффициент теплопроводности и являются объектами исследования.

В данной работе рассматриваются жесткие ППУ, полученные заливкой в форму с добавлением различных добавок – базальтовая вата БВ в количестве 1,0%, окись алюминия Al_2O_3 (нанопорошок с размером частиц 14 нм) в количестве 0,001%, терморасширенный графит ТРГ – 5%.

Полученные образцы подвергли испытаниям: определяли плотность и теплопроводность. Результаты испытаний показаны на графиках (рис. 1-2).

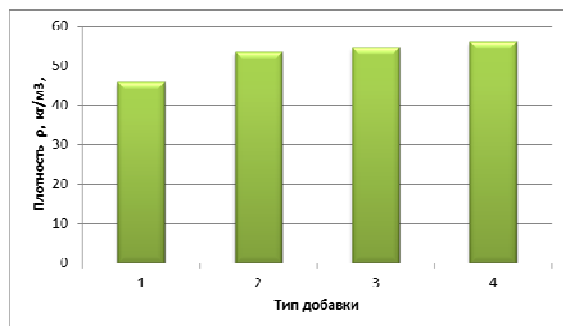


Рис. 1. Плотность

1 – ППУ; 2 – ППУ + БВ;

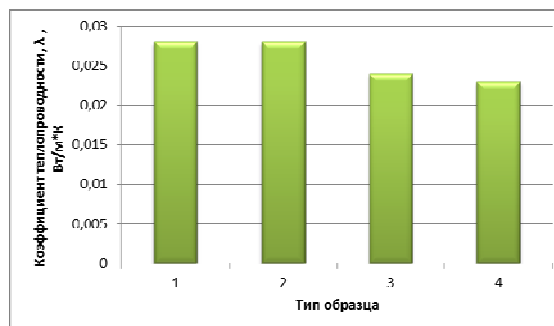


Рис. 2. Коэффициент теплопроводности

3 – ППУ + Al_2O_3 ; 4 – ППУ + ТРГ

Анализ результатов показал, что с введением добавок плотность ППУ увеличивается. Так у образцов, в состав которой входит БВ, плотность увеличилась на 17%, по сравнению с образцами, изготовленными из чистого ППУ, введение Al_2O_3 увеличивает плотность на 20%, введение ТРГ – на 25%. Теплопроводность же в первом случае остается неизменной, с введением Al_2O_3 снижается на 8% и с введением ТРГ – на 11,5%.

Таким образом, введение добавок приводит к возрастанию огнестойкости и снижению коэффициента теплопроводности, хотя и отрицательно повлияла на кажущуюся плотность композиции. В результате введения ТРГ мы получили самую низкую теплопроводность, прочность материала практически не изменилась по сравнению с исходным.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Михайлин Ю.А. Специальные полимерные композиционные материалы. – СПб.: Научные основы и технологии, 2008. – 660с.
2. Строительные пенополиуретановые конструкции с наружным слоем из базальтопластика / Пономарева Г.П., Сладков О.М., Артеменко А.А., Пономарев М.В. // Строительные материалы. – 2011. – №11. – С. 62-63.

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОТЫ ДРЕВЕСНО-ПОДГОТОВИТЕЛЬНЫХ ЦЕХОВ НА ОСНОВЕ АВТОМАТИЗАЦИИ ОПЕРАЦИЙ СОРТИРОВКИ ЛЕСОМАТЕРИАЛОВ

Д.Е. Куницкая

*Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего
профессионального образования «Санкт-Петербургский государственный лесотехнический
университет имени С.М. Кирова»*

В лесопромышленном комплексе, перед специалистами по автоматизации производственных процессов, стоят задачи проектирования и расчета новых автоматических систем для оптимизации технологических процессов. Весьма актуальной эта задача является для древесно-подготовительных цехов (ДПЦ) бирж сырья деревоперерабатывающих предприятий [1].

Из древесины производится около 20 тысяч наименований продукции, причем около 95% приходится на продукцию химической и механо-химической переработки древесины. Большая часть таких производств в качестве сырья потребляет технологическую щепу, к которой предъявляются достаточно жесткие требования по наличию в ней коры, гнилей и минеральных включений [2].

Одной из основных операций подготовки древесины к переработке является производство из нее технологической щепы, которое выполняется в древесно-подготовительных цехах бирж сырья деревоперерабатывающих предприятий.

Наиболее трудо- и энергоемкими операциями технологического процесса производства технологической щепы являются окорка балансовой древесины, которая в подавляющем большинстве случаев, производится методом групповой окорки в окорочных барабанах различной конструкции, а также рубка древесины в щепу [3].

Исследования процесса окорки балансов в барабанах непрерывного действия показали, что в зависимости от породы древесины и состояния поверхности ее коры, для обеспечения высокого качества окорки требуется определенное время пребывания древесины в барабане, которое можно регулировать скоростью вращения барабана и величиной открытия выпускного отверстия барабана. Кроме этого, качество окорки можно регулировать подачей теплоносителя в окорочный барабан. В зависимости от качества окорки изменяется величина потерь древесины [4].

Анализ существующих технологических процессов и оборудования ДПЦ нескольких предприятий отрасли показал, что имеются пути существенного повышения эффективности их работы, как в плане уменьшения энергоемкости производства, так и в плане снижения потерь древесины при производстве технологической щепы.

Прежде всего, это касается наиболее энергоемкого процесса окорки балансовой древесины. Сложность оптимизации показателей работы окорочных барабанов, прежде всего, заключается в изменчивости физико-механических свойств массива коры поступающих в окорку балансов, это связано с изменением породы, влажности и температуры бревен.

При этом, стремясь к безусловному достижению качественной окорки, технологи ДПЦ настраивают режимы работы окорочных барабанов на худшие из возможных условий – мерзлую древесину зимой или сухую – летом. В большей части случаев поступающие в окорку балансы имеют более благоприятные для процесса окорки физико-механические свойства, нежели те, на которые настроен режим работы окорочного барабана. В результате неоптимальных параметров работы окорочного оборудования появляется перерасход электроэнергии, пара, и перекор балансов, заключающийся в неоправданно больших потерях древесины вместе с корой.

С другой стороны, если окорочный барабан настроен на более благоприятные условия окорки, нежели имеющиеся по факту, на этапе сортировки бревен, после окорочного барабана, по степени качества окорки большую часть бревен придется вернуть на доокорку, что опять же приведет к повышенному расходу энергии и потерям древесины [5].

Стандартная линия изготовления технологической щепы, включает последовательно установленные и технологически связанные узел подачи неокоренных бревен, окорочный барабан, имеющий загрузочное и выгрузочное отверстие, оборудованное приводным шандором, узел выгрузки окоренных бревен, рубительную машину и сортировочную установку для щепы. Эта линия имеет недостаток, связанный с тем, что возврат плохо окоренных бревен на доработку осуществляется сбрасыванием вручную оператором после его визуальной предварительной оценки качества окорки в соответствии с требованиями ГОСТа, при этом регулирование времени пребывания бревен в окорочном барабане осуществляют ориентировочно изменением живого сечения выгрузочного отверстия путем перемещения шандора вверх или вниз.

Между началом поступления брака и принятием решения проходит определенное время, в течение которого значительный объем лесоматериалов подается на повторную окорку, что снижает производительность линии, приводит к повышенному расходу энергии и потерям древесины.

Наиболее важной составляющей цикла работы оператора является суммарное время на восприятие, переработку информации и выработку решения. В связи с достаточно большим количеством бревен, проходящих мимо оператора сортировочной площадки ДПП в единицу времени качество принятия им решений (оптимальность сортировки) оставляет желать много лучшего, что, как уже отмечалось, приводит к значительным потерям древесины и энергии.

Учеными Лесоинженерного факультета СПбГЛТУ разработано несколько технических решений по автоматизации процесса управления качеством окорки балансов в окорочном барабане, например, [6]. Предложено снабжать линии по производству технологической щепы узлом сканирования, с блоками информации и программирования, установленным на выходе из окорочного барабана, и связывать его с приводами шандора и сбрасывателя плохо окоренных бревен.

Данное решение базируется на возможности автоматической оценки площади бревен занятой не отслоившейся корой, но оно не может предотвратить перебор, возникающий при через чур жестких условиях окорки. Эта проблема может быть решена за счет установки измельчителя отходов окорки и сканирующего устройства, определяющего их цветовую гамму [7].

Кроме этого, сканирующие устройства можно применять для получения информации о качестве получаемой щепы. Например, о ее фракционном составе по размеру. Для этого можно сканировать движущуюся однорядную щеть щепы, расположенную на темной ровной поверхности, например, прорезиненной ленте транспортера. При этом возможно получение информации о суммарной площади (m^2) крупной, кондиционной и мелкой фракций щепы, проходящей через сканирующей узел в единицу времени.

Логическая блок-схем разделения в узле обработки информации может выглядеть следующим образом: если площадь светлого пятна щепки = $300-600 \text{ мм}^2$ – кондиционная фракция; если площадь светлого пятна щепки $< 300 \text{ мм}^2$ – мелкая фракция; если площадь светлого пятна щепки $> 600 \text{ мм}^2$ – крупная фракция.

Площадь определяется как произведение длины и ширины светлого пятна щепки на темном транспортере. Таким образом, можно получать информацию о количестве и качестве (по фракционному, размерному, составу) щепы. Если организовать сканирование щепы до и после сортирования, то можно получать информацию о состоянии ножей рубительной машины и состоянии сит сортировочной установки, количестве нарубленной древесины и количестве отходов.

Равномерную однорядную щеть щепы можно создавать устройствами, включающими, например, шнек и заслонку. Нарубленная щепка будет поступать на транспортер, направляющий щепу в узел сканирования несортированной щепы, состоящий из устройства для создания равномерной однорядной щети щепы, ленточного транспортера с темной лентой и сканера.

Для автоматического определения содержания коры в кондиционной фракции щепы можно подавать ее однорядную щеть на прозрачную, например, стеклянную плоскость (склиз). Эту плоскость следует освещать снизу и сверху, а с помощью сканеров, установленных выше и ниже склиза, непрерывно сканировать проходящую по ней щеть щепы. Это следует делать, так как некоторая часть коры не отделяется от щепок при рубке и может оказаться снизу щепки. Поэтому сканирование следует производить сверху и снизу склиза.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Григорьев И.В., Шапиро В.Я., Гулько А.Е. Математическая модель групповой окорки лесоматериалов в окорочных барабанах // Научное обозрение, 2012. С. 154-171.
2. Куницкая О.А., Локштанов Б.М., Григорьев И.В. Изготовление технологической щепы из низкокачественной древесины / Актуальные направления научных исследований XXI века: теория и практика. Сборник научных трудов по материалам международной заочной научно-практической конференции 03-05 июня 2014 г. № 3 часть 4 (8-4). Воронеж: ВГЛТА. 2014. С. 156-160. DOI: 10.12737/4360.
3. Локштанов Б.М., Гулько А.Е., Григорьев И.В. Новая технологическая линия производства щепы высокого качества / Актуальные проблемы развития лесного комплекса: материалы международной научно-технической конференции. Вологда: ВоГТУ, 2012. С. 125-129.
4. Газизов А.М., Ильюшенко Д.А., Григорьев И.В. Влияние строения и состояния коры на параметры процесса селективной окорки / Материалы международной научно-технической конференции «Актуальные проблемы развития лесного комплекса». Вологда: ВоГТУ, 2009. С. 82-84.
5. Гулько А.Е. Повышение эффективности подготовки круглых лесоматериалов к производству технологической щепы. Материалы тематических конференций Политехнического фестиваля. СПб.: СПбГПУ, 2012. С. 196-199.
6. Локштанов Б.М., Григорьев И.В., Гулько А.Е., Куницкая О.А., Орлов В.В. Линия изготовления технологической щепы. Патент на полезную модель № 108001 опубл. 10.09.2011. Бюлл. № 25.
7. Локштанов Б.М., Григорьев И.В., Куницкая О.А., Орлов В.В. Линия изготовления технологической щепы / Патент на полезную модель № 116087 опубл. 20.05.2012.
8. Григорьев И.В., Куницкая Д.Е., Ланских Ю.В., Чувашев Е.С. Повышение эффективности системы автоматической оценки качества окорки бревен в барабане / Материалы республиканской научно-практической конференции «Проблемно-ориентированные исследования: теория и практика». Петрозаводск: ООО «Verso». 2014. С. 34-37.

СНЕЖНЫЙ ПОКРОВ КАК УНИВЕРСАЛЬНЫЙ ПОКАЗАТЕЛЬ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ГОРОДСКОЙ СРЕДЫ

А.А. Гуцин, Т.В. Извекова, Д.В. Машкин

Ивановский государственный химико-технологический университет, факультет неорганической химии и технологии, кафедра промышленной экологии

В последние годы в качестве объекта мониторинга состояния атмосферы все чаще используют снежный покров как интегральный показатель загрязненности атмосферы на территориях, характеризующихся наличием устойчивого снежного покрова в течение длительного времени. Снег выступает в качестве природного концентратора поллютантов, поступающих воздушным путем. Содержание загрязняющих веществ в нем на несколько порядков выше по сравнению с атмосферным воздухом [6], что позволяет определять их концентрацию довольно простыми методами с высокой степенью достоверности. Достаточно одной лишь пробы, взятой по всей толщине снега, чтобы получить достоверные и представительные данные о количестве загрязнений за весь зимний период от образования устойчивого снежного покрова до начала снеготаяния. Поскольку количество и интенсивность осадков год от года меняется, то использовать абсолютные значения поллютантов представляется некорректным. Выходом из сложившейся ситуации является отбор фоновых образцов снега и анализ полученных данных с учетом фоновых загрязнений. До весеннего миграционного цикла загрязняющие вещества оказываются законсервированными в снежном покрове. Следовательно, химический анализ снега позволит предсказать состав будущих мигрантов в различных природных объектах городских ландшафтов.

Цель данной работы заключалась в исследовании химического состава снежного покрова и почвы территорий вблизи ивановской нефтебазы. Для отбора снежных проб нами были выбраны 8 точек по сторонам света: север, юг, запад, восток (С, Ю, З, В). Фоновый участок выбирали на территории, практически не подвергающейся загрязнению или испытывающей его в минимальной степени. Первые четыре зоны расположены на санитарно-защитной зоне (СЗЗ) предприятия нефтепродуктообеспечения, остальные в жилой зоне (ЖЗ). При мониторинге снежного покрова нами были исследованы обе фазы: в фильтрате определяли основные растворимые химические макрокомпоненты талой воды, в осадке – содержание взвешенных веществ. При анализе талой воды возможно использование методик, применяемых при анализе вод [5]. Для исследования химического состава талых вод использовали метод прямой потенциометрии при измерении pH; химического потребления кислорода (ХПК); гравиметрии – при определении содержания взвешенных веществ и сухого остатка. Вместе с тем в обеих фазах определялось содержание тяжелых металлов и нефтепродуктов. [1,2,3,4].

Значения pH в течение двух лет варьируются от 6,4 до 7,55. В целом уровень кислотности нейтрален и близок к фону. Химическое потребление кислорода изменяется от величины 6 до 7,96 мг/л, а БПКп от 3,67 до 6,75. Интерес представляет значение ХПК/БПКп которое равно или меньше 1,5 мг/л позволяет сливать стоки в систему канализаций. Максимальная величина этого соотношения для 2011 года – 1,51 мг/л в, для 2012 – 1,52 мг/л в точке Ю2 в обоих случаях. Уровень растворённого кислорода во всех пробах незначительно ниже фоновых величин (по нормативам не меньше 4 мг/л). Следует отметить что, наблюдается серьёзное превышение концентрации минеральных и органических веществ по сравнению с фоновым уровнем, причём минеральных веществ больше, чем органики во всех пробах за 2012 и 2013 годы. Прослеживается общая закономерность более высоких значений исследуемых параметров, кроме растворённого кислорода, в точках на границе СЗЗ относительно ЖЗ.

Среди тяжелых металлов интерес для нашей работы представляют Cu, Zn, Mn, Ni. Выбор этих элементов для сравнения концентраций в снеге и почве обусловлен как фактором их влияния на организм человека, так и результатами проведенных исследований. Именно эти металлы имели наибольшие концентрации подвижных форм в почве. В ходе исследований были сопоставлены концентрации меди, цинка, марганца, никеля и нефтепродуктов в фильтрате талого снега и в почве. В результате выявлена закономерность, говорящая о более высоких концентрациях на территории СЗЗ по сравнению с жилой зоной. С экологической точки зрения наибольшую важность представляет анализ содержания загрязняющих веществ в твёрдой фазе снега (взвеси талой воды), в которой, как правило, содержится большая часть тяжелых металлов техногенного происхождения, выбрасываемых в слабо растворимой форме. Поэтому в ходе исследования были сравнены концентрации валовых форм Cu, Zn, Mn и Ni в почве с концентрациями тех же металлов в пылевой фракции снега. Наблюдаемое превышение установленных нормативов для меди в воде и почве говорит о существенном поступлении этого металла в растворённой форме через атмосферу, с осадками в виде снега, в почву. Для других поллютантов данная закономерность не прослеживается. Вместе с тем был выполнен расчёт величин плотности выпадения загрязняющих веществ на снежный покров (табл. 1).

Изменение плотности выпадения металлов и углеводородов на снежный покров в зимний период от года к году не наблюдается. Например для цинка даже наблюдается снижение величин в санитарно-защитной и жилой зонах с 0,085 и 0,095 кг/км², до 0,055 и 0,05 кг/км² соответственно.

Таблица 1. Плотность выпадения ТМ и НП

Элемент	Плотность выпадения ЗВ на снежный покров (кг/км ²)			
	2012 год		2013 год	
	ЖЗ	СЗЗ	ЖЗ	СЗЗ
Cu	0,005	0,006	0,0055	0,006
Zn	0,095	0,085	0,05	0,055
Mn	0,12	0,13	0,125	0,15
Ni	0,3	0,04	0,25	0,045
НП	0,16	0,18	0,18	0,185

Имеется ряд причин наличия в снежном покрове взвешенных веществ. Если говорить о присутствии исследуемых загрязняющих веществ в талой воде, то основные источники их появления следующие. Это движение и сжигание топлива автотранспортом, проливы и утечки углеводородов при транспортировке, а также промышленно бытовые свалки около предприятия нефтепродуктообеспечения. Для тяжёлых металлов характерны первые два способа, в основном с помощью эмиссии через атмосферные выпадения. Нефтепродукты в снег могут попадать аналогичными способами или непосредственно в результате проливов.

Снег как объект мониторинга незаменим при определении области влияния источников загрязнения. На большинство живых организмов максимальное воздействие оказывают подвижные формы элементов, хорошо растворимые в воде, поэтому степень их экологической опасности существенно выше по сравнению с комплексными или малорастворимыми соединениями. В период весеннего половодья данные вещества попадают в природные среды, преимущественно в почву и воды, загрязняя их. Так снежный покров в качестве промежуточного индикатора состояния атмосферы, является отличным индикатором дальнейшего загрязнения педосферы и грунтовых вод. Разнообразие получаемых данных говорит о важной роли снежного покрова как объекта мониторинга состояния урболандшафтов.

ЛИТЕРАТУРА:

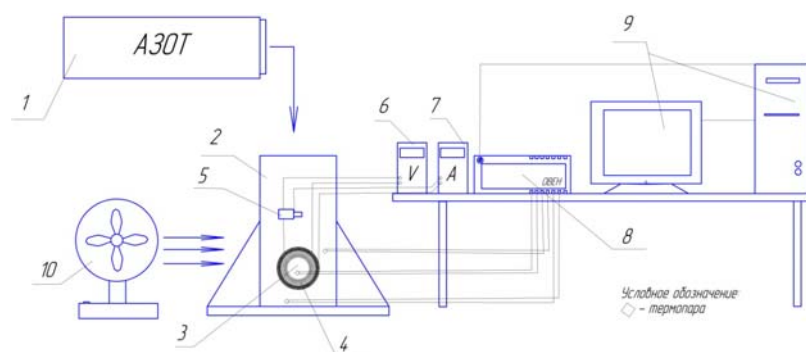
1. ПНД Ф 14.1:2.4.129-98 Методические указания по измерению массовой концентрации нефтепродуктов флуориметрическим методом в пробах питьевой воды и воды поверхностных и подземных источников водопользования // М.: ФГУ "ФЦАО" 2000. – 7 с.
2. ПНД Ф 16.1:2.2.22-98 Методика выполнения измерений массовой доли нефтепродуктов в минеральных, органоминеральных почвах и донных отложениях методом ИК-спектроскопии // М.: ФГУ "ФЦАО" 2005. – 18 с.
3. РД 52.18.289-90 «Методика выполнения измерений массовой доли подвижных форм металлов (меди, свинца, цинка, никеля, кадмия, кобальта, хрома, марганца) в пробах почвы атомно-абсорбционным анализом» // Госкомгидромет, 1990. – 35 с.
4. РД 52.18.191-89 «Методика выполнения измерений массовой доли кислоторастворимых форм металлов (меди, свинца, цинка, никеля, кадмия) в пробах почвы атомно-абсорбционным анализом» // Утв. ГКГМ СССР. – М., 1989. – 16 с.
5. Дмитриев М.Г., Казнина Н.И., Пинигина И.А. Санитарно-химический анализ загрязняющих веществ в окружающей среде. М.: Химия, 1989. – 368 с.
6. Систер В.Г., Корецкий В.Е. Инженерно-экологическая защита водной системы северного мегаполиса в зимний период. М.: Изд-во МГУЭИ, 2004. – 159 с.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ХАРАКТЕРИСТИК ТЕРМОЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ГЕНЕРАТОРА ПРИ КРИОГЕННЫХ ТЕМПЕРАТУРАХ

А.В. Новиков, Д.А. Угланов, Д.В. Сармин

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Самарский государственный аэрокосмический университет имени академика С.П. Королёва (национальный исследовательский университет)»

С целью получения фактических характеристик термоэлектрического генератора при криогенных температурах и подтверждения теоретических данных и расчётных методик был выбран термоэлектрический генератор и изготовлена установка (рис. 1) для его испытаний.



1 – термос с жидким азотом; 2 – алюминиевая труба; 3 – ТЭГ; 4 – радиатор; 5 – резистор;
6 – вольтметр; 7 – амперметр; 8 – ОВЕН; 9 – компьютер; 10 – вентилятор

Рис. 1. Схема установки испытания

При проведении испытаний экспериментального образца были поставлены следующие задачи:

- подтвердить работоспособность генератора в условиях низких температур;
- получить его термоэлектрические характеристики при различных условиях и режимах работы;
- отработать стендовое оборудование и аппаратуру;
- отработать методологию и методику проведения испытания на различных режимах;
- отработать методику получения и обработки экспериментальных данных;
- получить характеристики и выполнить их анализ.

Перед началом сборки экспериментальный образец устанавливается на ребро трубы, имитирующей теплообменный регазификатор. С целью увеличения эффективности теплопередачи от поверхности трубы к холодной стороне генератора соединение с поверхностью трубы обеспечивалось через специальную теплопроводящую пасту. На горячей стороне установлен радиатор, необходимый для интенсификации подвода тепла к горячей стороне модуля.

Установка позволяет исследовать энергетические характеристики термоэлектрического генератора (изменение температуры в зависимости от времени). Сигнал от датчика температуры (ОВЕН МВА8 – восьмиканальный универсальный измеритель температуры), также обрабатывается специальной компьютерной программой и выводится на дисплей.

В процессе эксперимента в ёмкость, имитирующую теплообменник регазификатора, заливается жидкий азот при температуре 77 К, после чего производятся замеры на разных режимах испарения (подогрев до температуры кипения, подогрев до температуры окружающей среды).

Также в процессе эксперимента на разных режимах испарения производится обдув ТЭГ с помощью вентилятора для имитации условий окружающей среды со скоростью 0,55 м/с.

При испытании ТЭГ для регистрации параметров измерительных систем и их обработки использовался компьютер, оснащённый адаптером аналогового ввода – вывода типа PCI-1800N. Для сбора информации используется аналого-цифровой преобразователь (АЦП) адаптера.

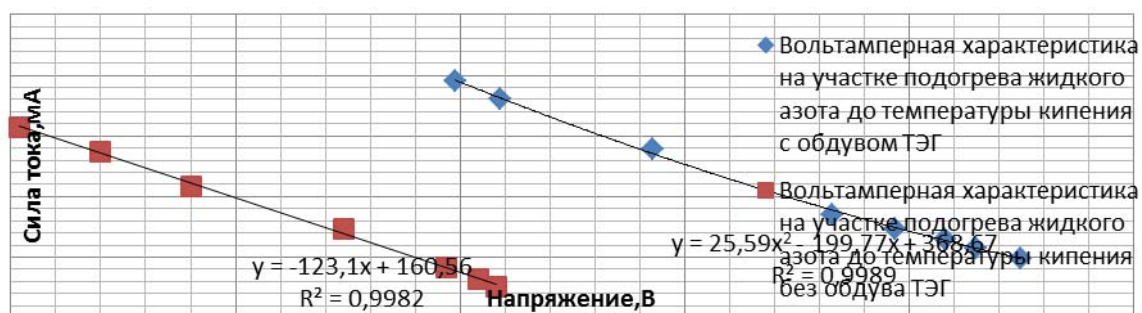


Рис. 2. Вольтамперная характеристика на участке подогрева жидкого азота до температуры кипения

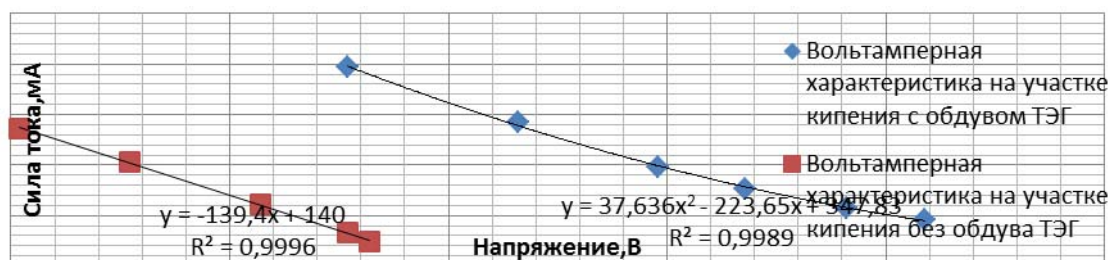


Рис. 3. Вольтамперная характеристика на участке кипения жидкого азота

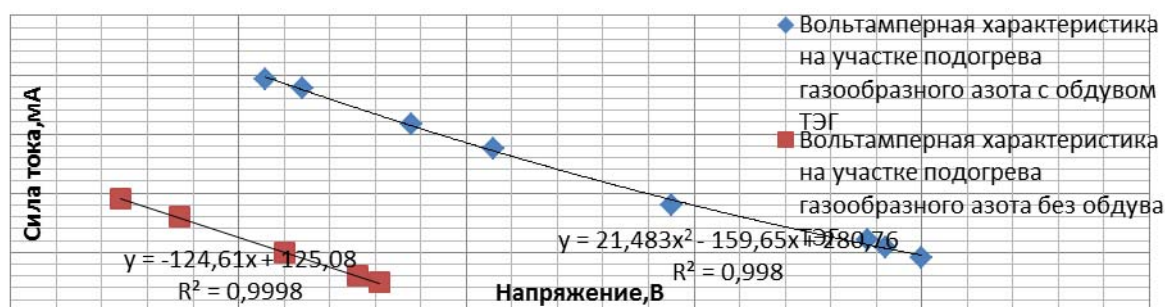


Рис. 4. Вольтамперная характеристика на участке подогрева газообразного азота

Программа для сбора и обработки информации результатов измерений выполнена в системе программирования Delphi7 и работает в среде Windows XP.

Испытания спланированы в шесть этапов, каждый из которых обусловлен необходимостью оценки влияния текущих изменений характеристик ТЭГ с учётом поставленных задач.

В ходе испытаний производилось регистрация температуры. Менялось расположение ТЭГ и степень обдува ТЭГ. На рис. 2, рис. 3 и рис. 4 показана вольтамперная характеристика на различных режимах испытания.

Возникающая разница между результатами теоретическими расчёта ТЭГ [1] и экспериментальными данными, позволяет предположить, что в модели расчёта не учитывается изменение свойств полупроводникового материала, возникающие при криогенных температурах.

Эффективность ТЭГ, полученная экспериментальным путем в 5-10 раз выше, чем эффективность, рассчитанная теоретическим путем (табл. 2).

Таблица 2. Сравнение параметров термоэлектрического генератора

Параметр	Участок		
	1	2	3
$n_{расч}$, ШТ	1305	1162	2116
$n_{эксп}$, ШТ	262	253	248
$P_{расч}$ модуля ТЭГ, Вт	0,0115	0,0118	0,003
$P_{расч}$ блока, Вт	15	13,7	6,3
$P_{эксп}$ модуля ТЭГ, Вт	0,29	0,27	0,25
$P_{эксп}$ блока, Вт	76	68,3	61,75

Полученные данные говорят о работоспособности генератора в условиях низких температур и об эффективности применения термоэлектрических генераторов в промышленных газификаторах криогенных жидкостей.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Оценка возможности применения термоэлектрических генераторов в регазификаторах сжиженного природного газа для получения дополнительной электроэнергии [Текст] / А.В. Новиков, Д.А. Угланов. – Проблемы и перспективы развития двигателестроения: материалы докладов международных. научно-техн. конф. 25-27 июня г. Самара: СГАУ, 2014. – В 2 Ч.Ч.2. – 215 с.

ИНДИКАЦИЯ СОСТОЯНИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ НА ТЕРРИТОРИИ ИВАНОВСКОЙ ОБЛАСТИ

И.В. Румянцев¹, А.М. Дунаев¹, В.И. Гриневич¹, М.В. Фронтасьева²

¹ – Ивановский государственный химико-технологический университет

² – Объединенный институт ядерных исследований

На выступлении 5-го заседания Совета в области охраны окружающей среды при Интеграционном Комитете ЕврАзЭС, министр природных ресурсов С.Е. Донской отметил, что Россия ежегодно теряет 4-6% ВВП от ухудшения окружающей среды, роста заболеваемости и смертности населения. Развитие систем экологического мониторинга позволит своевременно предотвращать развитие неблагоприятных эффектов в окружающей среде, что приведет к снижению уровня заболеваемости и увеличению продолжительности жизни населения. Следовательно, особую актуальность и значение приобретают вопросы, связанные с осуществлением системы экологического мониторинга, оценки уровня воздействия токсикантов на здоровье

населения и устойчивость природных экосистем, а также прогнозирование изменения экологической обстановки в пространстве и времени.

В рамках представленной работы мы осуществили комплексный подход к решению данных проблем, включающий помимо стандартных методик контроля абиотических сред также методы биоиндикации. Работа посвящена индикации и оценке качества состояния окружающей среды на территории Ивановской области: биомониторингу атмосферы при помощи мхов биоиндикаторов (бриомониторингу) и фоновому мониторингу содержания тяжелых металлов (ТМ) в почве, мониторингу антропогенного воздействия на почвенный покров в г. Иваново, а также вокруг 9 наиболее крупных городов региона.

Объектами наших исследований были образцы почвы и мха, отобранных на территории Ивановской области, расположенной в центральной части Европейской территории РФ в междуречье р. Волга и р. Клязьма. Преобладающим типом почв являются дерново-подзолистые почвы, суглинки с близким к нейтральному водородным показателем.

Пробоотбор фонового мониторинга почвы и мха на территории региона был осуществлен летом 2010 г. Для этого нами было заложено 45 точек пробоотбора со средним расстоянием между точками 20 км. В каждой точке было отобрано по одной обобщенной пробе почвы по методу «конверта». В целях мониторинга антропогенного воздействия пробоотбор осуществлялся летом 2012 и 2013 г. на территории г. Иваново и девяти крупных городов области. При этом было заложено 54 и 41 точки пробоотбора соответственно.

Пробоотбор и пробоподготовка образцов почвы осуществлялись согласно стандартным методикам [1-2]. Образцы почвы отбирались с глубины 10-20 см. После просеивания, высушивания до воздушно-сухого состояния и удаления включений, почвы подвергались анализу на тяжелые металлы (Pb, Cd, Cr, Cu, Co, Ni, Mn, Fe и Zn) методом атомно-абсорбционной спектроскопии (ААС) с атомизацией в пламени. В образцах почв определялись концентрации валовых форм металлов (экстракция конц. HNO_3 и H_2O_2), а также подвижных форм (экстракция буфером с $\text{pH} = 4.8$).

Пробы мхов отбирали на открытых лесных полянах, не менее чем в 500 м от автодорог, и в 5-10 м от крон деревьев, согласно специально разработанной мониторинговой сети [3]. После отбора проб, мхи высушивались при комнатной температуре до постоянной массы, далее их разбирали, выбирали мешающие новообразования и подготавливали к дальнейшему физико-химическому анализу методами атомно-абсорбционной спектроскопии (ААС).

Кроме ААС спектроскопии образцы почвы и мха были проанализированы методом нейтронно-активационного анализа (НАА) на базе Объединенного института ядерных исследований в г. Дубна на содержание еще 45 элементов. Погрешность измерений при этом составила в среднем 20% (ААС) и 10% (НАА). Анализ полученных данных показал удовлетворительное согласие НАА и ААС для пересекающихся элементов (Cr, Co, Ni, Mn, Fe и Zn). В дальнейшем для расчетов мы использовали данные НАА, за исключением Pb, Cd, и Cu. Подробнее результаты ААС изложены в [4].

Сравнивая полученные в ходе работы результаты фонового мониторинга почвенного покрова, с данными о содержании изучаемых элементов в почвах соседних областей (Нижегородская, Владимирская и Костромская), можно сделать вывод, что концентрации ТМ в почвах Ивановской области в целом ниже, что характеризует экологическую ситуацию как более благоприятную. Однако для отдельных районов нашей области отмечено повышенное содержание для ряда весьма токсичных элементов, природа происхождения которых объясняется антропогенной деятельностью.

Также в ходе работы нами были рассчитаны региональные фоновые уровни содержания (lbg) различных элементов в почве как среднее значение для десяти образцов с наименьшим содержанием данного элемента. Для доминирующего большинства элементов значения региональных фоновых концентраций ниже литературных значений [5-6], что свидетельствует о достаточно высоком качестве почвенного покрова Ивановской области. Средние значения концентраций элементов в почве также ниже литературных (и естественно предельно-допустимых), за исключением двух элементов – молибдена и мышьяка, средние концентрации которых превысили величину ПДК в 1.5 раза.

Величины содержания различных элементов во мхах, были сравнены с результатами исследований, проведенных на территории Ярославской, Тверской, Тульской области и республики Удмуртия, при этом содержание изучаемых элементов в Ивановской области находится на одном уровне с соседними регионами. Полученные данные по утвержденной методике были пересчитаны на величину атмосферных выпадений, тем самым позволив провести оценку степени загрязнения атмосферного воздуха. При этом анализ расчетных величин показал хорошее согласие с результатами исследования содержания изучаемых элементов в почвенном покрове. Этот факт способствует более точно определить районы подверженные высокой степени антропогенного воздействия и источники их образования.

Для выявления возможных источников поступления токсикантов был применен факторный анализ в сочетании с построением векторных карт пространственного распределения изучаемых элементов. Факторный анализ полученных результатов проб почв и мха подтвердил техногенную природу загрязнения территорий с повышенным содержанием ТМ. В результате было выделено 9 факторов, объясняющих 76% полной дисперсии. Среди них три наиболее значимых могут быть интерпретированы как результат антропогенной нагрузки, вызванной деятельностью различных локальных предприятий промышленности, энергетики и автотранспорта, а также влиянием трансграничного переноса.

Фактор 1 объединяет около 25 элементов, повышенное содержание которых в почвенном покрове северо-восточной части Ивановской области может быть объяснено деятельностью локальных источников воздействия: в Кинешемском районе – влиянием промышленных объектов электротехнической, металлообрабатывающей и химической отрасли, а в Приволжском районе – энергетических объектов. Кроме того, данная территория подвержена ветровому переносу ТМ с прилегающих индустриально-развитых Ярославской и Костромской областей.

Анализ полученных данных антропогенного мониторинга выявил, что наибольшее воздействие на естественные экосистемы и на здоровье людей оказывают потенциально-опасные объекты промышленности и хозяйства, расположенные на территории крупных городов региона - г. Иваново, Фурманова, Вичуги и Кинешмы. Именно для этих территорий необходима разработка мероприятий по охране окружающей среды, предотвращению дальнейшего ухудшения экологической обстановки и загрязнения всей прилегающей территории.

Кроме того в рамках работы был выполнен расчет и анализ основных параметров экологического риска, при этом определялись величины вероятности развития неблагоприятных эффектов, сокращения ожидаемой продолжительности жизни и размера материального ущерба здоровью и состоянию окружающей среды. Расчетные величины свидетельствуют о значительном уровне риска для здоровья населения в г. Иваново и вблизи крупных городов Ивановской области. Опасность представляют в первую очередь общетоксические неблагоприятные эффекты. Для всех групп населения найденный риск оказался неприемлем, с высокими значениями сокращения ожидаемой продолжительности жизни (до 2 лет) и значительным материальным ущербом здоровью. При этом следует отметить значительное снижение параметров риска здоровью людей при переходе от урбанизированной территории к сельской местности.

Таким образом, проведенное исследование позволило оценить состояние окружающей среды на территории изучаемого региона, а именно уровень загрязнения атмосферного воздуха и почвенного покрова, установить региональные значения фоновое содержания для 36 элементов и определить потенциальные источники антропогенного воздействия на почвенный покров, оценить уровень экологического риска и предложить мероприятия, направленные на улучшение экологической обстановки.

Работа выполнена при поддержке Российского Фонда Фундаментальных Исследований, проект № 12-05-97516-р_центр_a.

ЛИТЕРАТУРА:

1. ГОСТ 17.4.3.01-83. Почвы. Общие требования к отбору почв. Утвержден Постановлением Государственного комитета СССР по стандартам от 21 декабря 1983 г. № 6393.
2. Методические указания по определению тяжелых металлов в почвах и продукции растениеводства. Утверждены Заместителем Министра сельского хозяйства РФ 10 марта 1992 г.
3. Harmens H., Mills G., Hayes F., Jones L., Norris D., Cooper D. Air pollution and vegetation: ICP vegetation annual report 2008/2009. Bangor Gwynedd: ICP Vegetation Programme Coordination Centre, 2009. 50 p.
4. Дунаев А.М., Латухина К.С., Абдалла А.А., Никифоров А.Ю. // Изв. ВУЗов. Химия и хим. технология. (2011) – Т. 54(6). с. 109-111.
5. Методические указания по определению тяжелых металлов в почвах и продукции растениеводства. Утверждены Заместителем Министра сельского хозяйства РФ 10 марта 1992 г.
6. Пилюгина М.В., Попова Л.Ф., Корельская Т.А. Экологический биогеохимический мониторинг: критерии, нормативы, коэффициенты. – Архангельск: Поморский университет – 2007. 46 с.

ДОПОЛНИТЕЛЬНОЕ СНИЖЕНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ ВОЗДУХА В НЕРАБОЧЕЕ ВРЕМЯ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ОКОН С ТЕПЛООТРАЖАЮЩИМИ ЭКРАНАМИ

*В.М. Захаров, Н.Н. Смирнов, Д.А. Лапатеев, Е.С. Румянцев, А.В. Плеханов
Ивановский Государственный Энергетический Университет им. В.И. Ленина*

В сертифицированной климатической камере АНО «Ивановостройиспытания» были проведены исследования [1] по изучению влияния применения теплоотражающих экранов в окнах на повышение сопротивления теплопередаче окон и снижения тепловых потерь.

Исходя из полученных данных (табл. 1) применение И-стекла дало увеличение сопротивления теплопередаче с $0,47 \text{ м}^2\text{°C/Вт}$ до $0,61 \text{ м}^2\text{°C/Вт}$ (на 29 %), а применение со стороны холодного отделения камеры дополнительно панели из двух металлических экранов, размещённых на расстоянии 10 мм друг от друга, повысило сопротивление до $1,76 \text{ м}^2\text{°C/Вт}$ (на 274% к контролю 1 или на 189 % к контролю 2). Следует отметить, что применение теплоотражающих прозрачных покрытий на стёклах (И-стекло, К-стекло), не в большей мере снижает лучистый теплообмен, как это заявляется производителями окон – наибольший эффект даёт использование непрозрачных металлических экранов, но, в то же время, совместная работа покрытия и экрана усиливает энергосберегающий эффект.

Таблица 1. Данные испытания теплоотражающих экранов в окнах с низкоэмиссионным покрытием

Вариант	Тепловой поток q , Вт/м ²	Температура на внутреннем стекле $t_{w,}^{\circ}\text{C}$	Приведенное сопротивление теплопередаче $R_{\text{м}^2\text{*}^{\circ}\text{C/Вт}}$	$R/R_{\text{контроль1}}$	$R/R_{\text{Контроль2}}$
Контроль 1 4М1х10х4М1х10х4М1	76,1	12,5	0,47	-	-
Контроль 2 4М1х10х4М1х10х4И (с покрытием)	58,9	14,15	0,61	1,29	-
Экран в холодном отделении. Вплотную	31,36	16,9	1,134	2,41	1,87
Экран в холодном и теплом отделении	16,42	11,66	1,45	3,09	2,39
2 экрана с холодной стороны	20,77	18,65	1,757	3,74	2,89

Действующие нормы СП 60.13330.2012 «Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха» в холодный период года в помещениях отапливаемых зданий, когда они не используются и в нерабочее время, позволяют снижать температуру внутреннего воздуха ниже нормируемой, но не ниже 15 °С – в жилых помещениях; 12 °С – в помещениях общественных и административно-бытовых зданий; 5 °С – в «сухих» производственных помещениях.

Было интересно выяснить, каким образом можно определить значение температуры $t_{\text{сг}}$, до которой система автоматизации может понизить температуру воздуха при дежурном режиме отопления при условии недопущения выпадения конденсата на внутренней поверхности стекла окна с повышенными теплозащитными свойствами (с применением теплоотражающих экранов), см. рис. 1.

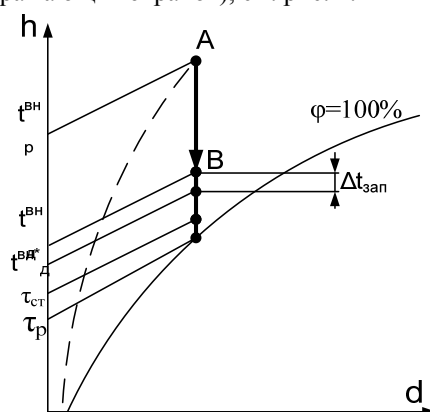


Рис. 1. К определению температуры воздуха при дежурном режиме отопления

Получаем, что

$$t_o^{6H} = \frac{\tau_p \cdot \alpha_{\text{BH}} \cdot R_{\text{окна}} - t_n}{\alpha_{\text{BH}} \cdot R_{\text{окна}} - 1} + \Delta t_{\text{зап}}, \quad (1)$$

где температуру точки росы воздуха, находящегося в помещении в рабочее время, можно определить по формуле Магнуса-Тетенса [2] с погрешностью $\pm 0,2$ °C (в диапазоне температур от 10 до 25 °C, и в диапазоне относительных влажностей от 10 до 70 %):

$$\tau_p = \frac{b \cdot \gamma(t_p^{\text{BH}}, \varphi_p^{\text{BH}})}{a - \gamma(t_p^{\text{BH}}, \varphi_p^{\text{BH}})}, \quad (2)$$

где $a = 17.27$; $b = 237,7$;

$$\gamma(t_p^{\text{BH}}, \varphi_p^{6H}) = \frac{a \cdot t_p^{\text{BH}}}{b + t_p^{\text{BH}}} + \ln\left(\frac{\varphi_p^{6H}}{100}\right). \quad (3)$$

Моделировалось изменение приведенного сопротивления светопрозрачной части окна R от 0,5 до полученных в результате эксперимента 1, $757 \text{ м}^2 \cdot ^\circ\text{C}/\text{Вт}$, температура наружного воздуха t_n задавалась от минус 10 до минус 30°C , температура воздуха в рабочее время фиксировалась на уровне 20°C . Расчёт был произведён для относительной влажности ϕ равной 35 и 50 %. Результаты расчётов можно увидеть на рис. 2.

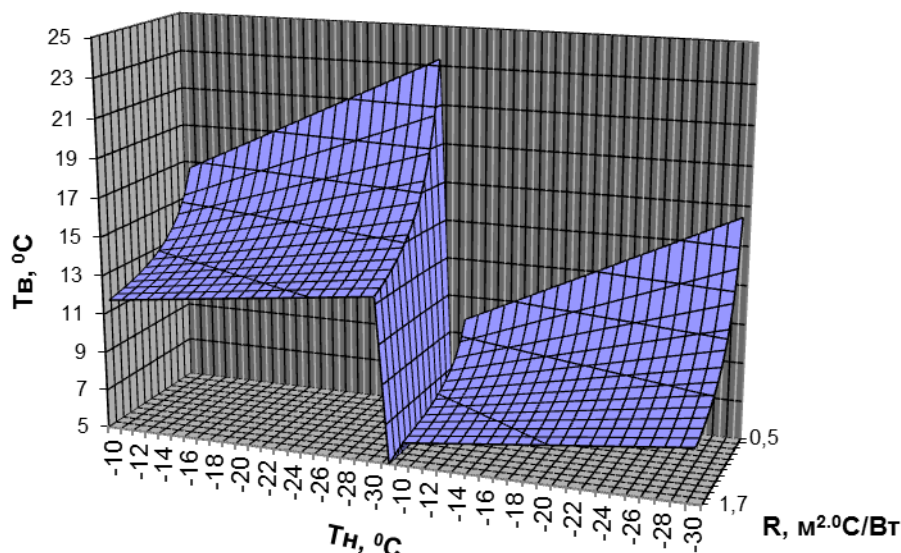


Рис. 2. Зависимость изменения минимально-допустимой температуры воздуха T_b при дежурном режиме отопления от R и t_n . Левая половина графика – при $\phi=50\%$, правая – при $\phi=35\%$

Как и следовало ожидать, $t_o^{вн}$ будет значительно выше при более высокой влажности внутри помещения. Применение экранов также даёт значительный эффект. Так, из расчётов следует, что при относительной влажности 35% , наружной температуре в минус $30\text{ }^{\circ}\text{C}$ и использовании окон с И-стеклом и двумя теплоотражающими экранами, минимально-допустимая температура воздуха при дежурном отоплении уменьшится с $16,4$ до $7,8\text{ }^{\circ}\text{C}$ относительно контроля 1, то есть более чем на $8\text{ }^{\circ}\text{C}$, а при относительной влажности 50% разница в температурах составит более $10\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Таким образом получаем, что при применении окон с теплоотражающими экранами наблюдается тройной энергетический эффект: в отопительный период уменьшаются теплопотери за счёт увеличения сопротивления окна, а также снижаются затраты теплоты на нагрев помещения за счёт понижения температуры воздуха внутри помещения, а в летний период снижается холодильная нагрузка на системы кондиционирования воздуха.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Бомон С., Хольтсвейлер Э., Захаров В.М., Смирнов Н.Н., Яблоков А.А., Лапатеев Д.А. Разработка и испытание автоматизированных окон с теплоотражающими экранами, отвечающих Российским и Европейским требованиям в области энергосбережения // Вестник ИГЭУ. – Иваново: Иван. гос. энерг. ун-т, 2013 г.. – №5. – С. 13-24.
2. Barenburg, A.W.T. Psychrometry and Psychrometric Charts, 3rd Edition, Cape Town, S.A.: Cape and Transvaal Printers Ltd., 1974.

ДИНАМИКА И РЕГУЛИРОВАНИЕ РЕАКТОРНОЙ УСТАНОВКИ СО СВЕРХКРИТИЧЕСКИМИ ПАРАМЕТРАМИ ТЕПЛОНОСИТЕЛЯ ПРИ РАБОТЕ ПО ДИСПЕТЧЕРСКОМУ ГРАФИКУ НАГРУЗОК

А.Л. Сироткина

Санкт-Петербургский государственный политехнический университет

В настоящее время, по данным Системного оператора Единой энергетической системы России (СО ЕЭС), доля АЭС в суммарной генерации электроэнергии (ЭЭ) в нашей стране составляет порядка 17% [1]. При этом существующие планы развития предусматривают повышение этого показателя до 50% к 2050 году [2], то есть доля АЭС, по меньшей мере, сравняется с долей ТЭС на органическом топливе, или даже превысит ее. Это, безусловно, потребует перераспределения функций энергоблоков, входящих в энергосистему, – работа АЭС исключительно в базовой части графика нагрузок станет невозможной. В пользу этого утверждения говорят также следующие обстоятельства:

- возрастание неравномерности потребления ЭЭ, особенно в Европейской части России;
- значительный износ и моральное устаревание основных генерирующих мощностей тепловой энергетики на органическом топливе.

Уже сейчас разработаны и утверждены требования к участию атомных энергоблоков в первичном регулировании частоты сети [3]. К моменту сооружения установок поколения IV эти требования, очевидно, будут значительно ужесточены. Именно поэтому уже на этапе проведения научно-исследовательских изысканий по проектам инновационных реакторных установок (РУ) необходимо особое внимание уделять маневренным свойствам.

Переход к сверхкритическим параметрам теплоносителя – ключевой путь развития надежной, распространенной и освоенной технологии ВВЭР. Реакторы ВВЭР-СКД – один из шести проектов поколения IV, принятых к разработке в рамках программы международного форума GIF (Generation IV International Forum) [4]. Повышение давления в первом контуре до 23,5÷25,0 МПа и температуры теплоносителя на выходе из реактора до 380÷540 °С позволит значительно поднять термодинамическую эффективность энергоблока, уменьшить металлоемкость, затраты ЭЭ на собственные нужды станции, осуществлять эффективное регулирование изменением спектра нейтронов.

В настоящем докладе приведены основные результаты исследования динамических процессов и регулирования реакторной установки со сверхкритическими параметрами теплоносителя. В качестве объекта исследования выступает РУ со следующими параметрами: в 1 контуре 23,5 МПа, 350/380 °С; во втором контуре 15 МПа, 360 °С; обогащение топлива 5%, спектр нейтронов – тепловой; тепловая мощность 1280 МВт. Основные причины выбора параметров:

- средняя мощность и относительно невысокая температура обеспечивают технологичность основных узлов оборудования РУ;
- тепловой спектр не предполагает использование такого реактора в качестве бридера, работа которого наиболее эффективна при поддержании максимальной мощности в течение всего срока кампании;
- докритические параметры «свежего» пара с небольшим перегревом относительно температуры насыщения позволяют иметь оборудование турбоустановки, более пригодное к использованию в маневренном режиме.

Для регулирования РУ предлагается использовать программу с переменным расходом и постоянной средней температурой теплоносителя. По сравнению с другими эта программа обеспечивает оптимальный температурный режим в активной зоне (что позволяет избежать появления дополнительных термических напряжений) и относительно невысокое повышение давления «свежего» пара. Для ее осуществления предлагается следующая схема АСР энергоблока (рис. 1).

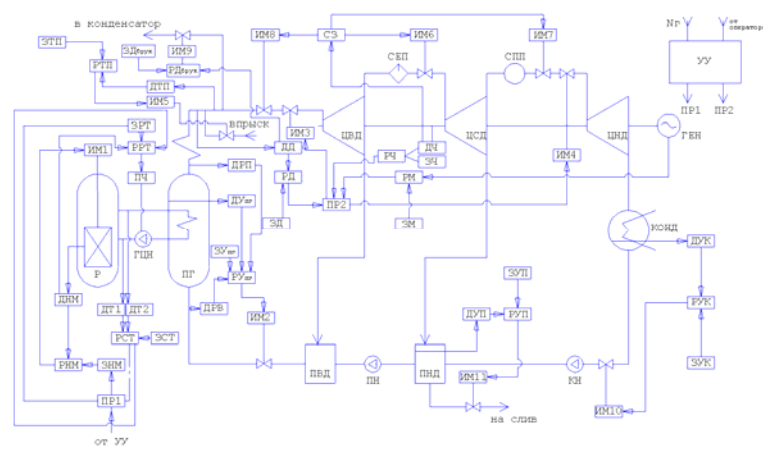


Рис. 1. Схема АСР энергоблока

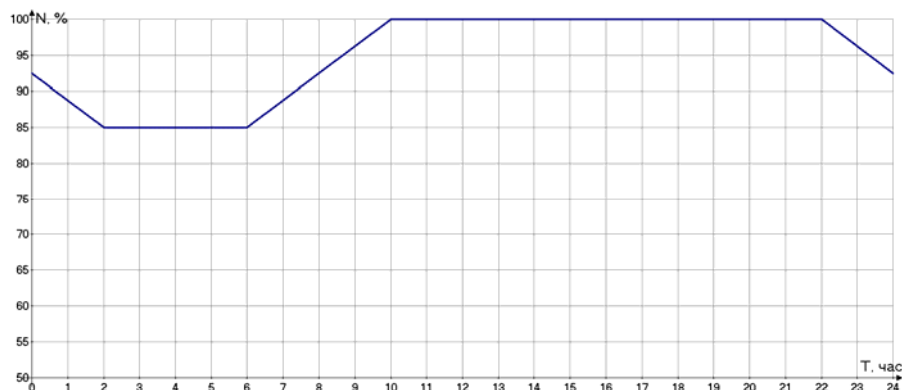


Рис. 2. График суточного изменения мощности энергоблока

По представленной на рис. 1 схеме энергоблок может работать в базовом режиме, режиме регулирования частоты и мощности согласно диспетчерскому графику нагрузок.

Для привязки к реальной энергосистеме, предположим, что исследуемый энергоблок будет располагаться в пределах ОЭС Центра. Анализируя современный график нагрузок ОЭС Центра, для АЭС можно предложить следующий график работы (рис. 2).

Динамические процессы в РУ исследовались с использованием математической модели (ММ). При ее составлении были приняты следующие основные допущения:

- уравнения нейтронной кинетики описаны в точечном приближении с учетом 1 группы запаздывающих нейтронов (характеристики – средневзвешенные для всех групп);
- из эффектов реактивности учитывается только температурный по теплоносителю как превалирующий;
- запаздыванием изменения мощности при изменении потока нейтронов пренебрегается;
- инерционностью и зоной нечувствительности датчиков пренебрегается.

ММ реализована в пакете Mathcad. Задача исследования динамических процессов, происходящих в РУ при работе по диспетчерскому графику (рис. 2), была разделена на:

- динамику РУ при снижении мощности;
- динамику РУ при повышении мощности;
- исследование нестационарного отравления реактора;
- циклическую прочность основных узлов оборудования РУ (оценивалась с использованием метода конечных элементов в ПК «ANSYS Workbench 15.0» и ПК «Creo Simulate 2.0»).

Результаты анализа динамических характеристик РУ показали принципиальную техническую возможность эксплуатации энергоблока с реактором на сверхкритических параметрах по суточному графику нагрузки:

- обеспечение требуемого запаса циклической прочности (накопленная повреждаемость – не более 10%) ограничивает работу установки 250 цикл/год, далее ЭБ должен работать в базовом режиме;
- нестационарное отравление реактора при снижении мощности значительно меньше оперативного запаса реактивности даже в конце кампании и не будет препятствовать подъему мощности после прохождения «ночного провала».

ЛИТЕРАТУРА:

1. Системный оператор ЕЭС России. Единая Энергетическая Система России - URL: <http://so-ops.ru/index.php?id=eess>.
2. Viktor M. Murogov. Nuclear technology: history, state and technical challenges of nuclear power development (course lectures). - Obninsk: MEPhI, 2012. - 124 pages.
3. СТО 59012820.27.120.20.004-2013. Нормы участия энергоблоков атомных электростанций в нормированном первичном регулировании частоты сети // Приложение 1 к приказу ОАО "СО ЕЭС" от 19.08.2013 №314. - М.: СО ЕЭС, 2013.
4. Generation IV Technology Roadmap. – URL: <http://gif.inel.gov/roadmap/>.

ИЗВЛЕЧЕНИЕ РЕДКОЗЕМЕЛЬНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ПРИ ОЧИСТКЕ ЭКСТРАКЦИОННОЙ ФОСФОРНОЙ КИСЛОТЫ

Д.Н. Смирнова, А.П. Ильин, Н.Н. Смирнов

Ивановский государственный химико-технологический университет

Современной промышленностью ежегодно вбрасываются в естественный обмен фтором миллионы тонн фтористых соединений. Значительный вклад в аккумуляцию фтора вносят заводы по производству минеральных удобрений. Поэтому возникает необходимость контроля и ограничения уровня фтора в кислоте, идущей на их производство. Экстракционная фосфорная кислота (ЭФК) содержит до 8–15% примесей, в том числе редкоземельные элементы (РЗЭ), которые используют в самых разных областях современной техники [1].

Одним из перспективных методов очистки ЭФК является адсорбционный, который обеспечивает высокую степень извлечения, как примесей, так и РЗЭ. При подборе адсорбента для очистки ЭФК необходимо учитывать его свойства. В данном случае адсорбент должен обладать высокой степенью чистоты, термической устойчивостью и способностью к регенерации; проявлять высокую активность и сорбционную емкость по различным соединениям; быть недорогим. Такими свойствами обладает активированный уголь марки БАУ [2].

Синтез адсорбентов из различных видов сырья с использованием методов механохимической активации (МХА) позволяет существенно повысить сорбционную способность данного материала за счет накопления в кристаллической структуре адсорбента дефектов различного рода и увеличения числа кислотных центров на их поверхности.

Измельчение осуществляли в ролико-кольцевой вибромельнице VM-4. Для приготовления образцов адсорбентов взят активированный уголь марки БАУ, который механохимически модифицировали оксидом кремния с различной химической активностью.

Полученные образцы исследованы с использованием методов ИК-спектроскопии на Фурье-спектрометре TENSOR27 в области длин волн 4000-400 см⁻¹. Исследование протекающих процессов при совместной механоактивации активированного угля с оксидом кремния показало, что в образцах наблюдается образование карбида и оксикарбида кремния, на что указывает появление интенсивных полос поглощения, характерных для колебаний Si-C, Si-O [3].

Углеродные адсорбенты были прокалены в инертной среде (аргон) в течение 4 часов и температуре 750 °С. До прокаливания полосы оксикарбида и карбида кремния носили размытый характер. После обработки в инертной среде интенсивность полос, отвечающая за колебания карбида и оксикарбида кремния увеличилась примерно в пять раз, что свидетельствует о росте фазы оксикарбида кремния. При прокаливании на воздухе из-за горения угля интенсивность резко падает и линии исчезают.

Съемку дифрактограмм углеродных адсорбентов проводили на приборе ДРОН-3М с использованием медного K_α-излучения. На рентгенограммах угольных адсорбентов присутствуют четко выраженные рефлексы, соответствующие фазе β-SiC и аморфной фазе SiO₂, что соответствует оксикариду кремния общего состава SiO_xC_y, где x<2, y>0 [4,5].

Все эксперименты по исследованию эффективности адсорбентов при очистке ЭФК и извлечения из нее РЗЭ проводились на неупаренной полугидратной экстракционной фосфорной кислоте производства ОАО «ФосАгро» г. Череповец. Результаты приведены в табл. 1.

Известен способ очистки, когда в кислоту вводят оксид кремния, который способствует увеличению скорости удаления фтористых соединений в виде фторида кремния. Недостаток этого метода состоит в том, что при растворении SiO₂ в кислоте образуются трудноотделяемые коллоидные осадки. В силу этого данный метод не нашел широкого применения. При очистке фосфорной кислоты от фтористых соединений методом отдувки образуется коллоидный осадок, содержащий в своем составе РЗЭ, который адсорбируется на поверхности угля. Из полученных в работе данных следует, что эффект повышения скорости дефторирования наблюдается и при добавлении к кислоте оксида кремния. Однако, физико-химическая сущность этих процессов различна. Оксид кремния, взаимодействуя с фтористым водородом, образует кремний фтористоводородную кислоту, при разложении которой образуется SiF₄, обладающий более высокой летучестью, чем HF. Механизм воздействия угля на процесс дефторирования обусловлен сорбцией продуктов разрушения фторкомплексов.

Таблица 1. Состав фосфорной кислоты после очистки на кремний углеродном адсорбенте

	Плотность, γ, г/см ³	P ₂ O ₅ , %	SO ₃ , %	F, %	R ₂ O ₃ , %
Исходная полугидратная фосфорная кислота	1,416	38,86	0,9	1,76	0,065
углеродный материал, кварцевый песок (МХА 15 мин.)	1,420	39,5	0,8	0,76	0,0609
углеродный материал, кремне-гель (МХА 15 мин.)	1,421	40,1	0,4	0,08	0,014
углеродный материал, белая сажа (МХА 15 мин.)	1,412	37,9	0,15	0,09	0,047

В результате растворения оксида кремния при взаимодействии с фтористыми солями происходит замещение на поверхности адсорбента солями алюминия, железа, кальция. Образующаяся кремнийфтористоводородная кислота удаляется в газовую фазу.

Полученные результаты подтверждены данными синхронного термического анализа на приборе STA449 F3 и масс-спектрометрией газов.

Выводы.

Эффект повышения скорости дефторирования наблюдается при добавлении к кислоте оксида кремния. Недостаток этого метода состоит в том, что при растворении SiO₂ в кислоте образуются трудноотделяемые коллоидные осадки. В связи с этим получен адсорбент на основе углеродного материала и оксида кремния путем механохимического синтеза, представляющий собой систему, содержащую частицы оксикарбида и карбида кремния.

Полученные образцы испытаны при очистке экстракционной фосфорной кислоты. Показано, что в результате частичного растворения оксида кремния повышается степень дефторирования фосфорной кислоты. Образующийся при дефторировании коллоидный осадок, содержащий в своем составе РЗЭ, выделяется на поверхности кремний углеродного адсорбента.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Кочетков С.П. Концентрирование и очистка экстракционной фосфорной кислоты: монография /

- С.П. Кочетков, Н.Н. Смирнов, А.П. Ильин, Иваново: ГОУ ВПО ИГХТУ, 2007. – 304 с.
2. Кинле Х. и др. Активные угли и их промышленное применение. – Х. Кинле, Э. Бадер // Пер. с нем. – Л.: Химия, – 1984. 216 с.
3. Вишнякова Е.Л. Закономерности пиролиза древесины сосны, импрегнированной SiO_2 , и формирования наноструктурного карбида кремния / Е.Л. Вишнякова, Л.Н. Переселенцева, В.П. Редько, Т.В. Томилина // Композиты и наноструктуры, 2010. – №2. – С. 28-35.
4. Кристаллографическая и кристаллохимическая База данных для минералов и их структурных аналогов. - Институт экспериментальной минералогии, РАН.
5. Chen J., Stecki A.J., Loboda M.J. // Proceeding of the International Conference on Silicon Carbide and Related Materials. 1999. USA. Research Triangle Park, North Carolina, 1999. – V. 1. – P. 273-276.

ИЗУЧЕНИЕ ПРОБЛЕМЫ КИСЛОТНЫХ ОСАДКОВ В ИВАНОВСКОЙ ОБЛАСТИ

О.И. Юдина, Т.Ю. Чеснокова

Ивановский государственный энергетический университет имени В.И. Ленина

Для охраны окружающей среды большое значение имеет решение проблемы кислотных осадков.

Кислотными называются любые осадки – дожди, туманы, снег, кислотность которых выше нормальной. В соответствии с ГОСТ 17.2.1.03-84 кислотными считаются осадки с $\text{pH} < 5,6$. К ним также относят выпадение из атмосферы сухих кислых частиц, более узко называемых кислотными отложениями.

Кислотные осадки обусловлены присутствием серной (H_2SO_4) и азотной (HNO_3) кислот. Обычно кислотность на две трети состоит из серной кислоты и на одну треть из азотной, но во многом их соотношение определяется особенностями антропогенного загрязнения атмосферы в конкретном регионе. Присутствие в этих формулах серы и азота указывает на то, что проблема связана с выбросами данных элементов в воздух.

Соединения серы попадают в атмосферу, как естественным путем, так и в результате антропогенной деятельности. При отсутствии источников загрязнения диоксид серы (SO_2) встречается в атмосфере в виде ничтожных следов. Единственным крупным естественным источником диоксида серы является вулканическая деятельность. В основном SO_2 поступает в атмосферу в результате человеческой деятельности. Главная причина загрязнения им атмосферы – сжигание ископаемого топлива, которое содержит серу. В процессе горения часть серы окисляется до SO_2 . Среди используемых видов топлива первое место по поставке диоксида серы занимает каменный уголь – 70%, второе – нефть, а природный газ находится на третьем месте.

Оксиды азота образуются в атмосфере как естественным, так и антропогенным путем при горении ископаемого топлива. Природные источники оксидов азота – это грозовые разряды и молнии. Загрязнение атмосферы оксидами азота в целом сравнительно невелико. Однако в районах с развитой химической промышленностью имеются локальные зоны повышенного содержания NO , NO_2 в воздухе. Основными антропогенными источниками поступления оксидов азота в атмосферу является сжигание всех видов природного топлива (12 млн.т./год), транспорт (8 млн.т./год) и промышленность (1млн.т./год). Монооксид азота NO также образуется в малых количествах в цилиндрах двигателей внутреннего сгорания при прямом взаимодействии кислорода с азотом. В среднем выделение NO автомобилем составляет 1-2 грамма на 1 км пробега.

Основными загрязнителями воздушного бассейна Ивановской области являются предприятия теплоэнергетики, такие как Ивановский филиал ОАО «ТГК 6» (ТЭЦ-2 и ТЭЦ-3), а также ОАО «Техуглерод и резина», выбросы от которых составляет более 50 % всех выбросов от стационарных источников. Также существенный вклад в загрязнение атмосферного воздуха области вносят ООО «Эггер Древпродукт» (Шуйский район), ОАО «Автокран» (г. Иваново), предприятия жилищно-коммунального хозяйства, имеющие на своем балансе крупные котельные, отапливающие населенные пункты [1].

На рис. 1 представлены выбросы загрязняющих веществ в атмосферный воздух Ивановской области. Основная часть валового выброса поступает в атмосферу от передвижных источников. Загрязняющие вещества от стационарных источников не превышают половины валового выброса. С каждым годом валовый выброс загрязняющих веществ в атмосферу растёт. В 2011 году он достиг 160 тыс. тонн.

Наибольший вклад в загрязнение атмосферного воздуха г. Иваново вносит ИвТЭЦ-3. За 2013 год выброс кислых газов составил 3,7 тыс. тонн, основную часть которых составляет диоксид азота. На втором месте по выбросу кислых газов находится ИвТЭЦ-2, большую часть выбросов которой занимает газ NO_2 . Общий выброс составил 1,7 тыс. тонн. На третьем месте деревообрабатывающий завод ОАО «Эггер Древпродукт» в г. Шуя, чьи выбросы составили 0,3 тыс. тонн. Основную часть выбросов составляет угарный газ. Общий выброс кислых газов в атмосферу в Ивановской области за 2013 год составил 35,1 тыс. тонн.

В ходе учебных исследовательских работ 2013-2014 г. авторами были проведены анализы pH снега на территории, прилегающей к ИГЭУ. В мае 2014 года после интенсивных дождей были определены pH почвы методом солевой вытяжки с газона возле корпуса «В» и воды из рек Харинка (г. Иваново) и Ухтохма

(г. Комсомольск) и дождя. Также в сентябре этого же года были отобраны пробы из рек Харинка, Ухтохма и Уводь, и пробы почвы с различных территорий для сравнения. Результаты анализа представлены в табл. 1.



Рис. 1. Выбросы загрязняющих веществ в атмосферный воздух Ивановской области

Таблица 1. Сводная таблица результатов анализа проб

Место отбора пробы	Титриметрический метод	Потенциометрический метод
Снег с территории около корп. «В», ИГЭУ (декабрь-январь)	4,2-4,5	-
Снег с обочины дороги по ул. Красных Зорь (декабрь-январь)	9,8-10,0	-
Дождевая вода (май)	2,8	7,2
Вода р. Харинка: май после дождя сентябрь до дождя/после дождя	3,1	7,7 7,32/7,62
Вода р. Ухтохма: май после дождя сентябрь до дождя/после дождя	-	6,48 6,59/7,02
Вода р. Уводь: сентябрь до дождя/после дождя	-	7,19/7,73
Почва с территории газона у корп. «В», ИГЭУ	-	7,02
Почва из хвойного леса	-	3,58
Почва с места стоянки сельхозтехники	-	7,21
Почва с садового участка	-	6,67

Полученные результаты позволяют сделать вывод о том, что атмосферные осадки, выпавшие прошедшей зимой, можно отнести к кислотным. Это связано с тем, что количество атмосферных осадков этой зимой было очень мало, а предприятия, такие как ИвТЭЦ-2, ИвТЭЦ-3 и котельная ИГЭУ работали в обычном режиме. Поэтому накопившиеся кислые газы растворялись в меньшем, чем обычно, количестве атмосферной влаги. Величина pH пробы снега с обочины дороги имеет щелочной характер за счет применения антигололедных реагентов.

Пробы, проанализированные в мае 2014 года, показали неоднозначные результаты по разным методам определения pH. Это связано с тем, что титриметрический метод предназначен именно для кислотных осадков, а потенциометрический метод более универсальный и более точный для широкого диапазона pH. Поэтому в качестве достоверных результатов авторами были взяты результаты измерений на pH-метре.

Близкие к нейтральным величины pH для проб, взятых в мае, подтверждают вымывание из атмосферы кислых газов обильными атмосферными осадками. Это значит, что в мае атмосферный воздух практически очистился от накопившихся за зиму кислых газов, поэтому величина pH майских осадков близка к нейтральной. В тоже время пробы воды из рек и почвы свидетельствуют о подкислении воды в реке Ухтохма, где pH имеет слабокислую реакцию. Это может быть связано с работой близлежащего предприятия «Ивановские ПГУ» и постоянным выбросом как углекислого газа, так и оксидов азота в атмосферу Комсомольского района. Проба почвы имеет нейтральную величину pH. Снег, имевший кислую реакцию, растаял, а весенние атмосферные осадки в виде дождя уже вымыли из почвы кислоты.

Анализ проб, взятых в сентябре, показывает, что в водные объекты и в почвы не попадали кислые осадки. Это может быть связано и с периодическими дождями, которые «промыли» атмосферный воздух летом, и с отсутствием выбросов от малых предприятий энергетики – котельных, и малыми выбросами городских ТЭЦ, т.к. еще не начался отопительный период.

Развитие промышленности, транспорта, освоение новых источников энергии приводят к тому, что количество промышленных выбросов постоянно увеличивается, в результате чего выпадают кислотные осадки, которые негативно воздействуют на окружающую среду.

ЛИТЕРАТУРА:

1. <http://www.ecoindustry.ru/gosdoklad/view.234.htm/>.

СИЛОВОЙ АКТИВНЫЙ ФИЛЬТР НАПРЯЖЕНИЯ

Н.М. Вербова

Санкт-Петербургский Государственный Политехнический университет

Обеспечение надлежащего качества электрической энергии в электроэнергетических системах неразрывно связано с подавлением помех генерируемых нелинейными и параметрическими нагрузками. Такие помехи передаются от источника к их приемнику из соседней электрической цепи путем переноса электрического тока помехи по общим для обеих цепей питающим проводам или через общие участки заземляющих проводников. Эти токи в свою очередь создают соответствующие падения напряжений помехи на внутренних сопротивлениях элементов электрических цепей. Характерным для данных помех является то, что они лежат в низкочастотной области (до десятков кГц), когда емкостные и индуктивные связи малы. Поскольку они по своей сути являются следствием токов, текущих по проводящим конструкциям и земле их принято называть кондуктивными (от англ. – conductivity – проводимость).

Кондуктивные помехи в полосе частот от 0 до 150 кГц (по ГОСТ Р 51317.4.16-2000), представляют собой общие несимметричные напряжения на входные порты электропитания переменного и постоянного тока, сигнальные порты, порты управления и ввода-вывода.

Традиционно уменьшение кондуктивных помех в питающих сетях в первую очередь производится с помощью фильтров, представляющих собой пассивную частотно-избирательную цепь, обеспечивающую подавление или ослабление гармоник, генерируемых нелинейными или параметрическими нагрузками. Такие фильтры достаточно эффективны в случаях, когда среди нагрузок доминируют трехфазные асинхронные двигатели, лампы накаливания, неуправляемые выпрямители и т.п. Спектр тока таких нагрузок практически не изменяется во времени и пассивные фильтры являются хорошим решением проблемы. Достоинствами пассивных фильтров являются их простота и экономичность. Они не дороги и не требуют регулярного обслуживания. Однако им присущи и существенные недостатки, к числу которых следует отнести снижение их эффективности при изменении гармонического состава тока в питающей сети, их фильтрующие характеристики сильно зависят от изменения полного сопротивления сети, а также возникновение нежелательных параллельных и последовательных резонансов гармоник тока питающей сети в колебательных контурах образуемых элементами фильтра и элементами питающей сети и ее нагрузок.

В настоящее время наблюдается тенденция все большего и большего увеличения нагрузок питающей сети спектр тока, которых может изменяться во времени. К числу таких нагрузок относятся, например, силовые электронные устройства типа источников бесперебойного электропитания, частотно-управляемый электропривод, управляемые выпрямители, управляемые тиристорами нагрузки, флуоресцентное освещение с электронным балластом и т.д. Такие нагрузки делают использование пассивных фильтров неэффективным и кроме всего прочего, не скомпенсированные фильтрами гармоники тока и вызванные ими искажения напряжения питающей сети приводят к изменению характеристик доставляемой от источника энергии и требует увеличения мощности системы на величину, затрачиваемую на эти искажения [1].

Отмеченные выше причины в свою очередь вызвали огромный интерес к силовым активным фильтрам, являющимся адаптивными устройствами, характеристики которых изменяются в зависимости от режима работы питающей сети.

Обычно используют силовые активные фильтры тока, которые устанавливают параллельно с нагрузкой генерирующей нежелательные гармоники тока в питающую сеть (аналог последовательного LC контура), шунтируя гармоники, или последовательно с такой нагрузкой (аналог параллельного LC контура), изолируя гармоники от сети [2]. Такой прием достаточно эффективен тогда, когда место подключения нелинейных и параметрических нагрузок к сети строго определено и не изменяется со временем. Это подходит только для стационарных нагрузок. В случае же переносных нагрузок, место подключения к сети которых, предсказать невозможно, например таких, как инверторные сварочные источники питания, портативный частотно управляемый электропривод, источники бесперебойного питания средств вычислительной техники, зарядные устройства средств связи и т.п., указанный подход в силу понятных причин не работает.

В случаях, когда установка силовых активных фильтров тока у шин нелинейных или параметрических нагрузок по каким-либо причинам невозможна, наиболее эффективным является использование силовых активных фильтров напряжения питающей сети, устанавливаемых последовательно с защищаемой линейной нагрузкой чувствительной к искажениям напряжения, идея которых впервые была предложена в [3].

Принцип действия силового активного фильтра напряжения основан на том, что он инжектирует подавляемые гармоники напряжения в питающую сеть в противофазе, и тем самым компенсирует искажение напряжения, поступающего на линейную нагрузку.

Силовая часть однофазного активного фильтра напряжения показана на рис. 1. Силовая часть представляет собой автономный инвертор напряжения, собранный на мощных полевых транзисторах с изолированным затвором, так называемых MOSFET транзисторах, по мостовой схеме. Нагрузкой инвертора является согласующий вольтодобавочный трансформатор, вторичная обмотка которого включена в разрыв фазного провода питающей сети.

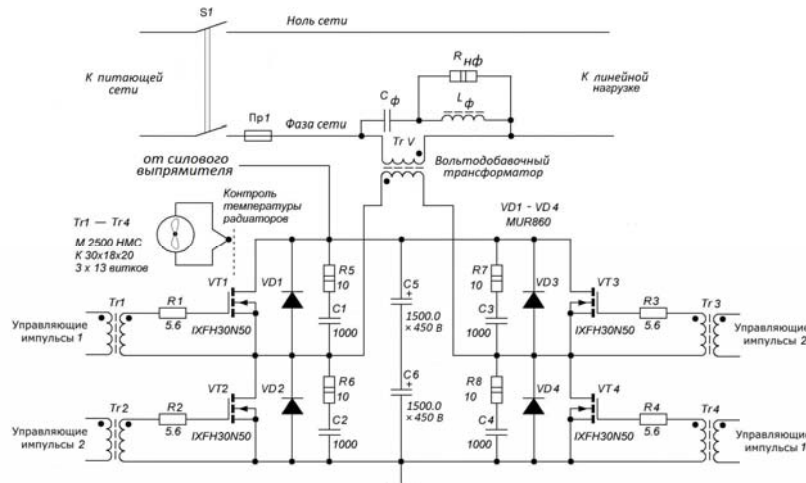


Рис. 1

Инвертор содержит четыре силовых транзистора VT1 – VT4, с параллельно включенными возвратными диодами, соответственно, VD1 – VD4 и демпферными цепочками, соответственно, R5 – C1; R6 – C2; R7 – C3 и R8 – C4, четыре импульсных трансформатора Tr1 – Tr4 гальванической развязки цепей управления силовых транзисторов, с включенными во вторичную обмотку токоограничивающими резисторами R1 – R4, последовательно соединенные фильтрующие конденсаторы C5 и C6, включенные в диагональ постоянного тока моста, согласующий вольтодобавочный трансформатор Tr V, первичная обмотка которого включена в диагональ переменного тока моста, высокочастотный сглаживающий фильтр Cф, Lф и Rнф подавления гармонических составляющих напряжения вызванных операциями переключения силовых транзисторов, защитный предохранитель Пр1, сетевой выключатель S1 и схему управления вентиляторами обдува радиаторов силовых транзисторов инвертора.

Силовые транзисторы, находящиеся в одном и том же плече моста, работают поочередно (раздельное управление). Положительная полярность выходного напряжения формируется при подаче отпирающих импульсов на транзисторы VT1, VT4; отрицательная – при подаче отпирающих импульсов на транзисторы VT2, VT3.

Для предотвращения внутреннего короткого замыкания управляющие импульсы при раздельном управлении в любой момент времени должны подаваться только на транзисторы разных плеч моста в соответствии с полярностью формируемого выходного напряжения. При этом управляющие импульсы снимаются с затворов запираемых транзисторов, и через выдержку времени, достаточную для закрывания запираемых транзисторов, подаются управляющие импульсы на затворы отпираемых транзисторов.

Система управления процессом компенсации гармонических составляющих напряжения питающей сети выглядит так, как это показано на рис. 2. Система работает следующим образом.

Данные о напряжении на шинах питающей сети с измерительного трансформатора напряжения 1 поступают на аналоговый режекторный фильтр 3, где подавляется основная гармоника напряжения питающей сети. Оставшиеся субгармонические и высшие гармонические составляющие напряжения питающей сети с выхода режекторного фильтра поступают в автономный инвертор напряжения с микропроцессорной системой управления 4. Инвертор напряжения с системой управления, обрабатывает поступивший сигнал напряжения, инжектируя в сеть в противофазе, искажающие основную гармонику напряжения, составляющие U_B при помощи согласующего вольтодобавочного трансформатора 5.

Сочетание здесь аналоговых и цифровых операций позволяет снизить требования к элементной базе и значительно упростить реализацию всего устройства. Действительно, сигнал, проходящий через любой фильтр, задерживается на некоторое время – время обработки сигнала. За время обработки сигнала фаза гармонических

составляющих питающего напряжения претерпевает изменения. Эти изменения тем больше, чем больше время обработки сигнала. Появление таких изменений приводит к возникновению фазовой погрешности при фильтрации.

Аналоговые фильтры на операционных усилителях могут работать на частотах свыше 100 кГц вплоть до 1 МГц, т.е. от 10 до 100 раз быстрее, чем цифровые системы [4]. При аналоговой фильтрации требование к тому чтобы фазовая погрешность в любом месте рабочего диапазона была не более $\pm 2,5\%$ от периода наибольшей учитываемой гармоники, т.е. ± 9 электрических градусов, выполняется уже вплоть до 500 гармоники включительно. Это в 12,5 раз перекрывает требования ГОСТ 13109-97. А для сороковой гармоники приведенная к периоду этой гармоники фазовая погрешность составит 0,2%, что соответствует лабораторным приборам класса точности 0,2. Такие показатели уступают разве, что эталонным (образцовым) характеристикам!

Исходя из наиболее неблагоприятного случая отклонения частоты в пределах 10,0%, полоса заграждения будет лежать в пределах от 45 до 55 Гц.

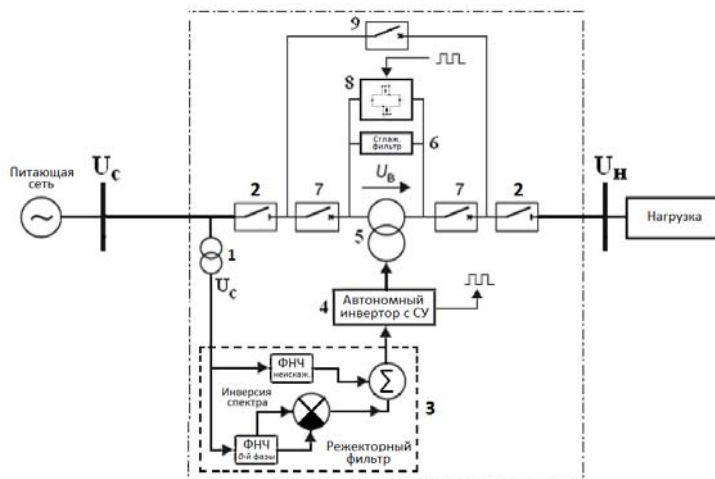


Рис. 2

В заключение отметим, что режекторный фильтр должен быть неискажающим и обладать максимально возможной скоростью обработки сигнала, что хорошо реализуются аналоговыми трансверсальными фильтрами [5].

ЛИТЕРАТУРА:

1. Агунов М.В., Агунов А.В., Вербова Н.М. Новый подход к измерению электрической мощности // Промышленная энергетика. 2004. №2. с. 30-33.
2. Агунов А.В. Управление качеством электроэнергии при несинусоидальных режимах. СПб.: СПбГМТУ, 2009. 134 с.
3. Агунов А.В. Спектрально-частотная последовательная силовая активная фильтрация напряжения // Электротехника, 2004, № 10, С.30-32.
4. Smith S.W. The Scientist and Engineer's Guide to Digital Signal Processing. San Diego: California Technical Publishing, 1999. 650p.
5. Патент РФ № 2331976. Устройство свертки сигнала с импульсной характеристикой синтезируемой линейной электрической цепи / М.В. Агунов, А.В. Агунов, Н.М. Вербова. – Оpubл. в бюл., 2008, №23.

СЕКЦИЯ

«ФИЗИЧЕСКИЕ НАУКИ»

РАСЧЕТ ТРЕХФАЗНОЙ СИСТЕМЫ МЕТОДОМ НЕЗАВИСИМЫХ СХЕМНЫХ МИНОРОВ

Е.Р. Бодряков

ФГБОУ ВПО «Ульяновский государственный технический университет», г. Ульяновск

Для анализа электрических цепей по частям используется метод схемных миноров (СМ), позволяющий формировать символьные выражения токов и напряжений цепи [1]. Недостатком метода является многократный рост числа СМ при увеличении числа полюсов подсистемы. Так, подсистема с 3-мя полюсами имеет 6, а подсистема с 8-ю полюсами – 3432 схемных миноров [1].

В [2] предложено раскрывать часть СМ, которые названы независимыми СМ, а остальные получать с помощью тождеств Якоби. Так, для подсистемы с 8-ю полюсами достаточно раскрыть 51 независимый СМ, а остальные 3381 СМ можно получить с помощью тождеств.

Для крупных электроэнергетических систем (ЭЭС), состоящих из десятков и более структурных элементов метод независимых СМ позволяет получить последовательность формул для нахождения искомого отклика при установившейся работе электроэнергетической системы.

В данной работе рассматривается расчет трехфазной системы с помощью метода независимых СМ, а также приводится сравнительная характеристика данного метода в сравнении с матричным методом.

Пример анализа электрической системы при однофазном коротком замыкании. Рассмотрим пример анализа трехфазной системы, представленной на рис. 1. Данная система несимметричная и параметры элементов в каждой фазе не одинаковы. Схемы соединения обмоток синхронного генератора (СГ) и асинхронного двигателя (АД) показаны на рис. 2. Длина линии передачи электроэнергии от СГ к АД 1 км. На расстоянии 300 м от СГ происходит однофазное короткое замыкание на землю. Сопротивление короткого замыкания равно нулю. Требуется получить символьное выражение, и численный результат для тока короткого замыкания.

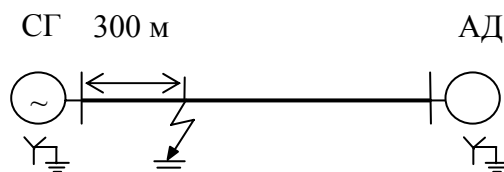


Рис. 1. Однолинейное изображение трехфазной системы

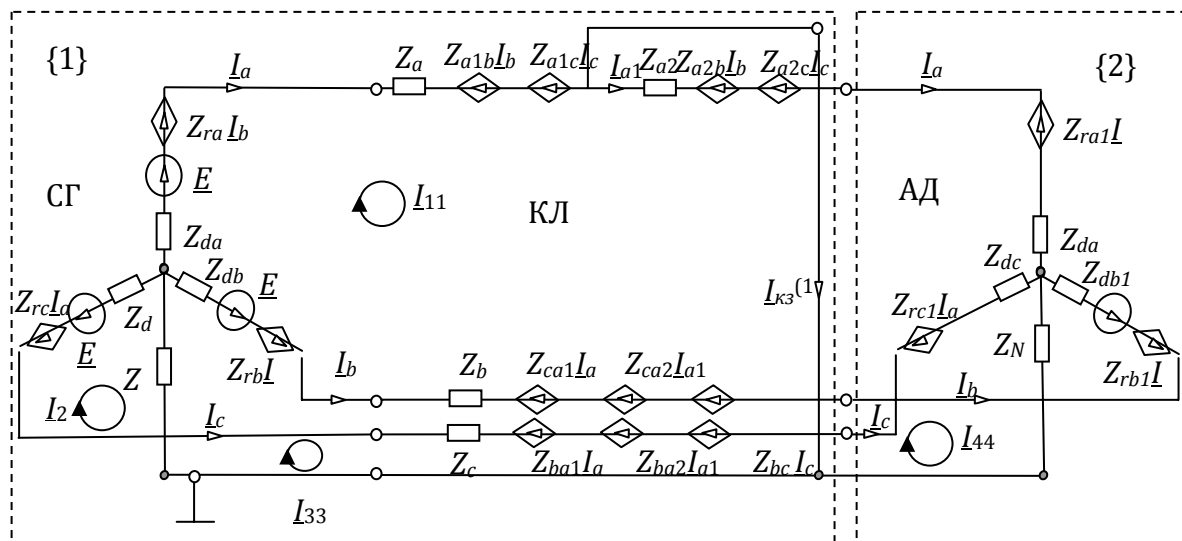


Рис. 2. Схема замещения трехфазной системы

Схема замещения трехфазной системы для реальных величин с представлением синхронного генератора и асинхронного двигателя системными схемами замещения представлена на рис. 2 [3].

Параметры элементов следующие: ЭДС трехфазного генератора: $E_a=j380$; $E_b=j380 \cdot a^2$; $E_c=j380 \cdot a$ (где $a=e^{j120^\circ}$); $Z_{a1} = Z_{a2} = Z_{a3} = 5,7735 + j40$; $Z_{b1} = 5,65803 + j39,2$; $Z_{c1} = Z_{c2} = Z_{c3} = 11,547$ – системные параметры Z-моделей СГ, $Z_{a1} = Z_{a2} = Z_{a3} = 0,35$; $Z_{b1} = Z_{b2} = Z_{b3} = 0$; $Z_{c1} = -0,047$ – системные параметры Z-моделей асинхронного двигателя как обобщенной нагрузки [4],

$Z_a = Z_b = Z_c = j0,252$; $Z_{a1b} = Z_{a1c} = Z_{ba1} = Z_{bc} = Z_{ca1} = Z_{cb} = j0,114$; $Z_{a1} = j0,588$; $Z_{a1b} = Z_{a1c} = Z_{ba1} = Z_{ca1} = j0,267$ – фазные собственные и взаимные сопротивления (в Омах) между проводами.

Полное сопротивление обмоток СГ фазы *B* отличается от сопротивлений фаз *A* и *C* на допустимое отклонение в 2%, данное условие не позволяет рассчитать рассматриваемый пример методом симметричных составляющих.

Для анализа трехфазной системы используется метод объединения в сочетании с неявным принципом наложения [5]. Ток однофазного замыкания находится по формуле (1): $I_{\Sigma}^{(1)} = \frac{N}{D}$, где *N* – соответственно числитель однофазного тока, *D* – знаменатель искомого тока.

Символьное выражение знаменателя *D* для тока однофазного короткого замыкания находится при нейтрализации системы ЭДС трехфазного генератора. При объединении блоков 1 и 2 образуется блок 3, при этом для первого и второго блока необходимо отыскать 20 СМ, из которых 11 СМ независимые, а остальные 9 находятся по формулам Якоби [2]. Для нахождения определителя схемы знаменателя используется формула четырехузловой бисекции (3) [1]:

Символьные значения независимых СМ для блоков 1 и 2 находятся в программе *CIRSYMW* [6], а единое символьное выражение знаменателя *D* в программе *Maple*. Для этого делается замена параметров УИ и сопротивлений, которые используются в программе [6]. Результаты программы *CIRSYMW* для независимых СМ блоков 1 и 2, при нахождении знаменателя тока однофазного короткого замыкания *D*, записываются в программу *Maple* для получения выражения знаменателя по формуле (3).

Символьное выражение числителя *N* для тока однофазного короткого замыкания находится при использовании неявного метода наложения [5]. Алгоритм нахождения символьного выражения числителя *N* аналогичен описанному выше для знаменателя.

Численное значение тока однофазного замыкания после подстановки численных параметров СГ, линии передачи и АД в полученную формулу равен: $I_{\Sigma}^{(1)} = 516,40 - 215,23j = 559,45 \cdot e^{-j22,6^\circ} \text{ А}$.

Для проверки правильности найденного решения был найден ток короткого замыкания в схеме на рис. 2 методом контурных токов [4]. Численное значение полученного тока однофазного короткого замыкания с точностью до 9 знаков совпадает с результатом полученным методом независимых СМ.

Сравнение вычислительных характеристик формулы тока однофазного короткого замыкания в трехфазной системе. Для сравнения вычислительных характеристик метода независимых СМ, метода контурных токов и метода СМ подсчитано число аддитивных и мультипликативных операций при получении символьной формулы для искомого тока $I_{\Sigma}^{(1)}$.

Вычислительные характеристики единого выражения тока однофазного короткого замыкания, полученного методом независимых СМ: аддитивных операций – 925, мультипликативных операций – 1469.

Вычислительные характеристики единого выражения тока однофазного короткого замыкания, полученного методом контурных токов: аддитивных операций – 897, мультипликативных операций – 4603.

Таким образом, число аддитивных операций при поиске тока однофазного короткого замыкания для метода независимых СМ в 1,03 раза больше, чем для метода контурных токов, однако число мультипликативных операций в 3,13 раз меньше, что говорит о более малых временных затрат при исследовании трехфазных систем символьным методом независимых СМ. Число аддитивных и мультипликативных операций при нахождении тока однофазного короткого замыкания методом СМ является наибольшим (аддитивных – 3216, мультипликативных – 5328)

Отметим, что результат полученный по методу независимых СМ представлен символьным выражением и может использоваться в дальнейшем при подключении новых подсхем к трехфазной системе (рис. 1).

Таким образом, в данной работе рассмотрен пример анализа трехфазной системы методом независимых СМ. Проведено сравнение вычислительных характеристик метода независимых СМ и матричного метода контурных токов, которое показало временной выигрыш при анализе трехфазных систем именно методом независимых СМ. Рассмотренный пример наглядно демонстрирует возможности метода независимых СМ для расчета несимметричных режимов многофазных систем, включая случаи с несимметричной системой ЭДС, где применение метода симметричных составляющих является невозможным.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Филаретов В. В. Метод двоичных векторов для топологического анализа электронных схем по частям // Электричество. – 2001. – № 8. – С. 33–42.
2. Бодряков Е.Р., Курганов С.А. Применение независимых схемных миноров для анализа линейных электрических цепей по частям // Синтез, анализ и диагностика электронных цепей: Международный сборник научных трудов. – Ульяновск: УлГТУ, 2011. – Вып. 9. – С. 108–118.
3. Шакиров М. А. Системные схемы замещения трехфазных машин и их применение для расчета несимметричных режимов электрических систем // Электротехника. – 2003. – № 10. – С. 26–35.
4. Теоретические основы электротехники: в 2 т. – Т. 1. Основы теории линейных цепей / П. А. Ионкин, А. И. Даревский, Е. С. Кухаркин, В. Г. Миронов, Н. А. Мельников. – М.: Высш. шк., 1976. – 544 с.

5. Курганов С. А. Схемно-алгебраический анализ, диакоптика и диагностика линейных электрических цепей / С. А. Курганов, В. В. Филаретов: учебное пособие. Ульяновск: УлГТУ, 2005. – 320 с.
6. Вольнов В.Е., Курганов С.А., Филаретов В.В. Символьный анализ сложных электрических цепей и сетей с помощью программы *CIRSYMD* // Схемно-топологические модели активных электрических цепей: синтез, анализ, диагностика: Тр. межд. конф. КЛИН-2004. – Ульяновск: УлГТУ, 2004. – Т.4. – С.75–80.

ПРОБЛЕМЫ ИНТЕРПРЕТАЦИИ ВЫЗВАННЫХ КОЖНЫХ ВЕГЕТАТИВНЫХ ПОТЕНЦИАЛОВ И СОЗДАНИЕ МНОГОКАНАЛЬНОГО УСТРОЙСТВА ДЛЯ РЕГИСТРАЦИИ И АНАЛИЗА ИХ ТОПОЛОГИИ НА ЛАДОНИ ЧЕЛОВЕКА

К.Я. Винниченко

Санкт-Петербургский Государственный Политехнический Университет

Довольно часто в литературе и на практике встречается применение метода вызванных кожных вегетативных потенциалов (ВКВП) (в отечественной литературе более известен как кожно-гальваническая реакция – КГР) в качестве биологической обратной связи при каких-либо воздействиях, и на основании этого делаются выводы об эффективности применяемого метода, а также в полиграфических устройствах (детекторах лжи) для определения психофизиологических реакций. Однако, на сегодня границы применения и информативность данного метода не вполне ясны, а интерпретация самого ВКВП как физиологической реакции не всегда однозначна. Именно поэтому, например, в 40% случаев при регистрации на полиграфе невозможно однозначно определить имеется ли реакция на стрессовый стимул или нет. Помимо прочего, регистрация сигнала ВКВП часто нестабильна, ибо сильно варьирует как по амплитуде, так и по структуре отклика.

Существуют два основных метода регистрации кожно-гальванических реакций: эндосоматический – по Тарханову (регистрация электрических потенциалов кожи) и экзосоматический – по Фере (регистрация электрического сопротивления кожи).

При съеме кожно-гальванической реакции вторым методом постоянный ток пропускается через кожу пациента, а с электродов снимается напряжение [1]. У способа Фере есть несколько недостатков: во-первых, в электрической цепи находится источник постоянного тока, что маскирует электрофизиологические явления поляризационными процессами; во-вторых, амплитуда колебаний КГР в ответ на стимуляцию менее выражена, чем при эндосоматической записи, что говорит об инертности и меньшей чувствительности метода, в-третьих, нельзя исключать стимулирующего влияния тока на течение процессов. Поэтому целесообразнее использование методики съема потенциалов, т.е. по Тарханову.

Классической схемой регистрации ВКВП по Тарханову является измерение разности потенциалов между двумя точками кожи руки [2]. Как правило, используются адгезивные токопроводящие Ag/AgCl электроды, которые накладываются следующим образом: катод на среднюю фалангу среднего пальца левой руки, анод – на центр ладони левой руки, общий электрод – на волярную поверхность предплечья той же руки. Также иногда сигнал снимают с указательного и безымянного пальцев. При таком способе съема кривая реакции является многофазной с весьма волатильной амплитудой.

В ходе анализа формы кривой такого ответа, напоминающей сумму (вернее, разность) двух одинаковых, но сдвинутых во времени кривых, возникла идея раздельного съема потенциалов в этих же точках относительно индифферентного электрода. Сделав серию экспериментов с раздельным съемом потенциалов в различных точках ладони относительно индифферентного электрода, мы заметили запаздывание изменения потенциала в одной точке съема относительно другой, при этом сами процессы были весьма схожи. Наблюдаемые раздельно сигналы существенно отличались от ранее полученной в данных точках кривой КГР, снятой классически – как разность потенциалов. Они имели большую амплитуду и длительность, меньшую фазность и, самое важное, что они были практически одинаковы по форме в данных точках и различались только временным сдвигом и амплитудой. При этом были отмечены два типа реакций на стимул: А) когда сигналы в точках съема разнесены во времени; Б) когда они почти одновременны (рис. 1). Следовательно, наша идея о необходимости раздельного съема потенциалов относительно индифферентного электрода оказалась продуктивной.

Таким образом, при классической методике съема ВКВП по Тарханову нюансы наблюдаемых физиологических процессов частично теряются за счет взаимного вычитания первичных потенциалов, а значит, целесообразно использовать схему двухканальной записи с общим референсом. Один из электродов постоянно оставался неподвижным, второй же электрод мы перемещали в различные точки ладони. При такой методике, как уже говорилось, мы наблюдали два схожих сигнала, но со сдвигом по времени, причем, потенциал более удаленной от центра ладони точки имеет меньшую амплитуду. При их геометрическом вычитании можно получить привычный вид КГР, снятый традиционным способом.

Мы снимали подобным образом кривые в разных точках ладони. Поскольку наблюдаемая амплитуда кривой и время сдвига ее максимума зависели от места расположения электродов, возникло желание увидеть картину в целом. Это привело нас к необходимости разработки собственной методики многоканального съема

ВКВП с одновременной регистрацией в большом количестве точек ладони, для регистрации и анализа картины распределения потенциала по поверхности ладони.

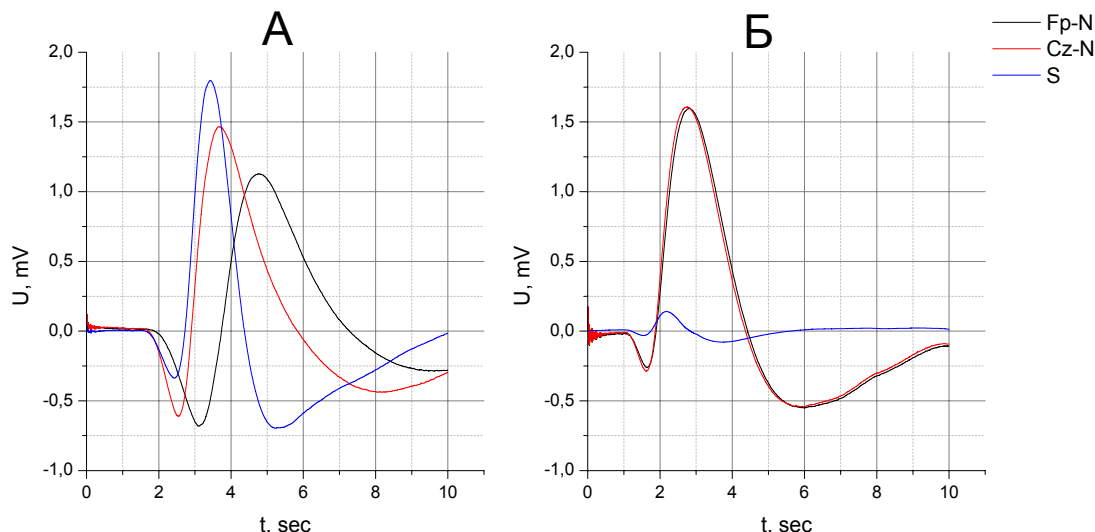


Рис. 1. Результат суперпозиции кривых, полученных с одних и тех же точек у разных пациентов относительно индифферентного электрода. *Fp-N* (черная), *Cz-N* (красная) – кривые, снятые отдельно, в стандартных точках съема, *S* (синяя) – разность потенциалов в этих точках по Тарханову. Тип реакции А – потенциалы разнесены во времени в разных точках ладони. Тип реакции Б – потенциалы близки во времени в тех же точках

Для развития приведенной выше методики нами разработано устройство [3], которое удовлетворяет следующим требованиям:

- многоканальность;
- исключение поляризации;
- качественный прижим датчиков к регистрируемой поверхности;
- синхронная регистрация.

Необходимым требованием к разработанной системе регистрации и анализа распределения потенциала было наличие средства для визуализации многоканального сигнала, а также возможность регистрации временных и амплитудных параметров.

Значимость результатов исследования заключается в возможности использования разработанной методики многоканального съема с целью повышения достоверности регистрации и анализа ВКВП, обеспечения надежности и качества регистрации ВКВП. Однако, необходимо дополнительно разработать математическую модель КГР–ВКВП, которая позволит осуществлять отдельный анализ поведения различных компонент генерации этих сигналов, что будет являться ее дополнительным преимуществом. Таким образом, полученные результаты могут быть использованы для развернутого анализа эффективности проводимого лечения с помощью КГР–ВКВП. Также данная работа позволит повысить достоверность заключений регистрируемых на полиграфе.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Modelling event-related skin conductance responses/ Dominik R. Bach, Guillaume Flandin, Karl J. Friston, and Raymond J. Dolan// Int J Psychophysiol. 2010 March; 75(3): 349–356.
2. Одинак М.М., Котельников С.А., Шустов Е.Б., Вызванные кожные вегетативные потенциалы: Методические указания. Иваново, 1999. с.49
3. Патент на полезную модель № 137669, Российская Федерация, МПК А61В5/0484, А61В5/16/ Устройство для регистрации кожно-гальванического рефлекса/ Винниченко К.Я., Лебедев В.П., Малыгин А.В., заявитель и патентообладатель Общество с ограниченной ответственностью «Центр ТЭС» – №2013143653/14, заявл 27.09.2013, опубл. 27.02.2014, бюл. №6. – 2с.

ОПТИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ФОТОДЕТЕКТОРОВ НА ОСНОВЕ
МАССИВА ZnO ВИСКЕРОВ С ГРАФЕНОВЫМ ПРОЗРАЧНЫМ КОНТАКТОМ

А.В. Бабичев^{1,3}, **О.С. Комарова**⁴, **Д.А. Кудряшов**¹, **F.H. Julien**², **М. Tchernycheva**²

¹Санкт-Петербургский Академический университет,

²Institut d'Electronique Fondamentale, UMR 8622 CNRS, University Paris Sud XI, 91405 Orsay cedex, France, ³ФТИ им. А.Ф. Иоффе,

⁴Санкт-Петербургский государственный политехнический университет

Ультрафиолетовые фотодетекторы применяются при анализе состояния окружающей среды, при детектировании возгорания, создании оптических интерконнекторов, в военных целях, при контроле качества изделий в промышленности [1]. В сравнении с фотодетекторами на кремнии, используемыми для детектирования излучения в ультрафиолетовой области (УФ) спектра, фотодетекторы на основе широкозонных материалов не требуют применения дополнительных фильтров для отсекаания видимой части спектра в силу малой чувствительности в данной области спектра. Интерес к изучению оксида цинка, ZnO, как материала для детектирования излучения в УФ области возник с начала 2000 годов, когда впервые был продемонстрирован фотодетектор на основе одиночного ZnO вискера. Высокое значение фоточувствительности данных фотодетекторов обусловлено процессами, происходящими на поверхности вискеро́в [2].

К настоящему моменту, продемонстрированы фотодетекторы с высокой чувствительностью на основе массива ZnO вискеро́в с верхним прозрачным контактом на основе индий-оловянного оксида (ITO) [3]. ITO значительно поглощает свет в УФ области спектра, что ограничивает чувствительность фотодетекторов. Интерес к возможности использования графена в качестве прозрачного контакта к фотодетекторам на основе ZnO вискеро́в обусловлен высокой прозрачностью графена в УФ области спектра в сравнении с ITO.

В данной работе представлены результаты по формированию и изучению оптических свойств фотодетекторов на основе массива ZnO вискеро́в с прозрачным контактом, на основе графена, полученного методом химического осаждения из газовой фазы (CVD-метод роста). ZnO вискеро́в были выращены методом электрохимического осаждения на поверхности F-легированного SnO₂ (FTO) стекла. CVD-выращенный графен переносился с поверхности Ni/SiO₂/Si на массив вискеро́в с помощью метода переноса через жидкость. Металлические контакты были сформированы взрывной литографией. Спроцессированные фотодетекторы демонстрируют высокий отклик в УФ области спектра. Достигнута чувствительность порядка 10⁴ А/Вт при смещении в 1 В. Зависимость чувствительности фотодетектора от падающей мощности имеет линейный характер при малой интенсивности засветки, сублинейный характер при плотности мощности 10⁻⁴ Вт/см² и имеет участок насыщения при плотностях порядка 10⁻² Вт/см². В ходе работы представлена модель, описывающая механизм фотопроводимости ZnO вискеро́в [4], которая, в отличие от результатов, представленных в [2] явно учитывает эффект модуляции проводящей поверхности за счет изменения области обедненного заряда. Показано, что высокая фоточувствительность ZnO вискеро́в обусловлена именно данным эффектом, а не более медленным процессом электрон-дырочной рекомбинации вследствие пространственного разделения носителей заряда. Предложенная модель описывает экспериментальные результаты.

В ходе работы исследованы электрические и оптические свойства фотодетекторов (измерены вольт-амперные характеристики (ВАХ) и спектры фототока в ультрафиолетовой области спектра). Графен/ZnO фотодетекторы демонстрируют линейные ВАХ (темновая ВАХ, показанная на рис. 1, а говорит об омичности сформированного контакта).

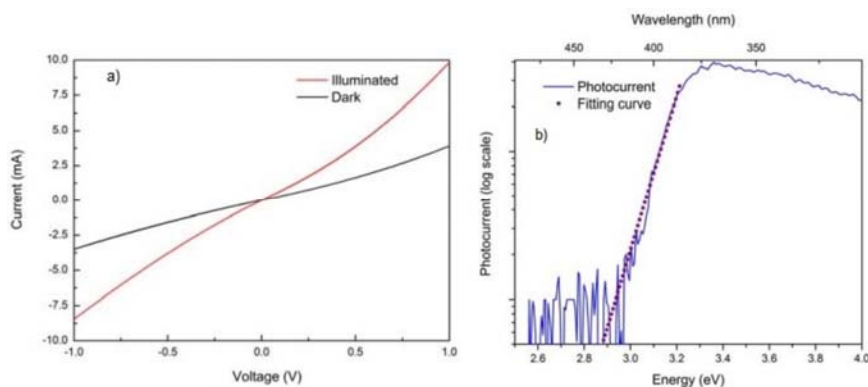


Рис. 1. а) Вольт-амперные характеристики (темновая и при засветке)

б) спектр фототока графен/ZnO фотодетектора

Данный факт соотносится с данными о близости работы выхода в сильнолегированном ZnO и графене. Облучение образца светом приводит к росту фотопроводимости. Спектр фототока (рис. 1, б) демонстрирует

фотоотклик начиная с длины волны облучения в 413 нм. Максимальная чувствительность сформированного фотодетектора составляет 10^4 А/Вт и соответствует длине волны в 368 нм.

Работа выполнена при поддержке проекта РФФИ № 14-02-31485 (2014-2015 гг.), программы Президиума РАН (2012-2014 гг.), FP7 EU projects “Funprob” (соглашение PIRSES-GA-2010-269169).

ЛИТЕРАТУРА:

1. M. Razeghi and A. Rogalski, *J. Appl. Phys.* **79** (10) 7433–7473 (1996).
2. C. Soci et al., *Nano Lett.* **7** (4), 1003 (2007).
3. A. de Luna Bugallo et al., *Nanotechnology* **21** (31), 315201 (2010).
4. A. V. Babichev et al., *Appl. Phys. Lett.* **103**, 201103 (2013).

**МНОГООСТРИЙНЫЕ ПОЛУПРОВОДНИКОВЫЕ ПОЛЕВЫЕ ЭМИТТЕРЫ
С ДВУХСЛОЙНЫМИ ЗАЩИТНЫМИ ПОКРЫТИЯМИ НОВОГО ТИПА**

Г.Г. Соминский, Т.А. Тумарева, Е.П. Тарадаев

Санкт-Петербургский государственный политехнический университет

Использование полевых эмиттеров представляется привлекательным при построении широкого класса вакуумных электронных устройств. Для получения полевой эмиссии при умеренных рабочих напряжениях создают острийные полевые эмиттеры, обеспечивающие большое усиление электрического поля у поверхности. Однако такие эмиттеры достаточно долговечны только в приборах, эксплуатируемых при низком давлении остаточного газа и при отборе малых токов. В высоковольтных электронных приборах, работающих в техническом вакууме и при отборе больших токов, такие полевые эмиттеры быстро разрушаются под действием бомбардировки ионами остаточных газов. Для получения токов, необходимых для функционирования многих электронных приборов, используют многоострийные структуры. Хорошо отработана технология создания многоострийных полевых эмиттеров из разного типа полупроводников, например, из кремния [1]. Применение таких эмиттеров зачастую затруднено не только потому, что они разрушаются под действием ионной бомбардировки, но также и по той причине, что они имеют недостаточную проводимость. Кроме того, тонкие полупроводниковые острийные эмиттеры, как правило, недостаточно прочны и разрушаются под действием поперечных сил уже при умеренных значениях электрического поля и отбираемого тока эмиссии. Использование острийных полупроводниковых полевых эмиттеров в высоковольтных электронных приборах, работающих в техническом вакууме (10^{-7} – 10^{-8} Тор), становится возможным, если одновременно повысить их проводимость и прочность, а также устойчивость к воздействию ионной бомбардировки. В данной работе решаются задачи по улучшению характеристик острийных полупроводниковых полевых эмиттеров, в том числе, по повышению их долговечности, увеличению их проводимости (а вместе с этим уменьшению падения напряжения на эмиттере при отборе тока), увеличению прочности эмиттеров (и обеспечению в связи с этим отбора больших токов эмиссии). Как следует из полученных данных, перечисленные задачи могут быть решены одновременно при использовании полупроводниковых катодов со специальными описанными ниже двухслойными металл-фуллереновыми покрытиями.

Были исследованы острийные полевые эмиттеры из кремния. Измерялись токи эмиссии эмиттеров без каких-либо покрытий, с покрытиями из молибдена, а также с двухслойными металл-фуллереновыми покрытиями. Эмиссионные характеристики катодов контролировались в статическом и в импульсном (2–6 μ s, 100 Hz) режимах. Измерения проводились в диодной измерительной системе. Полевая эмиссия отбиралась со структуры острий, созданных на торцевой поверхности молибденового стержня диаметром 1 mm. Анод располагался на расстоянии 1–3 см от торца эмиттера. Количество острий на поверхности катода менялось у от 1 приблизительно до 350. Морфология поверхности полевых эмиттеров контролировалась с использованием растрового электронного микроскопа типа Supra 45 WDXC до установки в экспериментальный прибор и после окончания экспериментов. Радиус R вершины кремниевых острий варьировался для разных образцов в пределах примерно от 5 до 25 nm. Высота острий h менялась приблизительно от 5 до 40 μ m. Менялись также и расстояния l между остриями. При этом для исследованных многоострийных полевых эмиттеров отношение l/h не превышало значений ~ 1 –1,5.

Вакуумная камера экспериментального прибора была оснащена испарителем молибдена, который использовался для нанесения молибденовых покрытий на полевой эмиттер, источником типа ячейки Кнудсена для напыления молекул фуллерена C_{60} , а также источником ионов калия, который использовался для обработки (активирования) фуллереновых покрытий. Полевой эмиттер крепился на подвижной подвеске и его можно было оперативно перемещать в откачиваемом приборе с помощью специального манипулятора к напылителю молибдена (для создания металлизации), к напылителю фуллеренов (для создания фуллеренового покрытия) и к источнику ионов калия (для активирования фуллеренового покрытия). Толщина фуллереновых покрытий измерялась с использованием разработанной ранее методики [2–4] на основе так называемых характеристик

напыления. Для определения толщины молибденового покрытия сравнивались изображения острий на поверхности эмиттера, полученные с помощью растрового электронного микроскопа до и после нанесения покрытия.

Напуск азота позволял оперативно менять давление в экспериментальном приборе от минимального порядка 10^{-10} – 10^{-9} Тор до 10^{-6} Тор и обратно. Формирование покрытий производилось, как правило, при давлениях порядка 10^{-9} Тор. Для получения информации о функционировании катодов в техническом вакууме измерение эмиссионных характеристик катодов проводилось при повышенных давлениях $\sim 10^{-7}$ Тор.

Проведенные измерения свидетельствуют, что прочность острийных полевых эмиттеров, изготовленных из сильно легированного кремния n-типа с довольно высокой проводимостью порядка 10^3 – 10^4 Ом $^{-1}$ ·см $^{-1}$, невелика. Поэтому такие эмиттеры разрушаются при отборе с их поверхности токов, не превышающих приблизительно 10–30 мА со структуры из 50 острий с радиусом вершины порядка 20 нм. Эмиттеры из кремния p-типа с низкой в холодном состоянии проводимостью ~ 10 Ом $^{-1}$ ·см $^{-1}$ прочнее и поэтому позволяют отбирать большие токи, однако, только в условиях, когда их проводимость увеличена нагревом до температуры ~ 200 – 400 С. Создание даже тонкого (~ 4 – 6 нм) молибденового покрытия обеспечивает достаточную проводимость поверхности эмиттеров из кремния p-типа. Для того, чтобы увеличить прочность острийного полевого эмиттера, приходится создавать на его поверхности слой молибдена толщиной порядка или даже больше радиуса их вершины.

Острийные полевые эмиттеры из кремния с молибденовым покрытием при работе с отбором больших токов в техническом вакууме разрушаются под действием ионной бомбардировки. Как показали проведенные измерения, нанесение поверх молибденового покрытия, 2^x – 4^x монослоев молекул фуллерена делает острийный полевой эмиттер стойким к воздействию ионной бомбардировки. Однако нанесение такого покрытия сопровождается увеличением примерно на 10% рабочих напряжений, необходимых для отбора фиксированных токов эмиссии. В результате обработки созданного фуллеренового покрытия потоком медленных ионов калия с энергией 40 эВ (активирование покрытия) удавалось снизить рабочие напряжения приблизительно на 25 %. Полученные данные свидетельствуют, что острийный полевой эмиттер с двухслойным покрытием, включающим слой молибдена с нанесенным поверх него активированным фуллереновым покрытием, долговечно работает в техническом вакууме при отборе больших токов. Увеличение толщины молибденового покрытия при неизменном по толщине фуллереновом покрытии позволяет повысить прочность острий и обеспечить получение больших эмиссионных токов. Однако утолщение молибденового покрытия ведет к увеличению диаметра вершины острий и к повышению в связи с этим напряжений, необходимых для отбора фиксированных токов.

Типичные эмиссионные характеристики много-острийного (примерно 300 острий с радиусом вершины ~ 20 нм) полевого эмиттера из кремния p-типа с покрытием острий, включающим слой молибдена толщиной ~ 30 нм и нанесенное поверх металлизации активированное в результате бомбардировки ионами калия фуллереновое покрытие толщиной 2 монослоя, показаны на рис. 1 и 2. Вольт-амперная характеристика $I(U)$, измеренная в импульсном режиме, показана на рис. 1. Максимальные токи катода достигали ~ 1 – 2 мА. Средняя по поверхности катода плотность тока эмиссии при полном токе 2 мА была порядка 0.5 А/см ^{2} . Зависимость тока эмиссии от времени работы катода $I(t)$, приведенная на рис. 2, получена в статическом режиме при постоянном напряжении $U=6,3$ кВ. В таких условиях ток эмиссии слабо менялся в течение 5 часов. При измерении характеристик $I(t)$ наибольший интервал времени работы эмиттеров в течение одного дня не превышал 5–7 часов. Однако высокую долговечность созданных острийных полевых эмиттеров при эксплуатации в техническом вакууме подтверждают многократные длительные измерения характеристик $I(t)$ данного катода, выполненные в разные дни. Полученный в статическом режиме ток эмиссии 240 мА соответствует чрезвычайно большим значениям плотности тока $\sim 10^3$ – 10^4 А/см ^{2} с каждого из острий полевого эмиттера.

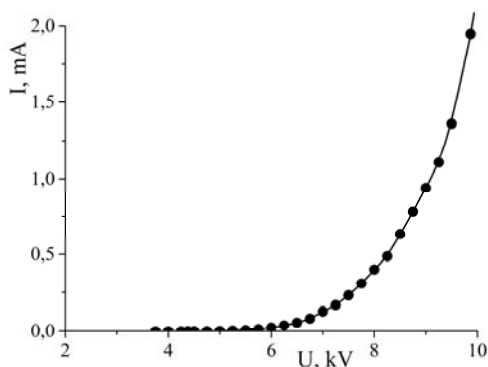


Рис. 1

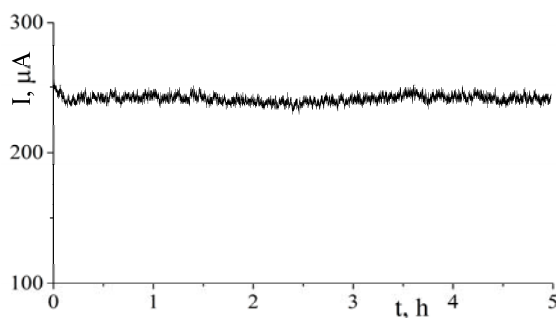


Рис. 2

Таким образом, в проведенных экспериментах получены данные, свидетельствующие о возможности практической реализации острийных полевых эмиттеров из кремния с двухслойными металл-фуллереновыми покрытиями. Созданные и исследованные многоострийные кремниевые полевые эмиттеры с двухслойными

металл – фуллереновыми покрытиями устойчивы к ионной бомбардировке и могут быть использованы для получения больших токов эмиссии в высоковольтных вакуумных приборах, работающих в техническом вакууме, в том числе, в устройствах СВЧ электроники, а также в портативных источниках рентгеновского излучения. Проведенные исследования были поддержаны грантом правительства Российской Федерации (договор No 11.G34.31.0041 с Министерством образования и науки) и грантом РФФИ No 11-02-00425.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Е.И. Гиваргизов // Кристаллография, 2006, т. 51, № 5, с. 947-953.
2. Т.А. Тумарева, Г.Г. Соминский, А.А. Ефремов, А.С. Поляков // ЖТФ. 2002. Т. 72. № 2. С.105-110.
3. Т.А.Тумарева, Г.Г. Соминский, А.С. Поляков // ЖТФ. 2002. Т. 72. № 2. С.111-115.
4. Т.А.Тумарева, Г.Г. Соминский, А.К. Бондаренко, А.А. Веселов, И.А. Светлов // ЖТФ. 2006. Т. 76. № 7. С.81-84.

**КОЭФФИЦИЕНТЫ ТЕРМОЭДС И НЕРНСТА-ЭТТИНГСГАУЗЕНА
В ВТСП СИСТЕМЫ $Y_{0.85}Ca_{0.15}Ba_{2-x}La_xCu_3O_y$**

Р.М. Дубровин, О.А. Мартынова, В.Э. Гасумянц

Санкт-Петербургский государственный политехнический университет

Явление высокотемпературной сверхпроводимости было открыто в 1986 году Беднорцем и Мюллером. В последующие годы изучению этого явления было посвящено огромное количество работ, однако механизм высокотемпературной сверхпроводимости остается неясным до сих пор. Одной из причин этого является отсутствие надежных и однозначных данных о строении энергетического спектра высокотемпературных сверхпроводников (ВТСП).

В качестве метода получения такой информации может быть использовано комплексное экспериментальное исследование и последующий анализ температурных зависимостей кинетических коэффициентов в образцах с направленно изменяющимся составом. Данный метод хорошо зарекомендовал себя в применении к полупроводниковым материалам, позволяя в этом случае получать данные о наиболее важных параметрах энергетического спектра и системы носителей заряда. Однако для его применения необходима предварительная информация о принципиальных особенностях структуры энергетического спектра, которая для высокотемпературных сверхпроводников, как уже говорилось, отсутствует.

Следует отметить, что к настоящему времени накоплен очень большой объем экспериментальных данных о характере температурных зависимостей удельного сопротивления, коэффициентов термоэдс и Холла в ВТСП различных семейств. Существенно меньшее число работ посвящено исследованию температурных зависимостей коэффициента Нернста-Эттингсгаузена в нормальной фазе. По-видимому, основной причиной этого является то, что количественный анализ этого коэффициента невозможен при использовании модельно-независимого подхода. Следует констатировать, что единственной моделью, в рамках которой была предпринята попытка описания и анализа коэффициента Нернста-Эттингсгаузна в иттриевых ВТСП, является модель узкой зоны [1,2]. Кроме того, достоинством данной модели является то, что она позволяет в рамках единых представлений одновременно описать температурные зависимости коэффициентов термоэдс и Нернста-Эттингсгаузена, что указывает на возможность ее использования в качестве метода комплексного анализа особенностей электронного транспорта в высокотемпературных сверхпроводниках.

Основная идея, положенная в основу модели – это предположение о существенном сужении интервала проводящих состояний в случае ВТСП-материалов по сравнению со стандартной шириной зоны, ответственной за проводимость в металлах или полупроводниках. В рамках этой модели вводятся шесть параметров, оказывающих влияние на температурных зависимости кинетических коэффициентов в ВТСП-материалах в нормальной фазе: полная ширина зоны, W_D , отношение $W_\sigma/W_D=C$, определяющее степень локализации, где W_σ – ширина зоны по проводимости, степень заполнения зоны электронами, F , асимметрия зоны, b , подвижность, u , и степень асимметрии дисперсионной кривой, k . Значения четырех основных модельных параметров (F , W_D , W_σ , b) определяются на основе анализа температурных зависимостей коэффициента термоэдс, $S(T)$. При подстановке этих параметров в выражение для температурной зависимости коэффициента Нернста-Эттингсгаузена, $Q(T)$, ее вид однозначно определяется значением параметра k (характеризующего степень асимметрии дисперсионной кривой, $\varepsilon(k)$, учитываемую в модели смещением точки смены знака холловской проводимости на величину kW_D относительно середины зоны), а абсолютные значения Q – средним по зоне значением подвижности носителей заряда u [2].

Целями данной работы являлось экспериментальное исследование температурных зависимостей коэффициентов термоэдс, S , и Нернста-Эттингсгаузена, Q , в образцах системы $Y_{0.85}Ca_{0.15}Ba_{2-x}La_xCu_3O_y$ ($x=0.050, 0.100, 0.150, 0.175, 0.200, 0.225, 0.250, 0.300$), их совместный количественный анализ на основе модели узкой зоны, определение параметров системы носителей заряда энергетического спектра в исследованных образцах и анализ характера их изменения при увеличении содержания лантана. Образцы были изготовлены стандартным методом твердофазного синтеза при температуре $T=930\pm 950^\circ\text{C}$ с двумя

промежуточными перемолками и с дополнительным отжигом в атмосфере проточного кислорода в течение 10 часов при $T=450^{\circ}\text{C}$. Контроль за качеством и однородностью образцов проводится методом рентгенофазового анализа, а также с помощью измерения локальных значений коэффициента термоэдс при комнатной температуре в различных точках на поверхности образца.

Температурные зависимости коэффициента термоэдс являются типичными для образцов системы $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_y$, легированных кальцием [1]. С уменьшением температуры значения коэффициента термоэдс линейно возрастают, затем при температурах $T=75\text{--}100\text{ K}$ наблюдается максимум кривой $S(T)$, и при дальнейшем уменьшении температуры происходит быстрое падение значений S . С увеличением уровня легирования наблюдаются общий рост абсолютных значений S и увеличение наклона кривых $S(T)$ при сохранении их общего характера. Зависимости $Q(T)$ также имеют типичный для иттриевых ВТСП вид – при увеличении температуры значения коэффициента Нернста-Эттингсгаузена существенно возрастают и достигают широкого максимума в интервале температур $T=200\text{--}250\text{ K}$, дальнейший рост температуры приводит к незначительному понижению коэффициента вплоть до $T=300\text{ K}$. При этом абсолютные значения для всех исследованных образцов крайне малы и в максимуме не превышают $0.45\text{ см}^2/(\text{Вс})$. Для образцов с большой концентрацией лантана наблюдается переход к отрицательным значениям в интервале температур $T=120\text{--}160\text{ K}$, на наличие которого при определенных концентрациях примесей в системе $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_y$ указывалось ранее в [3].

Все полученные экспериментальные данные были обработаны по модели узкой зоны по методике, описанной в [3]. Для всех образцов нам удалось достичь хорошего согласия экспериментальных и расчетных кривых $S(T)$ и $Q(T)$, что позволило однозначно определить значения всех модельных параметров, характеризующих строение энергетического спектра и систему носителей заряда. Полученные данные представлены в табл. 1.

Таблица 1. Значения параметров энергетического спектра и системы носителей заряда в образцах $\text{Y}_{0.85}\text{Ca}_{0.15}\text{Ba}_{2-x}\text{La}_x\text{Cu}_3\text{O}_y$

x	F	W_D , мВ	W_{σ} , мВ	C	b	u , $\text{см}^2/(\text{Вс})$	k	$k W_D$, мВ
0.050	0.4943	80	28.2	0.353	-0.018	1.13	-0.188	-15.04
0.100	0.4770	80	24.8	0.310	-0.018	1.12	-0.206	-16.48
0.150	0.5040	105	33.6	0.320	-0.018	0.75	-0.190	-19.95
0.175	0.5011	140	37.0	0.264	-0.018	0.84	-0.141	-19.74
0.200	0.4991	165	36.8	0.223	-0.018	1.22	-0.115	-18.98
0.225	0.5043	190	40.9	0.215	-0.018	1.22	-0.123	-23.37
0.250	0.5030	225	41.4	0.184	-0.018	0.87	-0.107	-24.08
0.300	0.5062	255	46.9	0.184	-0.018	1.08	-0.090	-22.95

Изменение с ростом содержания лантана значений основных модельных параметров (F , W_D , W_{σ} , b) достаточно подробно анализировалось в [4]. Поэтому отметим здесь наиболее важные результаты, полученные на основании количественного анализа кривых $Q(T)$. Как видно из табл. 1, подвижность носителей заряда практически не зависит от уровня легирования при существующей погрешности определения основных модельных параметров и измерения температурных зависимостей коэффициента Нернста-Эттингсгаузена и имеет низкие значения, не превышая величину $1.2\text{ см}^2/(\text{Вс})$. Это связано с одновременным влиянием на изменение значения u с ростом содержания лантана двух противоположных факторов – уменьшения эффективной массы носителей, вызванного расширением проводящей зоны и одновременного уменьшения их времени релаксации, вызванным ростом степени разупорядочения в системе (что проявляется в уменьшении значения параметра C). Кроме того, нами обнаружено, что для всех исследованных образцов характерно наличие асимметрии дисперсионной кривой $\varepsilon(k)$, проявляющейся в энергетическом сдвиге точки смены знака функции холловской проводимости на величину kW_D от середины зоны. При этом абсолютное значение величины этого сдвига слабо изменяется при увеличении содержания лантана, возрастая от $kW_D \approx 15\text{ мВ}$ при $x=0.05$ до $kW_D \approx 23\text{--}24\text{ мВ}$ при $x=0.25\text{--}0.3$.

ЛИТЕРАТУРА:

1. V.E.Gasumyants. In: Advances in Consider Matter and Materials Research, Vol.1, edited by F. Gerard. Nova Science Publishers, New York, 2001, p. 135.
2. В.Э.Гасумянц, Н.В.Агеев. ФТТ, **43**, 1761 (2001).
3. В.Э.Гасумянц, Н.В.Агеев, М.В.Елизарова. ФТТ, **47**, 196 (2005).
4. O.S.Komarova, O.A.Martynova, V.E.Gasumyants. Physica C: Superconductivity, **495**, 19 (2013).

СЕКЦИЯ

«ЭКОНОМИКА И УПРАВЛЕНИЕ»

ЭКОНОМИКА И СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ:
ЭТАП ФОРМИРОВАНИЯ ОСНОВ КОНЦЕПЦИИ

К.Ю. Белоусов

Экономический факультет Санкт-Петербургского Государственного Университета

Взаимосвязь социально-ответственного поведения и максимизации прибыли компании на протяжении долгих лет являлось предметом многих обсуждений. Многие исследователи пытаются прийти к общему пониманию корпоративной социальной ответственности (далее – КСО) и тех преимуществ, что она дает иницилирующей ее компании. Даже учитывая то, что в настоящее время концепция КСО в практической деятельности вытесняется более широкой парадигмой устойчивого развития (sustainable development) и корпоративной устойчивости (corporate sustainability), КСО продолжает рассматриваться как комплекс обязательств, которые берут на себя отдельные предприятия, крупные компании или целые бизнес-группы в рамках решения общественно значимых проблем на муниципальном, региональном, национальном, а в ряде отдельных случаев – и глобальном уровне [1].

Впрочем, подобное пристальное внимание к проблеме ответственности не означает генерации единой концепции КСО. Напротив, отмечена тенденция к искажению теоретических основ, подмене понятий на более «удобные» для конкретного бизнеса. В результате «различия в понимании КСО существенны даже среди ведущих отечественных компаний, позиционирующих себе в качестве лидеров социально-ответственного бизнеса» [2], которые трактуют социальную ответственность и как «принятие обязательств», и как «вклад в развитие общества», и как «специфическую деятельность» – то есть сосредотачивают свое внимание на разных элементах корпоративной социальной деятельности (КСД) [3]. В результате отсутствующего единообразия процесс интеграции корпоративной социальной ответственности в стратегию компании носит хаотичный, несогласованный, непоследовательный характер, и приводит к тому, что, пройдя этот путь, корпоративная социальная деятельность деградирует до уровня ситуационных акций отдела по связям с общественностью.

Впервые в научной литературе термин «социальная ответственность бизнеса» был формализован Говардом Боуеном в 1953 году. В своей работе «Социальная ответственность бизнесмена» он отметил, что «к обязательствам бизнесменов относится преследование такой политики, принятие таких решений, или следование такими путями, которые являются желательными в плане целей и ценностей всего общества» [4]. В данной трактовке, социальная ответственность была персонифицирована, и предприниматель воспринимается не просто отдельно от своего предприятия («к обязательствам бизнесменов относится...») – он рассматривается исключительно лично, и самим фактом существования предприятия можно пренебречь. Порядок социальной ответственности в данном случае определяется личностными качествами бизнесмена, его предпочтениями, мотивами, ценностями и способностью перспективного мышления. Основными инструментами ответственности такого типа является меценатство, благотворительность, различные разовые акции, различные инициативы и проявления доброй воли бизнесмена. Ключевым недостатком социальной ответственности бизнесмена является слабая системность и полное отсутствие интегрированности.

Следующим этапом эволюции теории социальной ответственности бизнеса стал инновационный пересмотр концепции Дэвисом [5], Фредриком [6], Мак Гайром [6] и Вэлтоном [7], продолжившими расширение её границ в середине 60-х годов XX века за счет переноса статуса субъекта социально-ответственного поведения с физического лица (бизнесмена) на юридическое (его компанию). В 1967 году Дэвис расширил определение социальной ответственности бизнеса, включив в него институты (а как следствие, коммерческие компании). К. Дэвис относил социальную ответственность к «решениям и действиям бизнесменов, которые осуществляются по причинам, по крайней мере, частично выходящим за пределы прямого экономического или практического интереса фирм». Впрочем, это не означает, что социальная ответственность является слепой благотворительностью, поскольку «некоторые социально-ответственные решения бизнеса могут быть тщательно проанализированы и объяснены как предоставляющие хорошие перспективы для получения фирмой долгосрочного экономического эффекта» [5, с. 70]. Дж. МакГуйр охарактеризовал социальную ответственность бизнеса с точки зрения особой роли его экстерналий, ненормированных задач, к исполнению которых формально никто не принуждает бизнес. С его точки зрения КСО находит свое проявление в ситуации, когда «корпорация имеет не только экономические и правовые обязательства, но несет и некую ответственность перед обществом, выходящую за их пределы» [6, с. 144].

Когда определение СОБ было расширено, с целью включения предприятия как юридического лица – возникли проблемы с распределением издержек. Несомненно, это был переломный момент, поскольку до этого агентская проблема игнорировалась, так как считалось, что владелец предприятия являлся также его управляющим, а значит в любом случае бизнесмен берет затраты по каждому социальному обязательству на себя лично. Работающие на владельца наемные менеджеры, управляющие его предприятием не рассматривались, даже учитывая очевидный факт приоритетности для них сиюминутной, краткосрочной выгоды и текущих высоких показателей перед долгосрочными инвестициями. В том случае, когда компания управляется менеджером, он не несет личных издержек на социальное поведение, выступая в роли агента руководителя, и, как и акционеры, заинтересован исключительно в прибыльности бизнеса. Помимо этого

возник вопрос о самой возможности совмещения социально-ответственного поведения бизнеса с его основной целью - максимизацией прибыли.

Вышеописанные противоречия побудили Теодора Левита [9] и Милтона Фридмана [10] к пересмотру роли бизнеса в обществе и природы его социальной ответственного поведения, понятия корпоративных социальных обязательств. В научной литературе данная концепция получила название «теории корпоративного эгоизма».

Фридман указывал на то, что обязанности менеджеров в свободной экономической системе четко регулируются контрактом с акционерами, и первоочередная задача менеджера это минимизация издержек предприятия. В этом случае, ресурсы будут распределяться и использоваться наиболее эффективным образом, а такое положение дел, согласно классическому экономисту Адаму Смиту, наилучшим обслуживает общество в целом. Действия менеджеров связаны только юридическими принципами руководства, а именно – экономическими правилами. Обязательства вне юридических требований, относящиеся к общим социальным интересам, являются нарушением вышеописанного принципа сокращения издержек, поскольку не приносят прибыли, а лишь создают новые издержки. К тому же менеджеры, которые практикуют «социальную ответственность», по сути «воруют деньги у собственников», а также вторгаются в сферу, лежащую за пределами их профессиональной компетенции. Таким образом, поскольку «бизнес бизнеса есть бизнес» – обязательства того рода не должны приниматься, и достижение социально-ответственной позиции заключается в организации производства наиболее эффективным способом [10, с. 130].

Социальные ожидания и запросы общества как феномен, побуждающий бизнес к ответственному поведению были впервые учтены С. Сети, указавшим, что корпоративная социальная ответственность «предполагает выведение корпоративного поведения на уровень, соответствующий преобладающим социальным нормам, ценностям и ожиданиям» [11, с. 62]. В свою очередь, А. Кэрролл, основываясь на представлениях С. Сети, предложил собственную трактовку КСО, которая заключалась в соответствии «экономическим, правовым, этическим и дискреционным ожиданиям, предъявляемым обществом организации в данный момент времени» [12, с. 500]. Впоследствии идеи Арчи Кэрролла были оформлены им в детально проработанную модель [13], которая, благодаря легкости своего визуального восприятия и кажущейся простоте, получила широчайшее распространение и по настоящий момент пользуется заметной популярностью. К сожалению, пирамидальная структура оказалась не в состоянии отразить всей сложности взаимопроникновений и взаимозависимостей областей КСО. Определенную критику вызвала и структура строгой иерархии, означающая, что модель не может отобразить всех потенциальных точек соприкосновения («tension points») элементов КСО и вынуждена носить строго линейный характер. Данные недостатки были настолько значительны, что Шварц и Кэрролл увидели необходимость в создании альтернативной модели КСО, включающей основные области корпоративной социальной ответственности и явственно показывающей их взаимосвязи. В результате была разработана «модель пересекающихся кругов» («The intersecting circles (IC) model»), отличающаяся от пирамидальной модели в двумя основными аспектами: она признает возможность взаимосвязей среди областей КСО и отклоняет иерархический порядок важности.

Уже в восьмидесятые был очевиден тот факт, современные институты должны пониматься как результат реакции на социальные потребности. В своей монографии «Стратегический менеджмент: стейкхолдерский подход» Фриман утверждал, что: «изменения в традиционных отношениях с внешними группами типа поставщиков, клиентов, собственников и служащих, так же как появление и возобновление значимости правительства, зарубежной конкуренции, защитников окружающей среды, защитников потребительских прав, особо заинтересованных групп, СМИ и других, подразумевают, что необходим новый концептуальный подход». [14, с.27]. Таким образом, общество, рассмотренное по типам взаимосвязей с компанией (например, с акционерами, служащими, стратегическими партнерами, поставщиками, неправительственными организациями), может быть разделено на различные группы стейкхолдеров. Согласно теории Фримана, анализ внешних экстерналий и их воздействия на стейкхолдеров является крайне важным как для текущего, так и для будущего успешной деятельности компании, ведь социальная ответственность может использоваться стратегически – имея дело с требованиями идентифицированных стейкхолдеров управление компании может использовать социальную политику как способ удовлетворения запросов, как акционеров, так и стейкхолдеров.

Помимо выделенных разновидностей концепции социально ответственного бизнеса в девяностых годах начал формироваться интегрированный подход к социальной ответственности, в рамках которого социальная деятельность компаний стала восприниматься не как благотворительность в определенной области, а как корпоративное гражданство, включающее в себя не только юридически определенные права и обязанности, но и дополнительные обязанности, выходящие за границы фирмы и существующие в трех (экономическом, социальном и экологическом) измерениях. Такой подход к пониманию смысла социальной деятельности бизнеса получил название социально значимых направлений деятельности («Socially anchored competences»), главное перспективное преимущество которого заключается в ликвидации противоречий между интересами компании и общества.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Хайруллин А. Успешный бизнес предполагает социальную ответственность // Человек и труд. - 2008. - № 8. - С. 37-38.
2. Благов Ю.Е., Иванова Е.А. Корпоративная социальная ответственность в России: уроки национального

- Доклада о социальных инвестициях // Российский журнал менеджмента. 2009. – Т.7. № 1. – С. 3-24.
3. Канаева О. А. Корпоративная социальная ответственность: формирование концептуальных основ / О. А. Канаева // Вестник Санкт-Петербургского университета. Сер. 5. Экономика. - 2009. - Вып. 2. - С. 25-39.
4. Bowen, H. (1953). Social responsibility of the businessman. New York: Harper and Row, P. 6.
5. Davis, K. (1960). Can business afford to ignore social responsibilities? California Management Review, 2(3), 70–76.
6. Fredrick, W. (1960). The growing concern over business responsibility. California Management Review, 2(4), 54–61.
7. McGuire, J. (1963). Business and society. New York: McGraw-Hill.
8. Walton, C. (1967). Corporate social responsibilities. Belmont, CA: Wadsworth.
9. Levitt T. The dangers of social responsibility // Harvard Business Review, 1958. Vol. 36 N 5 P.84
10. Friedman M. The Social Responsibility of Business is to Increase its Profits// The New York Times Magazine, September 13, 1970 P.17.
11. Sethi S. P. 1975. Dimensions of corporate social performance: An analytical framework. California Management Review 17 (3): 58–64.
12. Carroll A. B. 1979. A three-dimensional conceptual model of corporate performance. Academy of Management Review 4 (4): 497–505.
13. Carroll A. B. 1991. The pyramid of corporate social responsibility: Toward the moral management of organizational stakeholders. Business Horizons 34 (4): 39–48.
14. Freeman, E. (1984). Strategic management: A stakeholder approach. Boston: Pitman.

ТЕРМОЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ПРИ УПРАВЛЕНИИ АВТОМАТИЗИРОВАННЫМИ НЕФТЕПЕРЕРАБАТЫВАЮЩИМИ ПРОИЗВОДСТВАМИ

А.Г. Шумихин, А.Е. Буракова

Пермский национальный исследовательский политехнический университет, Пермь, Россия

Один из вариантов управления качеством предполагает использование системы ключевых показателей эффективности. Для ее построения проводится декомпозиция процессов протекающих на предприятии на уровни, устанавливаются иерархические и горизонтальные связи между ними. Определяются количественные отношения между показателями качества (эффективности) процессов. На основании установленных отношений между уровнями иерархии и сопряженными процессами строится система управления.

Управление предприятием с использованием ключевых показателей результативности позволяет точнее улавливать конъюнктуру рынка, которая посредством портфеля заказов позволяет перераспределить производственные и сырьевые ресурсы между различными производственными технологическими линиями.

Нефтеперерабатывающие производства характеризуются высокой степенью энергопотребления, а именно, электроэнергии, пара, воды. Многие из обращающихся в технологических процессах исходных и промежуточных веществ и готовая продукция являются, по сути, низкотемпературными теплоносителями, несущими, тем не менее, значительное количество тепла. Поэтому значительную роль в обеспечении эффективности производства играет применение энергосберегающих технологий. Проблема сбережения энергетических и сырьевых ресурсов становится в современных условиях особенно актуальной.

В последние два-три десятилетия в передовых странах ведутся фундаментальные исследования деятельности ряда отраслей, производств и технологий с позиций термoeкономической методологии. В частности ценность технической применимости любой энергии определяется не только количеством, но и тем, в какой степени она может быть использована в данных условиях, то есть, превращена в другие виды энергии. Такая мера ресурсов превратимой энергии системы была названа эксергией системы. Термин “эксергия” был введен в 1956 году и происходит от греческого слова *ergon* – работа и приставки *ex*, означающей высокую степень [2]. Эксергия количественно характеризует энергию любого вида и позволяет оценить ее качественную сторону. Она определяет пригодность, превращаемость энергии для технического использования в любых заданных условиях, позволяет дать объективную оценку любого вида энергетических ресурсов, в том числе и вторичных. Использование эксергии отходов производства, в т.ч. энергетических, не только уменьшает расход соответствующего энергетического сырья, но и приводит к снижению капиталовложений в добычу и переработку этого сырья. Эксергия – это некоторая универсальная мера энергетических ресурсов.

Любой технологический процесс в химико-технологических системах (ХТС), в том числе в нефтеперерабатывающих производствах, от поступления сырья до конечных потребителей происходит с постепенным снижением или исчезновением эксергии при передаче от носителя к носителю. Степень приближения данного процесса к идеальному рассчитывается как отношение эксергии, отводимой из системы, к подведенной эксергии. Эксергетический баланс показывает возможность повышения коэффициента полезного действия процесса за счет использования сырьевых и энергетических ресурсов [3].

Эксергетический баланс и исследование потерь эксергии позволяет получить качественную оценку эффективности химико-технологической системы.

Количественные показатели эффективности и степень совершенства ХТС можно оценить, используя термoeкономический принцип, заключающийся в комбинации термодинамического анализа и экономической

оптимизации.

Термодинамический анализ описывает и изучает общую направленность течения процесса, закономерности переноса массы и энергии, устанавливает общие варианты реализации процесса. Формирование альтернатив в термодинамике основано на использовании таких категорий, как эффективность, энтропия образования, продуктивность, эксергия, необратимость и так далее.

Экономическая оптимизация позволяет согласовать между собой термодинамически реализуемые предпочтительные альтернативы и затраты, определяемые качеством управления автоматизированным нефтеперерабатывающим производством с целью достижения минимальной стоимости единицы продукции.

Для оптимального согласования эксергетического баланса и затрат все потоки эксергии выражают через стоимость, что позволяет сопоставить преобразование энергии, то есть потери эксергии и стоимость технических мероприятий, направленных на уменьшение ее потерь, как результат решения следующей задачи [3]:

$$\left\{ C = \frac{\sum_i C_{ei} E_i + \sum_n K_n}{\sum_k E_{pk}}, \longrightarrow \min_{\{U\}} \right\} \longrightarrow \{U\}^{opt},$$

где C – стоимость единицы эксергии продукции; E_i – эксергия потребляемого системой сырья и энергии; C_{ei} – стоимость единицы эксергии соответствующих потоков сырья или энергии; E_{pk} – эксергия производимой продукции; K_n – капитальные и другие сопряженные затраты, в т.ч. на организацию управления для n -й подсистемы; $\{U\}$ – совокупность значений оптимизирующих параметров, на которой ищется минимум.

В зависимости от конкретной ХТС, условий её функционирования и типа задачи выражение критерия может принимать различную форму. В, частности, рассмотренные принципы термоэкономического анализа в совокупности с анализом по показателю эквивалентной дистилляционной производительности позволяет оценить с многих сторон эффективность и практическую пригодность производственных процессов нефтеперерабатывающего предприятия.

На ключевые показатели результативности деятельности нефтеперерабатывающего предприятия как на уровне стратегического планирования, так и оперативного управления, например рассмотренные в статье комплексные показатели качества функционирования производства, показатель ЭДП и термоэкономический критерий взаимосвязаны и, в конечном счете, каждый из них зависит от значений переменных (технологических параметров), определяющих технологические режимы процессов производств различной продукции. Изменение этих переменных может разнонаправлено действовать на изменение результативных показателей – одни из них «улучшаются», другие, наоборот, «ухудшаются». Т.е. лицу, принимающему решение по управлению, приходится иметь дело со многими противоречивыми требованиями к управляемой или разрабатываемой системе. Конструирование из множества показателей какого-то одного аналитического выражения для комплексного показателя – критерия оптимизации производства представляется задачей практически невыполнимой.

Поэтому задачу выбора наилучшего варианта решения по управлению производством следует ставить как многокритериальную для каждого уровня иерархии управления со множеством критериев, являющихся частными, или, с обоснованной степенью сложности обобщения, комплексными.

Решение задачи оптимизации в этом случае будет заключаться в нахождении «разумного» компромисса между множеством частных критериев. Построение схемы нахождения такого компромисса – задача слабо формализованная. Решение задачи многокритериальной оптимизации дает, как правило, множество неуправляемых решений. Из этого множества, пользуясь какой-то «разумной» схемой и выбирается оптимальное решение.

Рассмотренные в статье оба частных комплексных показателя результативности автоматизированного нефтеперерабатывающего производства (ЭДП и термоэкономический критерий) зависят от параметров его технологического режима и аппаратно-технологического оформления, то есть от конфигурации химико-технологической системы (состава оборудования и его характеристик, топологии технологической системы, конструктивных параметров).

Анализ состава этих показателей свидетельствует, что маргинальные решения оптимизационных задач с каждым из них в качестве критерия, дадут для одних и тех же исходных данных различные значения оптимизирующих переменных для задачи управления. Вместе с тем, совокупность обоих критериев позволяет достаточно полно оценить качество функционирования; производства и оптимизационную задачу в этом случае следует формулировать как задачу векторной многокритериальной оптимизации с двумя частными целевыми функциями.

Для накопления информации о производственных процессах и их показателях в едином формате представления данных создается база данных, для формирования которой целесообразно использовать PDM/PLM-систему, предназначенную для интеграции информации и управления данными на стадиях жизненного цикла продукции [4].

ЛИТЕРАТУРА:

1. Шумихин А.Г., Буракова А.Е. Критерий управления автоматизированными нефтеперерабатывающими производствами. Постановка задачи, анализ и формулировка критерия // Вестник ПНИПУ. Химическая

технология и биотехнология. – 2013, (№1), С. 16-34.

2. Эксергия – путь энергосбережения [Электронный ресурс] // Веб-узел «УкрРудПром». – 2010. – Режим доступа: http://www.ukrrudprom.ua/digest/Eksergiya_put_energoberegeniya.html.

3. Кафаров В.В. Принципы создания безотходных химических производств. – Москва: Химия, 1982 – 288с.

4. Колчин А.Ф. Управление жизненным циклом продукции /А.Ф. Колчин, М.В. Овсянников, А.Ф.Стрекалов, С.В.Сумароков. – Москва: Анахарсис. – 2002. – 304с.

ОСОБЕННОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ДОХОДНОГО МЕТОДА В УПРАВЛЕНИИ СТОИМОСТЬЮ БИЗНЕСА

В.Г. Евсюков, А.Н. Молчанов
СПбГУ, экономический факультет

Доходный подход традиционно считается основой любой оценки бизнеса. Однако, при различных целях оценки его применимость и варианты использования различны. В частности, когда речь идет о разнице в оценке компании с позиции акционеров (shareholders) и прочих заинтересованных лиц (stakeholders), имеют место 2 модели: «Equity model» и «Entity model». Первая модель основывается на собственном капитале, вторая – на инвестированном [2, с.209]. Денежные потоки (Cash flows) в первой модели являются свободными для акционеров-собственников (free to equity-holders), а во второй – свободными (бездолговыми) для всех. Соответственно в модели DCF изменяется и ставка дисконтирования: для акционеров она соответствует минимальной приемлемой норме доходности на вложенный капитал (“R” – return on capital), для всех заинтересованных лиц – средневзвешенной стоимости капитала (WACC).

Вообще, техническое управление стоимостью (расчеты методом DCF) сильно отличается от реального, которое предполагает, как минимум, оперативное и стратегическое планирование означенной стоимости бизнеса, а также мониторинг факторов, влияющих на стоимость, взаимосвязь с инвестором, синергию и т.д. В конечном счете «стоимость является не фактом, а оценочным суждением, выносимым на основе доступных фактов и применимых методов выполнения оценочных расчетов» [1, с.6].

Главным риском при управлении стоимости с использованием доходного метода является непредсказуемость внешней среды, которая может значительно изменить операционную прибыль компании. Для более уверенного моделирования следует отталкиваться от этапа развития объекта оценки, так как внешняя среда влияет в большей степени на бизнес в рамках его зрелости. Так, инновационная компания проходит три крупных этапа, каждый из которых имеет свои характеристики и риски внешней среды: венчурное финансирование, период быстрого роста и период зрелости, характеризующийся снижением роста выручки до среднеотраслевого.

В процессе сделок слияния и поглощения, когда покупающая сторона оценивает приобретаемый объект, построение DCF-модели нацелено на период максимального роста выручки. Приобретающая сторона заинтересована в том, какая стоимость будет у приобретаемой инновационной компании на момент окончания периода быстрого роста, так как затем значительные изменения в стоимости фирмы маловероятны. Одними из ключевых показателей являются изменения рентабельность капитала и дохода (“E” – earning). Таким образом, основополагающим детерминантом, определяющей разницу между периодами, является рост или развитие (growth) компании.

Проводя анализ показателя роста, можно вывести положение, что значение прибыли в следующем году (E_{n+1}) является суммой уже существующей прибыли текущего года (E_n) и произведением новых инвестиций на рентабельность капитала:

$$E_{n+1} = E_n + NI \times R,$$

где NI (new investments) – новые инвестиции, представляющие собой произведение нормы капиталовложений (“IR” – investment rate) на доход.

Исходя из данного уравнения, рост можно записать как:

$$g = (E_{n+1} - E_n) / E_n = (NI \times R) / E_n = IR \times R.$$

Таким образом, развитие компании является функцией от нормы капиталовложений и рентабельности капитала. Если компания хочет развиваться усиленными темпами, ей следует увеличить значение IR, однако тем самым уменьшится значение денежного потока, оставшегося после инвестиций ($= (1 - IR) \times E$), что в краткосрочном периоде сделает фирму не привлекательной в глазах спекулятивных инвесторов и акционеров. Привлекательность также может обеспечиваться за счет реализации крупных (и не только) инновационных проектов. По мере их реализации «PV0 проекта и его вклад в стоимость предприятия изменяется» [3, с.387], как правило, за счет стабилизации поступлений и снижения рисков.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Бочаров В.В., Самонова И.Н., Макарова В.А. Управление стоимостью бизнеса: Учебное пособие. – СПб.: Изд-во СПбГУЭФ, 2009.
2. Валдайцев С.В. Оценка бизнеса Учебник. – М.: ООО «Издательство Проспект, 2004.

3. Валдайцев С.В. Оценка бизнеса и управление стоимостью предприятия: учеб. пособие для вузов. – М.: ЮНИ-ДАНА, 2001.

ИМИТАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ СТРАХОВАНИЯ В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ

А.В. Моисеев, А.Ю. Киндаев

ФГБОУ ВПО «Пензенский государственный технологический университет»

На протяжении всей истории человечества обеспечение населения продовольствием является одной из наиболее важных государственных задач. Улучшение обеспечения населения продуктами питания представляет собой важную социально-экономическую задачу, решение которой имеет огромное значение для России [1]. Роль страхования в обеспечении продовольственной безопасности России сложно переоценить, поскольку это мощный финансовый стабилизатор, позволяющий компенсировать убытки, возникающие вследствие наступления неблагоприятных событий техногенного и природного характера. В полной мере это относится к страхованию сельскохозяйственных рисков [4].

Согласно Приказу Минсельхоза России от 14.03.2013 № 133 «Об утверждении методик определения страховой стоимости и размера утраты (гибели) урожая сельскохозяйственной культуры и посадок многолетних насаждений, утраты (гибели) сельскохозяйственных животных» меняется методика определения страховой стоимости и размера утраты урожая сельскохозяйственных культур [7]. Расчет результатов деятельности страховой компании будем вести, опираясь на вышеуказанный документ.

Рассмотрим случайный вектор, распределенный по многомерному нормальному закону

$$X = (X_1, X_2, \dots, X_n)^T.$$

Именно такую величину можно рассматривать в качестве модели урожайности некоторой культуры хозяйств расположенных в определенной области [2]. Для дальнейшего рассмотрения удобнее перейти к нормированной случайной величине $Y_i = \frac{X_i - E(X_i)}{\sigma(X_i)}$, $i = 1, \dots, n$, где $E(X)$ есть математическое ожидание, а

$\sigma(X)$ стандартное отклонение. Как было замечено, ковариационная матрица $\Sigma_X = E((X - E(X))(X - E(X))^T)$ не является диагональной, поэтому матрица $\Sigma_Y = E(YY^T)$ (корреляционная матрица случайного вектора X) не является единичной.

Рассмотрим линейное преобразование $Y = TZ$, где T – не вырожденная матрица $n \times n$. В этом случае $Z = T^{-1}Y$. Будем искать такую матрицу T , что $ZZ^T = T^{-1}YY^T(T^{-1})^T = T^{-1}\Sigma_Y(T^{-1})^T$ есть диагональная матрица. В этом случае можно утверждать, что Z есть случайный вектор, состоящий из некоррелированных, нормально распределенных компонент.

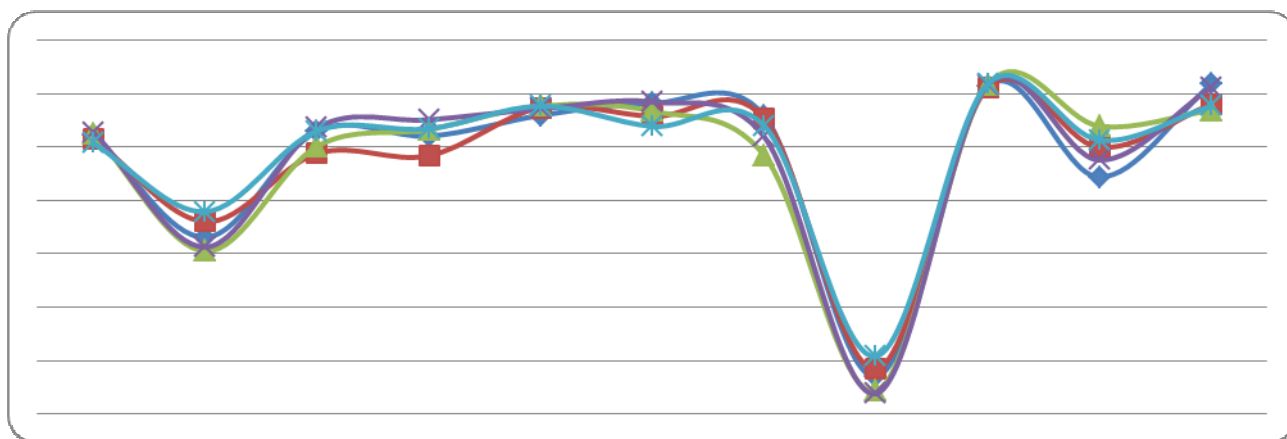


Рис. 1. Размер дохода/ущерба страховой компании при 6%

Таким образом, получаем следующую схему генерации случайного нормального вектора с наперед заданной матрицей парных корреляций:

1. задать матрицу парных корреляций Σ ;
2. вычислить собственные значения λ_i , $i = 1, \dots, n$. В силу симметричности матрицы Σ и её положительной определённости данная задача имеет решение, причём $\lambda_i > 0$;
3. для каждого собственного значения λ_i определить собственный вектор;
4. из собственных векторов, как из столбцов составить матрицу T ;

5. сгенерировать нормальные независимые случайные величины Z_i , $i = 1, \dots, n$, такие что $E(Z_i) = 0$, $\forall i = 1, \dots, n$ и $D(Z_i) = \lambda_i$;

6. осуществить линейное преобразование $X = TZ = T(Z_1, \dots, Z_n)^T$.

В результате реализации алгоритма получим вектор из n случайных компонент, имеющих нулевое математическое ожидание и единичную дисперсию с заданной матрицей корреляций.

В итоге мы получили что, положительный итог (доход) по результатам моделирования при 5% вероятность разорения страховой равна 100% и средний размер убытка составит 49,24 млн. руб, при 6% вероятность разорения составила 81%, при 7% – в 38 случаях из 100 компания разоряется, а при 9 и 10 процентах вероятность разорения равна 1% и 0% соответственно. Результаты представлены на рис. 1.

Из рисунка видно, что есть вероятность наступления страховых случаев не у отдельных страхователей, а у всех сразу (2010 год), что ведет к огромным финансовым потерям страховой компании и ни одна компания не справится с такими рисками, даже если делать страховой тариф очень высокий. Отсюда появляется возможность формирования резервных фондов страховой компании за несколько лет с компенсацией убытков страхования по текущему году за счет накопленных резервов предыдущих лет. Однако, в момент начала деятельности страховой компании средства на формирование таких резервов будут отсутствовать, поэтому необходима государственная программа, которая позволит начать работать страховым компаниям исходя из иных моделей страхования.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Батова, В.Н. Проблемы обеспечения продовольственной безопасности АПК / В.Н. Батова, А.Ю. Киндаев // XXI век: итоги прошлого и проблемы настоящего плюс. – 2014. – 02(18). – С.131-136.
2. Беклемишев Д. В. Дополнительные главы линейной алгебры. М.: Наука, 1983. – 335 с.
3. Моисеев, А.В. Сравнительный анализ моделей распознавания риска / А.В. Моисеев, Е.А. Поправко, Н.Г. Федотов // Известия высших учебных заведений. Поволжский регион. Технические науки. 2013. №4(28). С.19-31.
4. Киндаев, А. Ю. Моделирование процессов страхования в сельском хозяйстве / А.Ю. Киндаев // Модели, системы, сети в экономике, технике, природе и обществе. – 2014. – 2 (10). – С. 91–96.
5. Киндаев А.Ю. Элементы имитационной модели сельскохозяйственного риска/ А.Ю. Киндаев // Сборник статей IX Межрегиональной научно-практической конференции студентов и аспирантов «Инновационные технологии в экономике, информатике, медицине и биотехнологиях». – Пенза, Изд-во Пенз. госуд. технол. академии. – 370с. – С. 149-152.
6. Территориальный орган Федеральной службы государственной статистики по Пензенской области. – URL: <http://www.pnz.gks.ru/>.
7. Приказ Минсельхоза России от 14.03.2013 N 133 «Об утверждении методик определения страховой стоимости и размера утраты (гибели) урожая сельскохозяйственной культуры и посадок многолетних насаждений, утраты (гибели) сельскохозяйственных животных» (Зарегистрировано в Минюсте России 29.04.2013 N 28301).

ПРОБЛЕМЫ ИМПОРТОЗАМЕЩЕНИЯ В СОВРЕМЕННОЙ РОССИИ

А.В. Плотников

Санкт-Петербургский государственный экономический университет

В современном мире в условиях обострившихся отношений между Россией и странами Запада перед правительством нашей страны достаточно остро встает проблема замещения импорта. Процесс импортозамещения подразумевает замену импортируемых в страну товаров аналогами собственного производства. Угроза введения новых санкций поднимает эту проблему на пик своей актуальности. Ведь необходимо в максимально сжатые сроки наладить, либо восстановить производство наиболее важных товаров, начиная с социально значимых, например продуктов питания, заканчивая стратегически важными, например деталями для истребителей.

В то же время, замена целого ряда импортных товаров на произведенные в России не является необходимой. Это определяется не только невозможностью их производства (например, тропических фруктов – из-за природных условий), сколько абсурдностью самой идеи 100%-го импортозамещения. Например, продуктовое эмбарго, введенное Правительством России в августе 2014 года касается широкого спектра наименований фруктов и овощей. Выращивать их в России вовсе нет необходимости. Ведь в ряде стран производится одинаковый набор экспортной продукции, поэтому необходимо только найти замену аналогичным товаром. Например, те же персики можно закупать не в Греции и Испании, а в Турции и Сербии.

По нашему мнению, введенные против страны санкции нужно использовать как толчок к развитию отечественных отраслей промышленности. В случае, если развитие в краткосрочной перспективе будет успешным, Россия может рассчитывать на большую автономию своей экономической системы. На волне

«ура-патриотизма», когда народ стремится покупать товары, произведенные в России, у российских компаний появляются хорошие перспективы на получение гораздо больших заказов, по сравнению с ситуацией на рынке год назад.

Однако существуют отрасли, в которых российские производители не добились каких-либо значимых достижений в сравнении с импортируемыми в страну товарами. Например, люди все еще отдают предпочтение импортной бытовой технике, алкоголю, предметам роскоши и деликатесам. Это происходит в первую очередь по причине более высокого качества производимой за границей продукции и известности брендов.

В целом, как санкции, так и продуктовое эмбарго послужили серьезным толчком к развитию промышленности в стране. Можно даже сказать, что экономические ограничения в каком-то смысле «сыграли на руку» отечественным компаниям. По словам Сергея Цыба, заместителя министра промышленности и торговли РФ, в некоторых отраслях производства доля импорта достигает 80-90%. Например, в станкостроении доля импорта по разным оценкам составляет 88-90%. Фармацевтическая отрасль в случае «железного занавеса» пострадает серьезнее всех остальных – процент импорта составляет здесь более 90%. Такой высокий процент импортируемых товаров в стратегических отраслях создает серьезную угрозу для национальной безопасности.

Для того, чтобы переход к собственному производству не стал причиной роста цен, необходимо, чтобы государство оказывало поддержку развивающимся в этот период компаниям. Именно от государства при таком развитии событий зависит, насколько быстро закончится этот переходный период. Однако на цену влияет не столько производитель, сколько реализатор продукции, поэтому в срочном порядке создаются органы, которые призваны следить за изменением цен на основные категории товаров, а в перспективе и на все категории. Конечно, речь не идет о возрождении советской практики регулирования всех цен, но разумный контроль за их уровнем не только возможен, но и необходим.

Государство может содействовать импортозамещению посредством введения мер таможенно-тарифного регулирования. Например, для того, чтобы избежать наводнения российского рынка низкосортными товарами из стран Азии, необходимо повысить пошлины на ввоз ряда категорий товаров. Это защитит рынок от резкого снижения качества реализуемой продукции и поддержит отечественных производителей в сложный период адаптации. Однако страна не может сделать это прямо сейчас. Россия, как член ВТО сможет начать переговоры по повышению ввозных пошлин не раньше 1 января 2015 года. Поэтому в этот период правительство не пропускает на рынок товары низкого качества – для этого создана специальная комиссия. Помимо всего прочего, антидемпинговые¹ и компенсационные меры могут также послужить «щитом» для внутреннего рынка страны.

Однако большинство компаний в России – частные, что создает определенные риски для государства. Ведь субсидии, выделяемые Правительством для поддержания компаний «на плаву», не обязательно достигнут конечного потребителя. Именно поэтому необходимо разработать схемы передачи средств нуждающимся компаниям, селективной и адресной поддержки тех производителей, которые ориентированы на импортозамещение.

При этом надо учитывать, что российские компании в большинстве своем – коммерческие организации. Их главная цель – извлечение прибыли, а не решение социальных задач. Поэтому далеко не всякая частная компания своей основной задачей ставит содействие социально-экономическому развитию государства. Поэтому при выделении средств из бюджета необходимо руководствоваться данными анализа деятельности компании за последние годы. В случае, если деятельность компании направлена лишь на получение прибыли, необходимо оказывать помощь только при условии выполнения определенных мер, предложенных государством. Помимо средств из государственной казны желательно привлечь к субсидированию импортозамещения и спонсоров.

Таким образом, проведенный нами анализ показывает, что в России остро стоит проблема импортозамещения, для разрешения которой требуется принятие многочисленных решений, связанных с выделением стратегически важных и социально значимых товаров, где импортозамещение является наиболее приоритетным; диверсификацией внешнеэкономических связей; развитием инструментов государственного регулирования экономики – контроль за ценами, адресная поддержка производителей и потребителей и др. Нам представляется, что решение этих вопросов вполне возможно, хотя и потребует согласованных усилий государства, общества, бизнеса. Поэтому можно надеяться, что экономические санкции и ограничения не окажут на экономику России существенного негативного воздействия в среднесрочной перспективе, а напротив – создадут предпосылки для качественных структурных преобразований в хозяйственной системе.

¹ Антидемпинговые меры – это меры, которые принимает государство в целях защиты внутреннего рынка от продажи товаров по искусственно заниженным ценам для того, чтобы проникнуть на новые рынки, либо вытеснить с них конкурентов.

ИННОВАЦИОННЫЙ ПОТЕНЦИАЛ И СТРАТЕГИЯ ИННОВАЦИОННОГО РАЗВИТИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

С.В. Тишков

Институт Экономики Карельского научного центра Российской Академии Наук

Рассматривая инновационную деятельность в регионе надо выделить две ее характеристики – инновационный потенциал и инновационную активность. Эти две комплексные характеристики определяют возможности и перспективы инновационного развития региона.

В развитии экономической системы существенную роль играет развитие инновационного потенциала. Понятие «инновационный потенциал» стало «концептуальным отражением феномена инновационной деятельности».

Для определения рациональных размеров инновационного потенциала, который должна иметь эффективно функционирующая система, а также для получения корректных оценок влияния инновационного потенциала на развитие экономики, необходимо иметь четкое определение, во-первых, понятия инновационного потенциала, а во-вторых, его состава. С этой целью необходимо четко определить все существенные факторы, предопределяющие его динамику.

В настоящее время вопросам формирования инновационного потенциала в экономической литературе уделяется достаточно много внимания, однако существующая информация зачастую носит отрывочный и противоречивый характер и не имеет однозначного трактования. Так, в отдельных случаях инновационный потенциал отождествляется с научно-техническим. Инновационный потенциал представляется как «накопленное определенное количество информации о результатах научно-технических работ, изобретений, проектно-конструкторских разработок, образцов новой техники и продукции», или толкуется как «система факторов и условий, необходимых для осуществления инновационного процесса», что значительно упрощает действительность, а также сужает сферу применения этой важной категории.

В определении инновационного потенциала как «способности различных отраслей народного хозяйства производить наукоемкую продукцию, отвечающую требованиям мирового рынка», рассматриваемая категория привязана к конкретному уровню (народное хозяйство), что также сужает сферу ее применения. Кроме того, в этом случае из рассмотрения выпадают организационные инновации и инновации-услуги.

Такое определение, как «инновационный потенциал содержит неиспользованные, скрытые возможности накопленных ресурсов, которые могут быть приведены в действие для достижения целей экономических субъектов», также свидетельствует о наличии неоднозначности в понимании сущности инновационного потенциала. Данное обстоятельство в значительной мере затрудняет выработку практических рекомендаций по формированию и эффективному использованию инновационного потенциала и, таким образом, негативно сказывается на конечных результатах инновационной деятельности. Отмеченное обуславливает необходимость проведения дополнительного исследования инновационного потенциала.

Достаточно прозрачными и полными в вопросах исследования инновационного потенциала можно считать выводы Г.И.Жиц. По его мнению, под инновационным потенциалом понимается количество экономических ресурсов, которые в каждый конкретный момент общество может использовать для своего развития. Эти ресурсы распределяются между тремя основными секторами (сегментами, направлениями) системы: научно-техническим, образовательным, инвестиционным. В результате этого распределения формируются: научно-технический потенциал (сегмент или комплекс), образовательный потенциал (сегмент или комплекс), инвестиционный потенциал (сегмент или комплекс). Совокупность названных сегментов и формирует инновационный потенциал системы.

При изложенном подходе целесообразно считать инновационным потенциалом не все количество ресурсов, которые общество предполагает использовать для своего перспективного развития, а только ту их часть, которая может быть использована для увеличения объемов или улучшения качества конечного потребления. При этом следует иметь в виду, что динамика количественных и качественных показателей потребления должна осуществляться в интересах потребителей, а не производителей.

Научно-технический сегмент инновационного потенциала обеспечивает появление новшества. Образовательный сегмент его делает возможным диффузию новшества и его производительное использование. Инвестиционный сектор превращает новшество непосредственно в инновацию. Таким образом, величина инновационного потенциала рассчитывается как совокупный итоговый результат деятельности трех следующих сегментов инновационного потенциала: наука – образование – инвестиции. Однако это сложение не предполагает получение необходимого результата методом прямого суммирования, а определяется как некая равнодействующая их взаимного влияния.

В выявлении сущности инновационного потенциала не менее интересен подход С.И. Кравченко и И.С. Кладченко. По их мнению, углубленный анализ сущности и содержания категории «инновационный потенциал» вполне целесообразно осуществлять, опираясь на составные категории – «потенциал» и «инновация». Так, понятие «потенциал» происходит от латинского слова «potentia», которое означает силу, мощь, возможность, способность, существующую в скрытом виде и способную проявиться при определенных условиях. В специальном смысле – это степень возможного проявления какого-либо действия, какой-либо

функции. Иногда под «потенциальной энергией» подразумевают любую энергию, которая содержится в системе в скрытом виде. В более широком смысле потенциал – это совокупность факторов, имеющих в наличии, которые могут быть использованы и приведены в действие для достижения определенной цели, результата. Таким образом, вне привязки к конкретной сфере, потенциал можно рассматривать как способность материи переходить от возможности к реальности, от одного состояния в другое (например, от старого к новому). При этом потенциал – это мера единства достигнутого, которое может быть использовано с определенной целью, и возможного, т.е. достижимого при определенных условиях.

В Концепции инновационной политики РФ инновационный потенциал определялся как совокупность различных видов ресурсов, включая материальные, финансовые, интеллектуальные, научно-технические, организационные, информационные и иные ресурсы, необходимые для осуществления инновационной деятельности или способности экономики региона производить наукоемкую продукцию, отвечающую требованиям мирового рынка. В первую очередь речь идет о высокотехнологичных и высоко среднетехнологичных производствах.

Инновационный потенциал отражает возможности региона и определяется через показатели, отражающие масштабы инновационной, научной и образовательной деятельности и уровень развития экономики региона. Он включает образовательный потенциал региона и его связь с наукой и экономикой региона, научный потенциал и его связь с экономикой региона, финансовый потенциал, производственный потенциал (в т.ч. и структуру экономики) и инфраструктурный потенциал.

В перечень показателей включаются – персонал занятый НИОКР и его распределение по стадиям инновационного цикла и технологическим уровням, доля науки в численности занятых региона, затраты на НИОКР, согласованность расходов на науку по стадиям инновационного цикла, основные средства НИОКР, использование Интернета, уровень образования, количество студентов, согласованность структуры выпуска со структурой экономики и отраслями пятого и шестого технологических укладов, рейтинг ведущих вузов и их исследовательская активность, уровень экономического развития (ВРП, объем промышленного производства и доля занятых в отраслях пятого и шестого технологических укладов), доля крупных предприятий, наличие инновационной инфраструктуры, консолидированный бюджет региона, прибыль и оборот предприятий, согласованность структуры науки и структуры экономики.

Пробные расчеты позволили выделить четыре основных группы. В первой – Москва, Санкт-Петербург, Московская и Свердловская области, которые намного опережают все остальные регионы России. В регионах, являющихся генераторами инноваций, сосредоточена большая часть инновационного потенциала страны. По многим показателям инновационной деятельности суммарная доля Москвы, Санкт-Петербурга и Московской области превышает 50%, а по количеству предприятий с иностранными инвестициями в сфере науки даже 80%. Доля этих трех регионов в ВВП страны значительно меньше и составляет примерно 28%.

Вторая группа регионов обладает высоким инновационным потенциалом, особенно такие как Татарстан, Нижегородская, Самарская, Челябинская, Ростовская и Новосибирская области. В них активно занимаются инновационной деятельностью, их доля в ВВП несколько меньше, чем по показателям инновационности. Уровень инновационной активности примерно в 1.5 раза выше, чем в РФ в среднем. Среди остальных регионов можно выделить еще несколько, имеющих повышенный инновационный потенциал и заметную инновационную активность.

Во вторую группу из приграничных регионов входят Тюменская, Челябинская, Ростовская, Новосибирская, Омская, Волгоградская, Воронежская, Ленинградская и Саратовская области, Краснодарский и Приморский края, обладающие достаточно высоким потенциалом.

В третьей группе оказались Оренбургская, Белгородская, Мурманская, Курская и Калининградская области, Хабаровский и Алтайский края и Республика Дагестан. В четвертую группу с низким инновационным потенциалом вошла почти половина приграничных регионов – Смоленская, Брянская, Астраханская, Амурская, Курганская и Псковская области, Забайкальский край, республики Бурятия, Карелия, Чечня, Кабардино-Балкария, Алания, Карачаево-Черкессия, Тыва, Алтай и Ингушетия.

Трансграничные проекты в сфере образования, науки и инновационной деятельности способствуют развитию имеющегося потенциала. С 1991 г. действует проект «Балтийский университет», в котором вместе с вузами и научно-исследовательскими центрами 14 стран Балтийского региона участвуют вузы Санкт-Петербурга, Карелии, Калининградской и Псковской областей. Функционирует Северо-европейский открытый университет с центром в Петрозаводске, который реализует не только образовательные и обменные проекты, но и исследовательские на территории России, Финляндии и Норвегии. С 2004 г. начался проект «Трансграничный университет», в котором задействованы вузы Санкт-Петербурга, Петрозаводска и Финляндии.

Активизация сотрудничества, накопление опыта, наличие развитых образовательных и исследовательских организаций, крупных фирм, привлекательных условий жизни и другие факторы могут привести к формированию единых для сопредельных регионов кластеров, реализации совместных инновационных проектов и созданию условий для появления новых производств на основе собственных инновационных идей, использование «чужих» идей для выхода на рынок с новыми товарами происходит на более ранних стадиях инновационного цикла – покупаются лицензии, ноу-хау, приглашаются авторы разработок для создания совместных производств.

ЛИЗИНГ КАК ИСТОЧНИК ФИНАНСИРОВАНИЯ ДОЛГОСРОЧНОГО РАЗВИТИЯ БИЗНЕСА

А.А. Щелканов, А.А. Щелканова

Санкт-Петербургский Государственный Экономический Университет (СПбГЭУ)

В сложившейся экономической ситуации внешние источники финансирования превращаются в насущную необходимость, ввиду нехватки оборотных средств, замедлении темпов оборачиваемости бизнеса с учетом роста дебиторской и кредиторской задолженности, колебаний валютных курсов, ухудшение платежной дисциплины контрагентов и прочее. Если западные компании на инвестиции используют 20%, максимум – 30% своих средств, при том, что заемные деньги – в разы дешевле в западных банках, то российские предприятия вынуждены вовлекать в бизнес до 50% собственного капитала. Собственных средств при относительно низкой рентабельности во многих отраслях явно не хватает, что не может не оказать влияние на падение темпов социально-экономического развития. В пользу лизинга говорит то обстоятельство, что финансовый кризис будет трансформироваться в технологический, преодолеть который даже ведущие страны могут только на основе интенсификации инновационных и инвестиционных вложений, что чрезвычайно затруднительно в условиях почти полного отсутствия долгосрочного кредитования. На практике компании, нуждающиеся в финансировании основной деятельности, пополнении оборотных средств, обновлении основных фондов – сталкиваются с «нежеланием» банков кредитовать реальный сектор, ввиду снижения ликвидности банковского сектора. Ситуация с ликвидностью в российском банковском секторе остается напряженной с осени 2011 г. До сих пор не наблюдается ни признаков ее дальнейшего существенного ухудшения, ни признаков улучшения. Длительность этой ситуации свидетельствует о затруднительном режиме функционирования отечественных банков – режиме хронического дефицита ликвидных средств, данный факт говорит если не о рецессии, то о стагнации экономики в целом. Рост ВВП России в 2014 году может оказаться ниже уточненного консервативного прогноза Минэкономразвития в 0,5% и оказаться на уровне нуля. Основными заемщиками российских банков в настоящее время являются торговые предприятия. Суммарно российская торговля должна отечественным банкам более 4 трлн руб. на 1 марта 2013 года, что составляет более 20% всего портфеля кредитов корпоративному сектору. Для наглядности – кредиты торговому сектору превышают кредиты всему обрабатывающему сектору промышленности. Лидерство торговли объясняется, тем, что торговым компаниям требуются значительные оборотные средства, которые часто пополняются за счет кредитов. При этом с другой стороны предприятия производственного сектора, в меньшей степени заинтересованы в кредитах от российских банков, так как процентные ставки в рублях достаточно высокие, что удлинит окупаемость инвестиций. Кроме того, в ходе модернизации старых предприятий или создания новых, основные затраты зачастую идут на иностранное оборудование, которое покупается за валюту. И в этом случае выгоднее взять валютный кредит в иностранном банке под гораздо более низкий процент, если позволяет конъюнктура рынка. Однако на практике финансирование для малого и среднего бизнеса может быть затруднено, поэтому лизинг становится инструментом быстрого обновления основных фондов, несмотря на сравнительно высокие ставки относительно кредитования. Поэтому главные заемщики российских банков – это отрасли в основном связанные с торговлей, строительством и недвижимостью, транспортом и связью. Они фактически не конкурируют ни с импортом, ни за экспортные рынки. В сумме на эти четыре отрасли приходится половина корпоративного кредитного портфеля российских банков. Крупнейшей же по объему задолженности перед банками отраслью, является сельское хозяйство, предприятия которого должны банкам практически 1.3 трлн рублей. (6.6% от общей корпоративной задолженности), рейтинг отраслей по ссудной задолженности и доли просроченной задолженности наглядно можно увидеть на рис. 1.

Отрасль	Доля просроченной задолженности на 1 марта 2013 года	Доля просроченной задолженности на 1 марта 2012 года	Ссудная задолженность перед банками на 1 марта 2013 года, млрд руб.	Ссудная задолженность перед банками на 1 марта 2012 года, млрд руб.
Добыча прочих полезных ископаемых	0.9%	0.9%	333	264
Химическое производство	1.7%	1.2%	396	394
Транспорт и связь	1.8%	2.2%	1483	1147
Производство транспортных средств и оборудования (кроме автомобилей)	1.9%	1.4%	414	301
Добыча топливно-энергетических полезных ископаемых	1.9%	0.6%	540	401
Производство и распределение электроэнергии, газа и воды	2.2%	2.0%	738	657
Металлургическое производство и производство готовых металлических изделий	2.6%	2.5%	626	615
Операции с недвижимым имуществом, аренда и предоставление услуг	3.2%	3.3%	2710	2264
Строительство	5.2%	5.9%	1531	1380
Производство кокса, нефтепродуктов и ядерных материалов	5.3%	3.1%	212	157
Производство машин и оборудования	5.3%	7.6%	359	316
Обрабатывающие производства	5.6%	5.6%	3895	3437
Оптовая и розничная торговля, ремонт	6.2%	7.8%	4132	3465
Производство прочих неметаллических минеральных продуктов	6.4%	8.6%	233	218
Сельское хозяйство, охота и лесное хозяйство	7.5%	6.7%	1298	1110
Целлюлозно-бумажное производство; издательская и полиграфическая деятельность	7.7%	7.5%	121	101
Производство пищевых продуктов, включая напитки, и табака	9.3%	8.3%	763	678
Производство автомобилей	9.3%	10.0%	88	72
Обработка древесины и производство изделий из дерева	15.2%	13.0%	101	88

Источник: РИА Рейтинг по данным Центробанка РФ

Рис. 1. Рейтинг отраслей экономики по доле просроченной задолженности

В условиях экономической нестабильности, можно выделить ряд тенденций в секторе корпоративного кредитования:

- происходит очищение банковской системы по мере отзывов лицензий ЦБ РФ в основном у «аутсайдеров» банковской системы, что способствует повышению экономической устойчивости развития системы в целом;

- банки придерживаются более осторожной политики при работе с новыми заемщиками, большое внимание уделяется изучению таких аспектов, как стабильность отрасли в целом, опыт ведения бизнеса, уровень легализации, диверсификации в части контрагентов (поставщиков, покупателей), кредитная история и опыт сотрудничества с банками и т.д.;

- условия кредитования и требования к заемщику претерпели некоторые изменения. Основными приоритетами при кредитовании на текущий момент являются стабильные финансовые потоки и "твердые" залоги. При этом важно отметить, что в условиях кризиса многие показатели можно оценить исключительно экспертным путем с учетом прогнозных показателей, поведения рынка, колебаний валютных курсов и т.д.;

- наблюдается рост просроченной задолженности. Необходимо пересматривать подходы к работе с проблемной задолженностью. Основными аспектами работы с кредитным портфелем крупного и среднего бизнеса на текущий момент является, как предупреждение возникновения просроченной задолженности, так и проведение "разумных" мероприятий, направленных на приведение кредитной нагрузки в соответствие с изменившимися финансовыми потоками бизнеса компании. Стандартных инструментов по реструктуризации проблемных кредитов в крупном и среднем бизнеса не предполагается, учитывая разнородность поведения отраслей бизнеса в условиях кризиса, структуры бизнеса, финансовой "подушки" и т.д.;

- банки активно ужесточают свою кредитную политику и предпочитают сдерживать кредитование, не желая увеличивать кредитные риски. В тоже время банки из госсектора в отличие от коммерческих банков нарастили портфели «первоклассных заемщиков» по корпоративному сегменту, а заемщики класса ниже – малый и средний бизнес вынуждены искать и вырабатывать индивидуальные подходы в партнерстве с банками. Действует правило – самые надежные заемщики те, кому деньги не нужны. Причины кредитного сжатия – в ухудшении финансового состояния заемщиков, росте доли кредитов с просрочкой и безнадёжных кредитов в ссудных портфелях;

- банки более жестко подходят к оценке платежеспособности клиентов. Ужесточение коснулось залоговых требований и сроков погашения займов, а также коррекция ставок в сторону повышения, завязанного на маржинальность по высокорискованным видам кредитования. Банки ужесточают систему риск-менеджмента, а также требования к заемщикам.

Ввиду того, что лизинг более доступен, чем инвестиционный кредит, а зачастую на практике у компании просто не остается другого выхода, при выборе инструмента долгосрочного финансирования, чем лизинговые схемы, преимущественно не требующие дополнительных залоговых обеспечений и возможности оперативного рассмотрения и оформления. В большой степени это было связано с тем, что лизинг восполнил разрыв между спросом на инвестиционные ресурсы (3 года и более) и недостаточным предложением "длинных" денег со стороны банков. Неудивительно, что банковский сектор постепенно фокусируется на повышении качества роста за счет диверсификации активов и финансового результата, поэтому в условиях экономической нестабильности – экстенсивный рост становится невозможным и банки вынуждены концентрироваться на росте комиссионного дохода и кросс продажах, где лизинг, страхование выходят на лидирующие позиции. В России предприятия малого и среднего бизнеса, использующие лизинг, могут получить следующие виды субсидий, предоставляемых из средств федерального бюджета и региональных фондов поддержки предпринимательства:

- субсидирование части затрат, связанных с уплатой субъектом МСП процентов по договорам лизинга из расчета не более 2/3 ставки рефинансирования Центрального банка Российской Федерации;

- субсидирование уплаты субъектом МСП первоначального (авансового) платежа по договору лизинга оборудования;

- целевые гранты (нередко безвозмездные и безвозвратные), выделяемые обычно начинающим (со сроком деятельности менее 1 года) предпринимателям, в т.ч., индивидуальным, и позволяющие сократить расходы на лизинг оборудования.

Для получения субсидий субъекту МСП необходимо обратиться в уполномоченный орган в своем регионе, им может быть региональное министерство экономического развития или фонд поддержки предпринимательства. Условия и объемы субсидирования в разных регионах могут различаться. В Санкт-Петербурге Комитет по развитию предпринимательства и потребительского рынка проводит прием документов на участие в специальных программах поддержки малого и среднего предпринимательства, где по программе «приобретение основных средств в лизинг» – возмещается только половина (50 %) от первого авансового платежа (первого взноса). Отметим, что ранее до 2012 г. согласно распоряжению Комитета экономического развития, промышленной политики и торговли Правительства Санкт-Петербурга от 26.05.2011 N 556-р – действовал Порядок предоставления в 2011 году субсидий промышленным организациям Санкт-Петербурга для возмещения части затрат, связанных с приобретением технологического оборудования в лизинг, утвержденным постановлением Правительства Санкт-Петербурга от 30.03.2011 N389 «О предоставлении в 2011 году субсидий в рамках реализации Программы инновационно-технологического развития промышленности Санкт-Петербурга на 2009-2011 годы». По нашему мнению, данная программа является востребованной среди МСП и

активно используется в других регионах РФ, поэтому в качестве рекомендаций считаем целесообразным возобновление данной программы стимулирующей развитие лизинга в Санкт-Петербурге на 2014-16 гг.

КРЕДИТНОЕ СТРАХОВАНИЕ КАК ИНСТРУМЕНТ ДОЛГОСРОЧНОГО РАЗВИТИЯ И ЗАЩИТЫ БИЗНЕСА

В.О. Васьков, А.А. Щелканов

Развитие бизнеса в России в текущей нестабильной экономической ситуации с учетом влияния мировых экономических тенденций, санкций, а также замедления экономического роста внутри страны, коренным образом изменили экономические условия функционирования российских компаний, характеризующиеся усилением конкуренции на внешнем и внутреннем рынках. В этой связи перед хозяйствующими субъектами остро встают проблемы жизнеспособности и поиска источников поддержания экономической устойчивости бизнеса. Поэтому мы хотим рассмотреть и выделить из множества финансовых инструментов развития и защиты бизнеса механизмы кредитного страхования, которые, несмотря на сложности реального сектора экономики, стабильно набирают оборот, пользуются спросом и являются крайне востребованными в различных производственных и непроизводственных отраслях экономики.

Для предприятий принципиальное значение приобретают не только вопросы освоения современных рыночно-ориентированных методов хозяйствования, но и разработка новых концепций, подходов, методологий к стратегическому анализу и управлению экономической устойчивостью. Формирование адекватной рынку организационной и производственной структуры предприятий является одним из необходимых условий повышения эффективности бизнеса в целом. Поэтому самым лучшим видом долгового финансирования, предполагающее сокращение потребностей компании в оборотных средствах, является совершенствование методов внутреннего управления и оптимизации технологических процессов, в результате чего сокращается потребность в финансировании. При максимальном использовании такого подхода компания, которая прогнозирует потребности в денежных средствах и на основе этого разрабатывает планы по оптимизации привлечения финансирования в необходимых объемах и своевременном получении ресурсов, находится в более выгодном положении, чем конкуренты, не соблюдающие данный принцип. Таким образом, менеджменту компании необходимо рассматривать вопросы финансового рычага и кредитного контроллинга. На первый план выходит идея о том, что в период финансовой нестабильности можно эффективно наращивать бизнес и пользоваться тем, что конкуренты уходят с рынка.

Относительно недорогим источником финансирования и увеличения заемных средств может являться кредиторская задолженность предприятия, с точки зрения финансового механизма функционирования компании предпочтительным представляется некоторое превышение кредиторской задолженности над дебиторской. Данный подход дает возможность предприятию в большей степени использовать чужие ресурсы для собственного финансирования, если, конечно, бизнес модель позволяет это применить на практике. С другой стороны, оборачиваемость оборотного капитала является одним из важнейших показателей, характеризующих интенсивность использования оборотных средств предприятия и его деловую активность. От того, насколько быстро средства, вложенные в оборотные активы, превращаются в реальные деньги, непосредственно и зависит ликвидность компании и, как следствие, её влияние на экономическую устойчивость предприятия в целом. Так, рост неплатежей затрудняет ритмичность деятельности компании и ведет к росту проблемной дебиторской задолженности. С другой стороны, излишнее отвлечение средств в производственные запасы, незавершенное производство, готовую продукцию приводит к затовариванию и замораживанию финансовых ресурсов и неэффективному использованию оборотных средств.

С учетом изыскания различных вариантов финансирования оборотных средств для эффективного развития бизнеса компании встает вопрос управления дебиторской задолженностью. Идеальной нам представляется бизнес модель, когда все покупатели-дебиторы работают с компанией на условиях предоплаты, но как показывает практика для крупного и среднего бизнеса отсрочка платежа или товарный кредит – незаменимый инструмент развития бизнеса и выхода на новые рынки. Однако руководители компаний и специалисты по безопасности не питают иллюзий относительно качества платежной дисциплины своих клиентов в ближайшем будущем, поэтому при отсутствии кассовых разрывов компания в состоянии справиться с проблемной дебиторской задолженностью сама либо при помощи внештатных специалистов. Признанный во всем мире инструмент управления дебиторской задолженностью – это страхование торговых кредитов (кредитное страхование). Если посмотреть на российский рынок, можно наблюдать, с какой легкостью иностранные конкуренты, импортеры занимают лидирующие позиции в тех отраслях, куда их допускает государство, особенно заметными стали данные тенденции после вступления России в ВТО, одним из ключей к успеху является использование инструментов кредитного страхования и гарантий при торговых операциях. Страхование торговых кредитов обеспечивает защиту от риска неплатежа и банкротства по коммерческой дебиторской задолженности, что позволяет использующей его компании уверенно вести свою деятельность. Таким образом, кредитное страхование служит удобным и эффективным инструментом для компаний в работе с кредитными рисками.

Если компания предоставляет своим дебиторам отсрочку платежа, значит, она несет на себе риски неплатежа от контрагентов, а страховщик, в свою очередь, предоставляет страховое покрытие рисков неоплаты и возмещение убытков по ним, т.е. снимает этот риск с предприятия. На тот случай, если развитие бизнеса компании потребует предоставления отсрочек платежа, то кредитное страхование – один из наиболее распространенных и эффективных инструментов для развития бизнеса. Кредитное страхование позволяет легко и быстро увеличить объемы продаж, поэтому для эффективного управления продажами необходимо своевременное планирование размера дебиторской задолженности по компании в целом, управление кредитными лимитами покупателей, контроль дебиторской задолженности, мотивация сотрудников отдела продаж, безопасности, юристов, нацеленная на снижение просроченной задолженности.

Таблица 1. Сравнительная характеристика инструментов управления ДЗ

	Ставка%	Предварительная оценка риска	Текущий мониторинг покупателей	Содействие в возврате денежных средств	Гарантия возмещения убытка
Страхование дебиторской задолженности	До 1%	✓	✓	✓	✓
Факторинг	12-27%	✓	✓	✓	✓ - факторинг без регресса
Банковские гарантии	1-5%	✓			✓
Коллекторское агентство	15-40%			✓	
Собственная юр. служба	индивидуально	✓	✓	✓	

Поэтому для менеджмента компании целесообразно провести анализ эффективности использования собственных механизмов защиты бизнеса и оценку затрат при использовании инструментов кредитного страхования (табл. 1). Выгоды от страхования дебиторской задолженности относительно других видов покрытия финансовых рисков можно описать так:

- факторинг: покрытие рисков дает только факторинг без регресса, требуется согласия трех сторон сделки (поставщик, покупатель, факторинговая компания), юридические ограничения по применению в определенных отраслях (например алкогольный сектор), стоимость факторинга значительно превышает страховую ставку, находясь в настоящее время в диапазоне 12-27% годовых;
- банковская гарантия: требует финансовых и административных затрат со стороны покупателей (1-5%), сложная процедура получения гарантии, снижение кредитоспособности;
- коллекторское агентство: отсутствие гарантий по возврату денежных средств, работает только по факту невыплаты (не предотвращает нежелательные события), может нанести репутационный вред самому поставщику и зачастую связано с невозможностью продолжения дальнейшей комфортной работы с должником из-за снижения доверия между ними;
- собственная юридическая служба: отсутствие гарантий по возврату денежных средств (институт приставов в России малоэффективен), недостаточные знания для профессиональной оценки возможных рисков, дороговизна содержания штата высококлассных специалистов, особенно в условиях неравномерной их загруженности;
- страхование дебиторской задолженности: предотвращение возможных рисков неплатежей (профессиональная оценка рисков), низкая процентная ставка (<1%), минимум формальностей, текущий мониторинг рисков, помощь в возврате денежных средств, гарантированное покрытие убытков, улучшение собственного рейтинга по отношению к поставщикам и кредитным организациям.

По нашему мнению, страхование дебиторской задолженности является эффективным инструментом защиты бизнеса от убытков вследствие неоплаты задолженности покупателями, получающими отсрочку платежа. Данный инструмент способен защитить бизнес от негативных последствий дефолта одного или нескольких покупателей, а также поможет принимать эффективные решения относительно коммерческих рисков. Экономическая устойчивость дебиторов является важнейшей характеристикой экономической деятельности компании в рыночных условиях. Помимо качества, способствующего выживанию и функционированию хозяйственной системы в условиях экономической нестабильности, она обеспечивает её преимущества в привлечении инвестиций, получении кредитов, выборе контрагентов и формировании квалифицированных кадров. Предоставление покупателям отсрочки оплаты – это не только норма делового оборота, но и насущная необходимость для развития каналов продаж. В России, по данным Росстата, совокупный объем дебиторской задолженности на конец 2012 года составлял 11 триллионов рублей, при этом почти 10% от этой суммы приходилось на просроченную задолженность. Часто предприятия, отдавая предпочтение страхованию других видов своих активов, а также гражданской ответственности, забывают о

дебиторской задолженности, а ведь это зачастую крупнейший актив предприятия. Таким образом, чем выше экономическая устойчивость компании от колебаний внешней и внутренней среды, тем ниже, в общем случае, вероятность банкротства. Экономическая устойчивость хозяйственной системы отражает степень безопасности делового сотрудничества с компанией, её образующими, так как подтверждает их способность стабильно осуществлять свои основные функции и выполнять обязательства в условиях изменяющейся внутренней и внешней среды, что также обуславливает важность управления дебиторской задолженностью. Экономическая устойчивость компании тесно связана с её конкурентоспособностью. Поэтому акценты в исследовании проблем устойчивости всё больше фокусируются на её роли качественно нового фактора или необходимого условия дальнейшего роста эффективности функционирования компании по мере достижения объективных границ повышения эффективности за счёт традиционных факторов.

ВЛИЯНИЕ ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ НА СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКОЕ РАЗВИТИЕ РЕГИОНА

А.П. Щербак

Институт экономики Карельского научного центра Российской академии наук

Потребление энергии является неперенным условием развития человечества. Наличие доступной для потребления энергии необходимое условие для удовлетворения возрастающих потребностей человека.

Энергетическая отрасль выступает основой развития всей промышленности, определяющей прогресс развития производства. Во всех промышленно развитых странах темпы развития энергетики как отрасли опережали темпы развития других отраслей. На сегодняшний день мировое развитие характеризуется увеличивающейся потребностью в топливно-энергетических ресурсах. За XX век мировым сообществом было израсходовано свыше 500 млрд т.у.т. – что превышает общий объем энергии использованный за всю предыдущую историю.

С каждым годом взаимозависимость энергетики и экономики усиливается и проецируется на социальную сферу, что подтверждают выявленные и признанные энергоэкономические закономерности:

1. экономический рост сопровождается увеличением расхода энергетических ресурсов. В течение XX в. энергопотребление в мире выросло более чем в 10 раз, а в расчете на душу населения – в 5 раз. Согласно прогнозу США, среднегодовой темп прироста потребления первичных энергоресурсов до 2025 г. составит 1,9%;
2. возрастает роль энергетики как отрасли в экономическом развитии – она производит свыше 35% всей промышленной продукции, формирует более 30% всех доходов федерального бюджета. Объем экспортируемого топлива в 2004 г. составил 50% всего российского экспорта, тогда как среднемировой показатель равен 8%, в развитых странах – 5 %, в странах с низкими доходами – 28%;
3. именно увеличение цен на энергоресурсы определяет энергетические затраты производителей и конкурентоспособность продукции, в том числе на международных рынках;
4. наличие значительных запасов энергоресурсов определяет не только экономическое, но и политическое могущество государства.

Характер проявления энергоэкономических проблем связан со спецификой региона и степенью его возможного обеспечения энергетическими ресурсами развития региона.

По обеспеченности энергетическими ресурсами выделяют четыре группы регионов:

- энергодефицитные;
- обеспеченные собственными ресурсами;
- обеспеченные разведанными запасами энергоресурсов, использование которых нецелесообразно по экономическим и экологическим соображениям;
- потенциально обеспеченные энергоресурсами, добыча и производство которых затруднена ограниченностью финансовых средств.

Республику Карелия целесообразно отнести к четвертой группе. В большинстве субъектов Российской Федерации потенциал местного топлива ниже существующих потребностей и более того в перспективе дефицит будет возрастать.

На сегодняшний день энергоизбыточными регионами остаются север Западной Сибири (Тюменская область), Центральная Сибирь (Кузбасс, гидроэнергетика Ангара-Енисейского комплекса), ряд районов Восточной Сибири и север Европейской части России (Тимано-Печорский бассейн, шельф арктических морей).

В качестве основных энергоэкономических проблем региона выступают:

1. увеличение затрат на энергоснабжение во всех сферах жизнедеятельности;
2. снижение конкурентоспособности региональной продукции в связи с увеличением доли энергетических издержек в структуре себестоимости товаров и услуг;
3. снижение уровня энергетической безопасности регионов за счет высокой степени изношенности основных фондов в энергетике;

4. увеличение субсидий на тепловую и электрическую энергию для населения при полной оплате жилищно-коммунальных услуг;
5. ухудшение экологической обстановки в окружающей среде.

Наиболее остро эти проблемы проявляются в регионах с недостаточным уровнем обеспеченности энергетическими ресурсами.

Повышение конкурентоспособности экономики региона связано с созданием государством необходимых условий для развития факторов производства, к которым относятся энергоресурсы. Именно они играют основную роль в функционировании всего региона, обеспечивая инфраструктуру жизнедеятельности и развитие производства товаров и услуг. С учетом роста цен на энергетические ресурсы энергосбережение и снижение энергоёмкости, становится неотъемлемым условием для конкурентоспособности.

Спрос на энергосбережение активизировал деятельность научно-исследовательских учреждений, которые разрабатывают технологии и материалы с более низким энергопотреблением. В свою очередь различные финансовые институты обеспечивают инвестирование проектов и программ направленных на энергосбережение.

В условиях конкурентного рынка энергосбережение становится особым видом бизнеса для финансовых учреждений и специализированных организаций – энергосервисных (энергосберегающих) компаний (ЭСКО). Этот вид бизнеса появляется при устойчивом спросе на специфические товары и услуги и развивается при переходе страны к рыночной экономике (конкуренции). Эти компании осуществляют комплекс мероприятий направленных на снижение энергетических потерь и повышению эффективности использования энергетических ресурсов: финансово-энергетический аудит, учёт и контроль расхода энергоносителей, консалтинговые услуги, инвестирование в проекты повышения энергетической эффективности, установку приборов регулирования, проектирование с практическим воплощением энергосберегающих проектов. Таким образом, эти мероприятия создают предпосылки для конкуренции.

Энергосбережение не создает новый региональный продукт, а снижаются энергетические издержки, что приводит к повышению конкурентоспособности продукции на рынках различных уровней не только региональных, но и международных, что в конечном итоге положительно влияет на развитие экономики. Политика, направленная на энергосбережение, замедляет темпы роста потребления энергетических ресурсов, а так же снижает негативное воздействие на окружающую среду, в дополнении это позволяет сохранить невозобновляемые энергоресурсы для будущих поколений. Интерес вкладывать средства в энергосбережение все еще остается на низком уровне, собственно как и в другие инфраструктурные виды деятельности, не смотря на то, что снижение энергоёмкости позволит решить некоторые экономические, энергетические и экологические проблемы, которые в современном мире требуют все больших финансовых затрат.

Экономия на 1% энергоресурсов обеспечивает прирост национального дохода на 0,35-0,4%. На энергосбережение 1 тут требует в 2-3 раза меньше инвестиций, чем на её дополнительную добычу, переработку и транспортировку. В странах Европейского Союза затраты на использование энергоэффективных технологий в 1,5 евро достигается мультипликативных эффект 4,5 евро. Сэкономленная единица энергии также приводит к значительному экологическому эффекту на всех стадиях, начиная от добычи топлива и его преобразованием в тепловую и электрическую энергию заканчивая его передачей до конечного потребителя. Рыночные механизмы и проводимая государством политика в области эффективного использования энергетических ресурсов оказывают определяющее влияние на характер и результативность энергосбережения.

СЕКЦИЯ

«ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ОБРАЗОВАНИИ»

АССОЦИАТИВНАЯ МЕТОДИКА ИЗУЧЕНИЯ КУРСА ИНФОРМАТИКИ В НАЧАЛЬНОЙ ШКОЛЕ

Б.А. Дронкин

ФГБОУ ВПО «Московский государственный строительный университет» (НИУ)

В настоящее время мир находится в круговороте информационных технологий и плотно связан с ними. Компьютерная вежа начиналась с громоздких шкафов, занимавших целые помещения и, на данный момент, пришла к тому, что это универсальное устройство находится почти у каждого в кармане. Компьютеры задействованы буквально везде, будь то военная индустрия, навигация, пищевая промышленность, искусство и многие-многие другие сферы.

Из вышесказанного следует, что обучение детей грамотному использованию персональных компьютеров (ПК) является важной частью школьной программы. А начинать нужно, я в этом уверен, уже со второй половины начальных классов. Причём начинать надо, применяя неформальные методики [1,2].

В начальных классах к этому процессу нужно относиться максимально творчески. Если оперировать сухими фактами, то ребёнок довольно быстро охладает к информационным технологиям на неопределённый срок. Удачный способ – это сделать акцент на воображение и ассоциативную память. Можно представить ребёнку компьютер как человеческий организм, проводя аналогию с органами человека. Например, мозгом можно представить тандем жёсткого диска и процессора. Детям нужно прививать чувство уверенности при работе с ПК. Показывать, что главным в работе с ПК будет являться не сам компьютер, а именно управляющий им ребёнок. На начальном этапе ознакомить детей с содержанием системного блока с упрощённым, творческим описанием деталей и их функций.

После усвоения нужно сделать упор на творчество, ознакомить их с функционалом и способностями простых графических редакторов, таких, как, например, Microsoft Paint. У этого редактора довольно большой функционал и в то же время понятный ребёнку интерфейс. Так же помимо графических программ нужно продемонстрировать детям возможности музыкальных программ-синтезаторов, видеоконвертеров и т.д.

Что касается средней школы, то тут я бы предложил сегментировать направления обучения детей-подростков. В общем порядке в средней школы немалое внимание нужно уделить пользованию сети Интернет. Указать на подводные камни, научить подростка избегать вредоносных ссылок, так как в реестр родительского контроля часто не успевают внести ту или иную вредоносную ссылку. Также в общем порядке обучить подростков основам работы с Microsoft Office. Потом в течение года продемонстрировать возможности разных программных сфер, а именно: графическое редактирование, изучение программных языков, углубленное обучение работе с Microsoft Office. Объяснить подросткам преимущества и способности каждой сферы, а после попросить их сделать выбор направления, в котором они хотели бы обучаться, попутно давая возможность осваивать другие сферы дополнительно на бесплатной основе внеклассного образования. Это даст возможность быстрее и качественнее обучиться работе с выбранной им сферой.

Одновременно на общей основе надо учить подростков работе с актуальной на данный момент времени операционной системой, с драйверами (что, по моему мнению, немаловажно), стоит объяснить их функцию и способы работы с ними, с основным ПО, таким как антивирусы, утилиты и т.д. Нужно добиться максимального комфорта в работе с ПК как в учёбе, так и в быту. Нужно, чтобы подросток мог не только делать презентации и печатать текстовые документы, а мог обработать фотографию или видеозапись, написать программу для вычисления математической задачи. При этом он должен уметь взаимодействовать с ПК не на уровне дилетанта, а на уровне продвинутого пользователя. Нужно, чтобы школьник не впадал в ступор при появлении примитивных проблем с ПК. В этом моя идея.

За информационными технологиями будущее и мы должны обучить детей ориентироваться в них. Но обучение надо начинать как можно раньше, с начальной школы.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Дронкин Б.А. Опыт внедрения курса информатики в начальную школу // Материалы XXV Международной конференции "Применение новых технологий в образовании". Научно-методическое издание / Ред. группа Алексеев М.Ю. и др. – ТРОИЦК-МОСКВА: 25-26 июня 2014. – ISBN 978-5-89513-350-7. – С.21-22. – Электронный ресурс http://tmo.ito.edu.ru/2014/conf_2014.pdf.
2. Лебедев В.В. Неформальная информатика в курсе высшей математики // Материалы XXV Международной конференции "Применение новых технологий в образовании". Научно-методическое издание / Ред. группа Алексеев М.Ю. и др. – ТРОИЦК-МОСКВА: 25-26 июня 2014. – ISBN 978-5-89513-350-7. – С.33-35. С.21-22. – Электронный ресурс http://tmo.ito.edu.ru/2014/conf_2014.pdf.

ФОРМИРОВАНИЕ КОМПЕТЕНЦИИ В ПРОФЕССИОНАЛЬНОМ ОБЩЕНИИ НА ИНОСТРАННОМ ЯЗЫКЕ У СТУДЕНТОВ ТЕХНИЧЕСКИХ НАПРАВЛЕНИЙ В СООТВЕТСТВИИ С НОВЫМИ СТАНДАРТАМИ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

М.Д. Кукушкина

Санкт-Петербургский Государственный Политехнический Университет

Изменения, происходящие в системе образования в нашей стране, приводят к тому, что меняются требования к результатам обучения, совершенствуются программы обучения, разрабатываются новые образовательные стандарты, происходит полный переход на компетентностный формат, что ведет к необходимости уточнения определений и классификаций компетентностей будущих выпускников российских ВУЗов, а также поиска оптимальных методов их формирования. Многие программы разрабатываются совместно российскими и зарубежными учебными заведениями, сближение которых в рамках Болонского процесса ведет к обмену опытом, методическими идеями и совместным проектам. Основная образовательная программа бакалавриата предусматривает изучение следующих учебных циклов: 1. гуманитарный, социальный и экономический цикл; 2. естественнонаучный цикл; 3. профессиональный цикл. Иностранный язык входит в базовую часть гуманитарного цикла и, согласно ФГОС, студенты технических специальностей, получая степень бакалавра, должны владеть иностранным языком в объеме, необходимом для получения информации профессионального назначения и коммуникации с иностранными коллегами в рамках совместных проектов и международных конференций. Подготовка студентов неязыковых вузов к профессиональному иноязычному общению осуществляется в три этапа: на первом этапе она направлена на решение общеобразовательных задач, а на втором этапе (язык для специальных целей) – в основном на решение специальных профессиональных задач, когда происходит формирование профессиональных иноязычных коммуникативных умений, на третьем этапе у студентов формируются навыки и умения, необходимые для успешной сдачи международных экзаменов. Отбор содержания и выбор методов обучения призваны способствовать разностороннему и целостному формированию личности студента, подготовке его к будущей профессиональной деятельности [1].

Начальным этапом формирования компетенции в профессиональном общении на иностранном языке нам представляется участие студентов технического вуза в студенческих конференциях с докладами на иностранном языке, а заключительным этапом является сдача международного экзамена (IELTS), и поддержка дальнейшей научной профессиональной деятельности студента на иностранном языке. Студенческая конференция является уникальным видом неаудиторной работы, который занимает важное место в вузовской практике, поскольку направлена на стимулирование навыков научно-поисковой активности студентов, активизацию и развитие профессиональных знаний и компетенций, развитие умения вести научную полемику с соблюдением правил научной этики, выбирать точные и доходчивые формулировки и следовать логике изложения, раскрытие и понимание особенностей научного и профессионального общения в моно- и мультикультурной среде. На примере ставших традиционными на факультете иностранных языков в СПбГПУ конференций «Неделя Науки» становится очевидным, что привычное видение студенческой конференции как внеаудиторной академической деятельности уступает место новому видению студенческой конференции как многоаспектной проектной технологии, направленной на формирования всех ключевых компетентностей будущего специалиста. Основным их отличием от конференций на других факультетах является активное использование иностранного языка: 1. Использование иноязычной литературы при подготовке докладов. 2. Презентация доклада на иностранном языке. 3. Обсуждение докладов и ведение научной полемики на иностранном языке. Выбор экзамена как наиболее подходящего формата для выявления уровня владения английским языком у студентов технического направления был также сделан методистами не случайно. Основные причины выбора IELTS при наличии достаточно большого количества международных экзаменов перечислены в статье Акоповой М.А. и Поповой Н.В. "Инновационные аспекты содержания обучения иностранным языкам в современном вузе (проект IELTS)" при описании нового формата программы изучения английского языка студентами технических направлений: 1. IELTS — международная система тестирования по британскому варианту английского языка для определения навыков владения теми, кто собирается обучаться или проходить практику в англоязычной среде; она позволяет определить уровень владения английским языком у людей, для которых английский не является родным. 2. IELTS принимается в более чем 120 странах мира и признан в более чем 60 000 организациях по всему миру: колледжи, университеты, институты. На сегодняшний день IELTS является одним из самых распространенных и востребованных экзаменов по английскому языку. 3. IELTS — диагностический экзамен, а, следовательно, оценку 0 можно получить только в случае отсутствия на экзамене. В любом другом случае студент получает сертификат с баллами от 1 до 9. 4. Насыщенность текстовых материалов для экзамена общетехнической и общенаучной лексикой, необходимой студентам для будущей профессии, а также научной деятельности. 5. Присутствие графиков, схем и таблиц в тестовых заданиях. Навыки их описания и анализа необходимы студентам как для успешного выступления с докладом на конференции, публикации статьи, так и для сдачи экзамена IELTS. 6. Возможность организовать сдачу экзамена IELTS в СПбГПУ при бесплатном диагностическом тестировании на первом курсе. 7. Литература по подготовке программы обучения для академического варианта международного экзамена IELTS общедоступна

для трех уровней обучения ИЯ [1]. 8. Существуют таблицы перевода результатов IELTS в экзаменационные баллы международных экзаменов TOEFL, FCE, CAE, что весьма удобно при изменении жизненных планов обучающихся [1].

Поскольку качественно новая программа обучения студентов технических направлений профессионально-ориентированному иностранному языку находится в стадии разработки, и имеет своей целью максимально соответствовать новым стандартам высшего образования, возникает необходимость выбрать оптимальные методы формирования у студентов компетенций, необходимых для успешной иноязычной коммуникации в профессиональной среде.

Из многочисленных классификаций методов обучения, разработанных различными учеными и методистами, остановимся на классификации, основывающейся на роли обучающегося в процессе обучения и разделяющей методы обучения на: 1) Пассивный метод 2) Активный метод 3) Интерактивный.

Пассивные методы ограничивают учащихся ролью «объекта» обучения, их главной целью является усвоить и воспроизвести материал, который передает им преподаватель. К пассивным методам обучения относятся лекции, опросы, самостоятельные, контрольные работы, тесты и т.д. Нам представляется, что пассивные методы обучения не всегда эффективны при обучении студентов технического вуза профессиональному иностранному языку, поскольку предполагают повышенный уровень мотивации студентов. Проведенный опрос среди бакалавров технических и математических специальностей показал, что уровень мотивации к изучению профессионально-ориентированного английского языка на 30% ниже, чем уровень мотивации к изучению разговорного.

В свою очередь, активные методы обучения позволяют активизировать учебный процесс, побудить обучаемого к творческому участию в нем. Задачей активных методов обучения является обеспечение развития и саморазвития личности обучаемого на основе выявления его индивидуальных особенностей и способностей, и, таким образом, не только расширяют и углубляют знания, но одновременно развивают практические навыки и умения. В отличие от активных методов, интерактивные ориентированы на более широкое взаимодействие обучающихся не только с преподавателем, но и друг с другом и на доминирование активности студентов в процессе обучения. Таким образом, именно интерактивные методы обучения, по нашему мнению, имеют наибольший потенциал при подготовке студентов на начальном уровне обучения к выступлению с докладом на английском языке на студенческих конференциях, а в дальнейшем – к сдаче международного экзамена формата IELTS. Особый интерес для нас представляют такие методы, как метод проектов, метод «мозгового штурма», ролевая игра, дискуссия. Именно эти методы являются идеальными способами тренировки перед участием в тех видах деятельности, с которыми студентам придется столкнуться при выступлении на конференции, ведении научной полемики. Важно отметить, что экзамен IELTS (Academic) включает в себя множество заданий, «пересекающихся» с видами деятельности при подготовке доклада и выступлении с презентацией: описание таблиц, графиков и диаграмм, задания с использованием большого объема академической и профессиональной лексики, анализ академических и научных текстов. Таким образом, задачей преподавателя становится: выделить соответствующие виды заданий формата IELTS и «подать» студентам с использованием активных и интерактивных методов обучения. Подобное повышение уровня взаимодействия и коммуникации между студентами приведет к повышению уровня мотивации, а следовательно, более глубокому усвоению практических навыков, необходимых для формирования компетенции в профессионально-ориентированном общении на иностранном языке, являющейся одной из ключевых компетенций выпускника технического вуза.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Аكوпова М.А., Попова Н.В. Инновационные аспекты содержания обучения иностранным языкам в современном вузе (проект IELTS) / М.А. Аكوпова // Науч.-техн. вед. СПбГУ. — 2013. — № 2. — С. 309-315.
2. Аكوпова М.А. Компьютерные технологии в иноязычном высшем образовании / М. А. Аكوпова // Науч.-техн. вед. СПбГУ. — 2008. — № 5. — С. 137-141.

ВИРТУАЛЬНАЯ СРЕДА ДЛЯ ТЕСТИРОВАНИЯ И ИССЛЕДОВАНИЯ АЛГОРИТМОВ КОМПЬЮТЕРНОГО ЗРЕНИЯ

И.М. Лебедев, А.Л. Тюкин

Ярославский государственный университет им. П.Г. Демидова

Основное назначение созданной виртуальной среды – исследование алгоритмов компьютерного зрения, но без использования аппаратных средств. В ней возможна реализация и тестирование подобных алгоритмов.

Базовая структурная часть проекта – это мобильная исследовательская платформа. Для ее эффективного функционирования необходимы не только алгоритмы компьютерного зрения, но и стратегии поведения, позволяющие повысить автономность робота и снизить нагрузку на оператора, дав ему возможность решать другие задачи, помимо ручного управления мобильной исследовательской платформой (далее МИП). Моделирование стратегий поведения МИП – еще одна задача, успешно решаемая в виртуальной среде. Пройдя тестирование, реализованные стратегии (модели) поведения МИП будут использоваться реальным роботом.

Мобильная автономная аппаратная платформа (мобильная исследовательская платформа – МИП) проекта MRAP (mobile research autonomous platform) представляет собой мобильную гусеничную базу с автономным питанием, установленным бортовым компьютером с набором цифровых видеокамер, а также системой беспроводной передачи видеоинформации и телеметрических данных.

В специализированной виртуальной среде на данном этапе реализована виртуальная трехмерная модель МИП в виде танка, на башне которого установлена видеокамера, производящая съемку в видимом диапазоне. Изображение, получаемое данной камерой, в настоящий момент является единственным источником данных об окружающей обстановке, доступным виртуальной модели МИП, и обработка именно этих данных должна позволять МИП изменять скорость и направление своего движения.

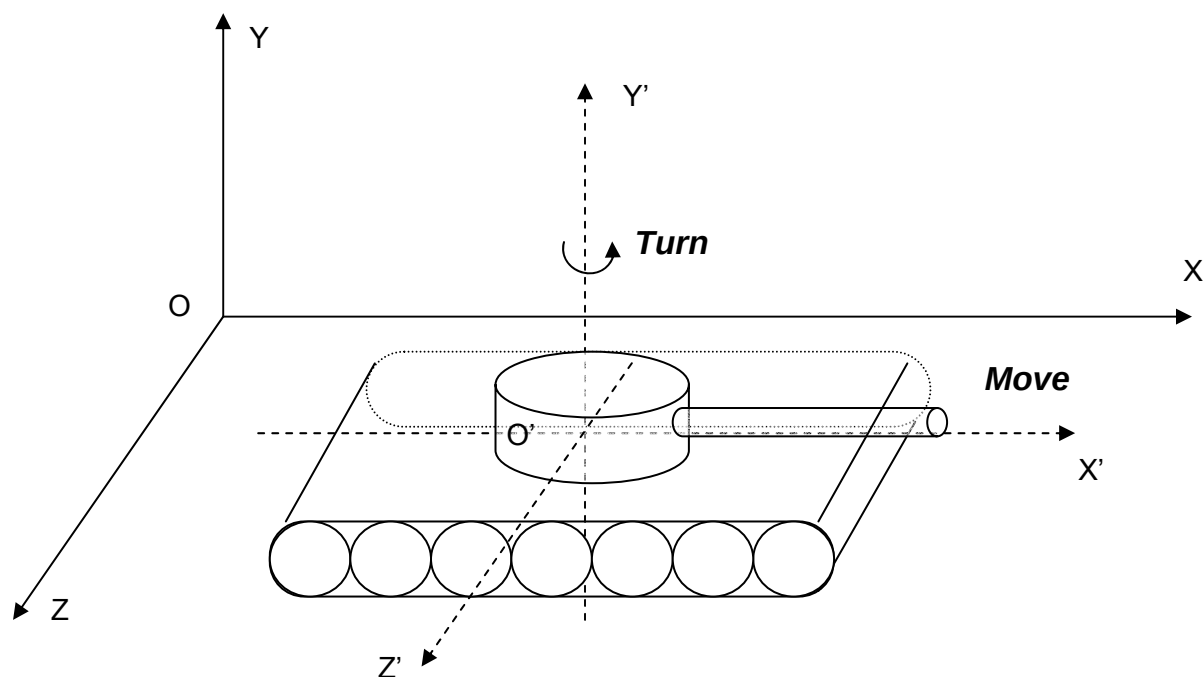


Рис. 1. Движение модели МИП в виртуальной среде: XYZ – мировая система координат, $X'Y'Z'$ – система координат МИП

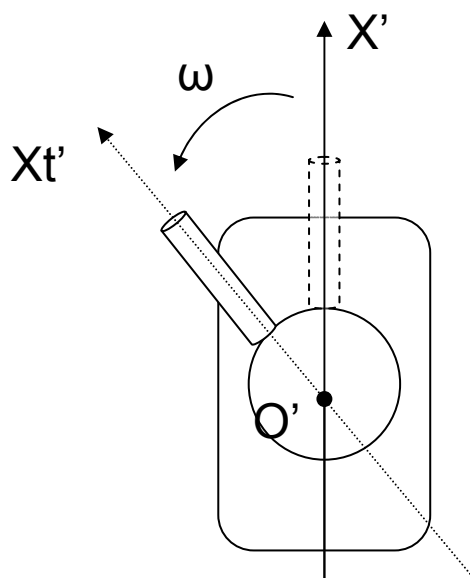


Рис. 2. Поворот башни танка. В виртуальной модели по аналогии с реальной МИП есть возможность поворота камеры в горизонтальной плоскости ($O'Xt'$ – оптическая ось камеры)

Управляющими сигналами для движения реальной МИП являются два числа, модуль которых задает мощность правого и левого двигателей, а знак показывает направление вращения вала – вперед или назад. Кроме того, цифровые видеокамеры, установленные на МИП, снабжены сервоприводами для поворота в двух плоскостях. Они производят поворот камер с постоянной угловой скоростью, и управляющим сигналом для них служит величина углов поворота. Таким образом, любая команда оператора и любое решение, принимаемое

МИП на основе данных обработки системы компьютерного зрения, реализуется в виде комбинации чисел – мощность двигателей и углы поворота камер.

В виртуальной среде управление движением модели МИП осуществляется с помощью операций (см. рис. 1):

1. Move (x) – перемещение на условных единиц вдоль оси O'X' объекта;
2. Turn (S) – поворот на S градусов вокруг оси O'Y'.

Кроме того, по аналогии с вращением камер системы компьютерного зрения реальной МИП, в виртуальной среде есть возможность поворота башни танка с постоянной угловой скоростью – см. рис. 2.

В виртуальной среде проходили исследования следующие системы:

1. Монокулярная система навигации в помещении с возможностью беспрепятственного передвижения [1].
2. Система слежения за зрачком глаза человека [2].

ЛИТЕРАТУРА:

1. Лебедев И.М., Тюкин А.Л. Разработка и реализация системы навигации внутри помещений по алгоритму детектирования препятствий // Тез. докл. 4-й Всероссийской. конф. «Радиоэлектронные средства получения, обработки и визуализации информации». Нижний Новгород, 2014. С. 226 – 230.
2. Лебедев И.М., Тюкин А.Л., Приоров А.Л. Система слежения за зрачком глаза человека // Тез. докл. 11 междунар. конф. «Физики и электроника в медицине и экологии», Владимир, 2014. Т. 2. С. 46 – 49.

СИСТЕМА ДИСТАНЦИОННОГО ОБУЧЕНИЯ ПЕРСОНАЛА СТРУКТУРНЫХ ПОДРАЗДЕЛЕНИЙ ДИРЕКЦИЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ ОАО «РЖД»

Т.Н. Буштрук, М.В. Царыгин¹, А.А. Буштрук²

¹Самарский государственный университет путей сообщения

²Самарский государственный аэрокосмический университет

Современный уровень развития транспорта предъявляет высокие требования к квалификации обслуживающего персонала. Железнодорожный транспорт важнейшая отрасль экономики, его эксплуатационное состояние обеспечивает непрерывные грузоперевозки и пассажиропотоки. Для обеспечения своевременного, качественного и технологичного ремонта одним из решающих аспектов является эффективная подготовка и переподготовка персонала. Применение современных технологий в процессе подготовки и переподготовки кадров соответствует концепции дальнейшего развития ОАО «Российские Железные Дороги».

Применение компьютерных комплексов является сложившейся общемировой практикой обучения, поскольку использование в процессе обучения реального оборудования не всегда доступно. Программные комплексы обеспечивают концентрацию больших объемов информации, более углубленно изучать отдельные объекты, узлы, устройства и процессы производства, взаимодействовать с ними и получать практические навыки по эксплуатации технологического оборудования. В программном обеспечении реализовано интерактивное взаимодействие с информационными объектами, максимальная визуализация исследуемых объектов, используются оригинальные методы и алгоритмы идентификации [1].

Моделирование (имитация) производственного процесса, ситуаций окажет существенную помощь при изучении персоналом технологии осмотра вагонов. Поэтому разработка программных комплексов для целей дистанционного обучения и приобретения тренинговых навыков является актуальной. В программный комплекс-тренажер включены все блоки, позиции, устройства и процедуры, соответствующие технологической карте осмотра вагонов, утвержденной ОАО «РЖД».

Создание базы данных неисправностей вагонов, возникающих в процессе эксплуатации, имеет актуальное значение. Её дальнейшее кодирование [2, 3] и обработка статистическими методами и методами идентификации предназначена для формирования правильных управленческих решений по использованию материальных и трудовых ресурсов.

Проблема. Обоснование необходимости проекта.

Повышение эффективности подготовки и переподготовки персонала структурных подразделений дирекции инфраструктуры ОАО РЖД.

Общеизвестна практика использования программных обучающих комплексов по отдельным узлам вагонов, которые не объединены единой программной оболочкой и даже единой идеологией, не учтены эргономические аспекты представления информационных файлов.

Квалификация эксплуатационного персонала обеспечивает своевременное выявление дефектов и проведение технологичных ремонтов. Поэтому комплекс, содержащий в полном объеме информацию об узлах вагонов, дефектах, тренинговые процедуры, имитацию производственных ситуаций, в значительной мере обеспечит повышение квалификации персонала и как следствие - решение проблемы безопасности перевозок.

Комплекс направлен на подготовку инженерно-технического персонала при принятии адекватных и обоснованных управленческих решений по формированию технических и материальных ресурсов при наличии достоверной информации об изменчивости производственных потоков.

Решение.

Необходимо внедрение современных информационных технологий в процесс подготовки и переподготовки кадров, регламентируемый ОАО РЖД. Внедрение наукоёмких методов анализа производственных потоков различной физической природы с целью получения моделей временных процессов обеспечат использование этой информации в системах управления и процедурах прогнозирования. Получение прогнозных значений изменчивости временных процессов с разрешением противоречия между точностью и быстродействием позволит осуществлять стратегию перспективного планирования. В этом заключается технологическая и управленческая новация. Регламентные решения в сочетании с решениями, определяемыми достоверными результатами прогнозирования, дадут оптимальный результат.

Результат.

Дистанционная обучающая система с интерактивными информационными объектами, мультимедийными базами данных, 3D формат.

Инновационный метод, подход, инструмент, обеспечивающий принятие обоснованных управленческих решений стратегического и тактического плана по формированию технических, сырьевых и энергетических ресурсов и эффективному взаимодействию производственных потоков.

На рис. 1 показан технологический алгоритм реализации комплекса, интерфейс структуры тренажера, алгоритм функционирования программных модулей, модуль анализа временных рядов с корреляционно-спектральным анализатором. Основным блоком является модуль осмотра по 12-ти позициям. Программная реализация осмотра и диагностики основных узлов вагона показан на рис. 2.

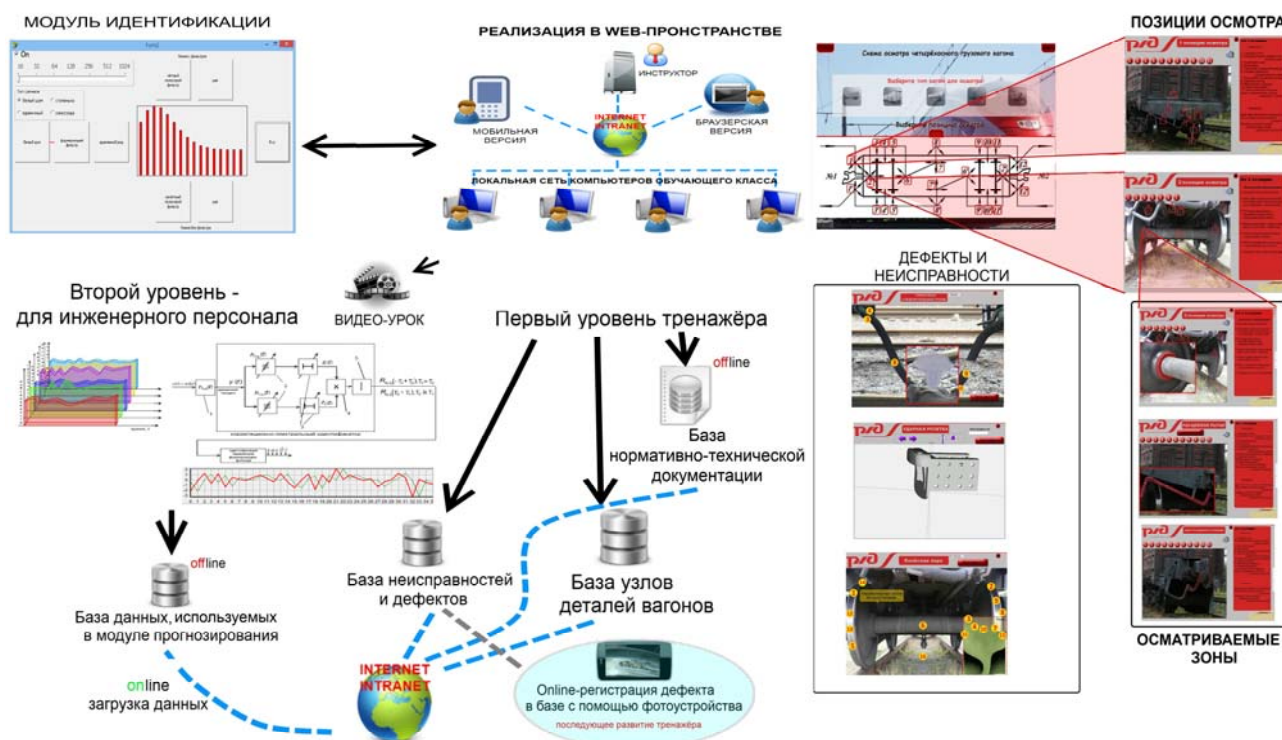


Рис. 1. Взаимодействие и содержание модулей тренажера



Рис. 2. Интерфейс манипулирования узлами вагонов. Интерфейс просмотра дефектов

Исходя из целесообразности, диагностируемые узлы представлены либо видео файлом, либо в 3D формате; реализован принцип максимальной визуализации. В обучающий комплекс используются интерактивные модели с возможностью манипуляции объектом (рис. 2), окно с методикой осмотра и выявления неисправностей, файл типовых неисправностей на виртуальной модели, блок манипуляции с инструментами и шаблонами, файл видео-сюжет с неисправностями и дефектами на реальном объекте, технологическая карта с неисправностями. Каждый блок завершается тестовой работой.

Ценность и функциональность комплекса повышается, за счет включения модуля идентификации временных рядов. Блок принятия решения предназначен для формирования рекомендаций и оптимальных управленческих шагов. Эти блоки могут быть использованы при проведении **тренинговых мероприятий** с персоналом управленческого звена.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Буштрук Т.Н., Царыгин М.В., Буштрук А.А. Компьютерный обучающий комплекс для персонала предприятий вагонного хозяйства с мультимедийными базами данных. Труды Международной научно-технической конференции, 2013 г. [Текст]. – Самара: Издательство Самарского научного центра РАН, 2013. – С. 395-399. ISBN 978-5-93424-686-1.
2. Буштрук Т.Н., Царыгин М.В., Кленюшин Д.С. Программа для кодирования, анализа, редактирования, просмотра и внесения мультимедийных файлов в БД MS Access Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 20146177734, 31 июля 2014 г.
3. Буштрук Т.Н., Царыгин М.В., Кленюшин Д.С. Программа для кодирования мультимедийных объектов в процедурах идентификации и прогнозирования Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2014617737, 31 августа 2014 г.

СОДЕРЖАНИЕ

Секция «Прикладные разработки и моделирование в области инженерных наук»	3
<i>Абдулвелеев И.Р., Корнилов Г.П.</i> Применение секционного реактора для ограничения воздействий провалов напряжения на промышленных предприятиях	4
<i>Власов Н.В.</i> Разработка лабораторного стенда «Установка обратного осмоса и химического обессоливания»	5
<i>Скворцова А.А., Папиашивили Э.Д.</i> Универсальная передвижная шаговая платформа для освоения тундры и Арктики	6
<i>Добров А.В., Никоноров А.Н.</i> Разработка полигонной АСУТП дубльблока 300 МВт	8
<i>Дорошенко Е.С.</i> Нестационарные температурные поля в строительной балке	10
<i>Жусупова А.М.</i> Устойчивость наполняемых жидкостями конструкций и сооружений	12
<i>Иванов М.А., Николаенок А.В., Джен Ли, Андрианов Н.М.</i> Моделирование процесса течения газа в сушильном пространстве шахтной зерносушилки	14
<i>Ковалев О.О., Акулышин Ю.Д.</i> Разработка бионического протеза руки	15
<i>Кондрашин А.В., Смирнов Н.Н., Колосова Ю.С., Яблоков А.А.</i> Разработка математической модели теплоснабжения здания	17
<i>Кузьмицкая О.О.</i> Изотропия жёсткости триметаллической жилы	19
<i>Маркварт А.А., Ушаков Н.А., Лиокумович Л.Б.</i> Повышение разрешающей способности датчика микроперемещений на основе интерферометра Фабри-Перо с использованием опорного интерферометра	21
<i>Михайлов С.А., Ушаков Н.А.</i> Измеритель показателя преломления и его дисперсии на основе интерферометра Фабри-Перо и анализатора оптического спектра	22
<i>Можжухина В.В.</i> Выполнение дополнительной ступени дистанционной защиты автотрансформаторов, обеспечивающей распознавание режимов на стороне низшего напряжения	24
<i>Петров А.А., Давыдов В.В.</i> Новый метод улучшения стабильности частоты для атомных часов на парах ^{133}Cs	26
<i>Приходько А.А.</i> Структурный и кинематический анализ возвратно-вращательного перемешивающего устройства	27
<i>Савинов Н.Д.</i> Проектирование системы обеспечения фиксации сбоев информационного обмена	29
<i>Сафронов А.С., Захаров В.М., Смирнов Н.Н., Яблоков А.А.</i> Исследование распределения температурных и скоростных полей в комнате при использовании радиаторов и воздушных клапанов в программе Comsol Multiphysics	31
<i>Кривцов А.М., Железнов А.А.</i> Мультироторный беспилотный летательный аппарат с повышенной энергоэффективностью	33
<i>Синев Д.А., Кулажский А.М., Шамхуд А.</i> Лазерно-индуцированное окисление тонких пленок титана	34
<i>Сорокина А.Я.</i> Совершенствование химконтроля водного режима на ТЭС, основанное на измерениях электропроводности и pH	35
<i>Беляев А.Н., Стогов А.Ю.</i> Повышение динамической устойчивости автономных энергосистем на основе применения данных систем мониторинга переходных режимов	37
<i>Филатова А.Г.</i> Учет пористости при определении комплекса теплофизических характеристик дисперсных материалов с помощью нового автоматизированного устройства	38

<i>Зарянкин А.Е., Григорьев Е.Ю., Хазов П.С.</i> Кольцевые диффузоры с низким уровнем вибрации и высоким аэродинамическим совершенством для выхлопных патрубков газотурбинных установок.....	40
<i>Чернуха Н.А.</i> Новые численные алгоритмы для решения задач строительной механики в неограниченных областях	41
<i>Черняев А.И., Трефилов В.А.</i> Оценка надежности и обеспечение безопасности металлоконструкций в строительстве	43
<i>Боровской А.Е., Новиков И.А., Шевцова А.Г.</i> Совершенствование расчета режима светофорного регулирования на изолированном пересечении за счет расширенной классификации транспортного потока	45
<i>Щепилина О.В.</i> Исследование состояния регенерата при различных режимах реабилитации пациента с переломами трубчатых костей нижних конечностей	47
Секция «Инновационные разработки в сфере высоких технологий».....	49
<i>Бирюкова К.С.</i> Свойства треугольных импульсов в частотном модуляторе	50
<i>Зайцев А.А., Бирюкова К.С.</i> Гармонические помехи треугольным импульсам.....	52
<i>Мельничук А.В.</i> Электромагнитная система торможения объектов	53
Секция «Информационные технологии и системы».....	55
<i>Пустохаилова Е.А.</i> Методы поиска неисправностей в самоорганизующейся сенсорной сети	56
<i>Становов В.В., Бежитский С.С.</i> Самоконфигурирующийся гибридный эволюционный алгоритм формирования баз нечетких правил для задач с несбалансированными данными в многоагентных системах.....	57
<i>Баудин И.Д.</i> Проектирование информационной системы по сбору данных из социальных сетей.....	59
<i>Хритonenко Д.И.</i> Автоматическое проектирование коллективов искусственных нейронных сетей в задачах анализа данных	60
<i>Рагозина А.К., Григорьев С.В.</i> Средство разработки инструментов статического анализа встроженных языков	62
<i>Лисова Я.В., Рябиков И.А.</i> Исследование динамических характеристик датчиков температуры.....	64
<i>Буштрук Т.Н., Царыгин М.В., Буштрук А.А.</i> Мультимедийно-информационный контент в инфраструктуре пассажирского состава на основе ГЛОНАСС/GPS в едином координатно-временном пространстве ОАО «РЖД».....	65
<i>Кияева А.А.</i> Технология коррекции яркостных искажений при построении мозаичного цифрового изображения.....	67
<i>Кияева А.А.</i> Разработка комплекса программ выбора рациональных параметров гасителя пульсаций давлений.....	69
<i>Гравит М.В., Недрышкин О.В.</i> Оценка расчета пожарного риска с учетом психологических факторов.....	70
Секция «Новые материалы и технологии».....	73
<i>Бабичев И.В., Ильин А.А., Ильин А.П., Курылева К.В.</i> Регенерация железо-молибденового катализатора парциального окисления метанола.....	74
<i>Бобрынина Е.В.</i> Дисперсно-упрочненные материалы на основе железа для создания сварочной порошковой проволоки	75
<i>Кадыкова Ю.А., Бредихин П.А., Шахарова Е.И.</i> Модификация полиэтиленовых композиций наполненных базальтом	76
<i>Галкин В.В., Климова О.Г., Толочко О.В.</i> Особенности микроволнового синтеза нанопорошков со структурой граната $Gd_3(Ga,Al)_5O_{12}$	77
<i>Гольева Е.В.</i> Получение оптической керамики $MgAl_2O_4$	78

<i>Еремеева Н.М., Свешникова Е.С., Панова Л.Г.</i> Новые углеродсодержащие сорбенты и наполнители на основе оболочки гречихи	80
<i>Жуков М.В., Кухтевич И.В., Левичев В.В., Мухин И.С.</i> Особенности изучения объектов живой природы методом атомно-силовой микроскопии с использованием специализированных зондов с Pt/C нановискерами	82
<i>Лычева К.А., Кольцова Т.С., Толочко О.В.</i> Высокопрочный композиционный материал алюминий-углеродные нановолокна	84
<i>Посмитная Я.С.</i> Изменение электроосмотической подвижности в стекляннопolyмерных микрофлюидных чипах при физико-химических способах обработки поверхности	85
<i>Седнев А.Л., Цветков Д.С.</i> Термодинамическая стабильность и физико-химические свойства $YBaCo_2O_{6-\delta}$	87
Секция «Энергоресурсосбережение и экология»	91
<i>Коришунов А.В., Берлин Е.Е.</i> Конденсационно-адсорбционный метод демеркуризации	92
<i>Боженко Т.В., Дунаев А.М., Румянцев И.В., Агапова И.Б., Гриневич В.И., Фронтьева М.В.</i> Оценка качества окружающей среды г. Родники (Ивановская область) методами физико-химического и биологического мониторинга	94
<i>Будаева А.Ю.</i> Утилизация регенерационных вод установок химического обессоливания добавочной воды на ТЭС	96
<i>Гущин А.А., Любимов В.А., Гусев Г.И.</i> Оценка возможности использования диэлектрического барьерного разряда для восстановления сорбентов	98
<i>Заика С.В., Достовалова С.С.</i> Вихревой эжекторный ускоритель потока выхлопных газов	100
<i>Захаров В.М., Смирнов Н.Н., Иванова К.М., Сафарова Н.Р., Яблоков А.А.</i> Разработка модифицированной климатической камеры для испытания энергосберегающих конструкций зданий и моделирования микроклимата	100
<i>Кадыров М.Р., Тринченко А.А.</i> Анализ течений газотопливных полидисперсных потоков в тангенциальных топках котлов для повышения экологической безопасности котельных установок с вводом вторичного топлива	102
<i>Карсеев А.Ю., Давыдов В.В.</i> Малогабаритный ядерно-магнитный спектрометр для экспресс анализа жидких, вязких и сыпучих сред	105
<i>Коришунов А.В., Клейманов Р.В.</i> Тепловой насос для конденсационно-адсорбционного демеркуризатора	106
<i>Козлов А.А., Гущин А.А., Извекова Т.В.</i> Плазма аргона как метод очистки парогазовых смесей от паров фенола	108
<i>Коноплянкин С.В., Соловьева А.А., Артеменко А.А., Пономарева Г.П.</i> Влияние огнегасящих добавок на теплопроводность многослойных композитов на основе пенополиуретана	109
<i>Куницкая Д.Е.</i> Повышение эффективности работы древесно-подготовительных цехов на основе автоматизации операций сортировки лесоматериалов	111
<i>Гущин А.А., Извекова Т.В., Машкин Д.В.</i> Снежный покров как универсальный показатель загрязнения городской среды	113
<i>Новиков А.В., Угланов Д.А., Сармин Д.В.</i> Экспериментальное исследование характеристик термоэлектрического генератора при криогенных температурах	114
<i>Румянцев И.В., Дунаев А.М., Гриневич В.И., Фронтьева М.В.</i> Индикация состояния окружающей среды на территории Ивановской области	116
<i>Захаров В.М., Смирнов Н.Н., Лапатеев Д.А., Румянцев Е.С., Плеханов А.В.</i> Дополнительное снижение температуры воздуха в нерабочее время при использовании окон с теплоотражающими экранами	118

<i>Сироткина А.Л.</i> Динамика и регулирование реакторной установки со сверхкритическими параметрами теплоносителя при работе по диспетчерскому графику нагрузок	120
<i>Смирнова Д.Н., Ильин А.П., Смирнов Н.Н.</i> Извлечение редкоземельных элементов при очистке экстракционной фосфорной кислоты	122
<i>Юдина О.И., Чеснокова Т.Ю.</i> Изучение проблемы кислотных осадков в Ивановской области	124
<i>Вербова Н.М.</i> Силовой активный фильтр напряжения	126
Секция «Физические науки»	129
<i>Бодряков Е.Р.</i> Расчет трехфазной системы методом независимых схемных миноров	130
<i>Винниченко К.Я.</i> Проблемы интерпретации вызванных кожных вегетативных потенциалов и создание многоканального устройства для регистрации и анализа их топологии на ладони человека	132
<i>Бабичев А.В., Комарова О.С., Кудряшов Д.А., Julien F.H., Tchernycheva M.</i> Оптические свойства фотодетекторов на основе массива ZnO вискером с графеновым прозрачным контактом	134
<i>Соминский Г.Г., Тумарева Т.А., Тарадаев Е.П.</i> Многоострийные полупроводниковые полевые эмиттеры с двухслойными защитными покрытиями нового типа	135
<i>Дубровин Р.М., Мартынова О.А., Гасумянц В.Э.</i> Коэффициенты термоэдс и Нернста-Эттингсгаузена в ВТСП системы $Y_{0.85}Ca_{0.15}Ba_{2-x}La_xCu_3O_y$	137
Секция «Экономика и управление»	139
<i>Белоусов К.Ю.</i> Экономика и социальная ответственность: этап формирования основ концепции	140
<i>Буракова А.Е.</i> Термоэкономические показатели при управлении автоматизированными нефтеперерабатывающими производствами	142
<i>Евсюков В.Г., Молчанов А.Н.</i> Особенности применения доходного метода в управлении стоимостью бизнеса	144
<i>Моисеев А.В., Киндаев А.Ю.</i> Имитационное моделирование страхования в сельском хозяйстве	145
<i>Плотников А.В.</i> Проблемы импортозамещения в современной России	146
<i>Тишков С.В.</i> Инновационный потенциал и стратегия инновационного развития Российской Федерации	148
<i>Щелканов А.А., Щелканова А.А.</i> Лизинг как источник финансирования долгосрочного развития бизнеса	150
<i>Васьков В.О., Щелканов А.А.</i> Кредитное страхование как инструмент долгосрочного развития и защиты бизнеса	152
<i>Щербак А.П.</i> Влияние энергосбережения на социально-экономическое развитие регион	154
Секция «Инновационные технологии в образовании»	157
<i>Дронкин Б.А.</i> Ассоциативная методика изучения курса информатики в начальной школе	158
<i>Кукушкина М.Д.</i> Формирование компетенции в профессиональном общении на иностранном языке в соответствии с новыми стандартами высшего образования	159
<i>Лебедев И.М., Тюкин А.Л.</i> Виртуальная среда для тестирования и исследования алгоритмов компьютерного зрения	160
<i>Буштрук Т.Н., Царыгин М.В., Буштрук А.А.</i> Система дистанционного обучения персонала структурных подразделений дирекций инфраструктуры ОАО «РЖД»	162

НАУКА И ИННОВАЦИИ В ТЕХНИЧЕСКИХ УНИВЕРСИТЕТАХ

Материалы Восьмого Всероссийского форума студентов, аспирантов и молодых ученых

27 – 29 октября 2014 года

Налоговая льгота – общероссийский классификатор продукции
ОК 005-93, т.2; 95 3004 – научная и производственная литература

Подписано в печать 20.10.2014. Формат 60х84/8.
Усл. печ. л. 21,25. Тираж 100. Зак. 12356b.

Отпечатано с готового оригинал-макета,
предоставленного оргкомитетом форума,
в Типографии Политехнического университета.
195251, Санкт-Петербург, Политехническая ул., 29.
Тел.: (812) 552-77-17; 550-40-14