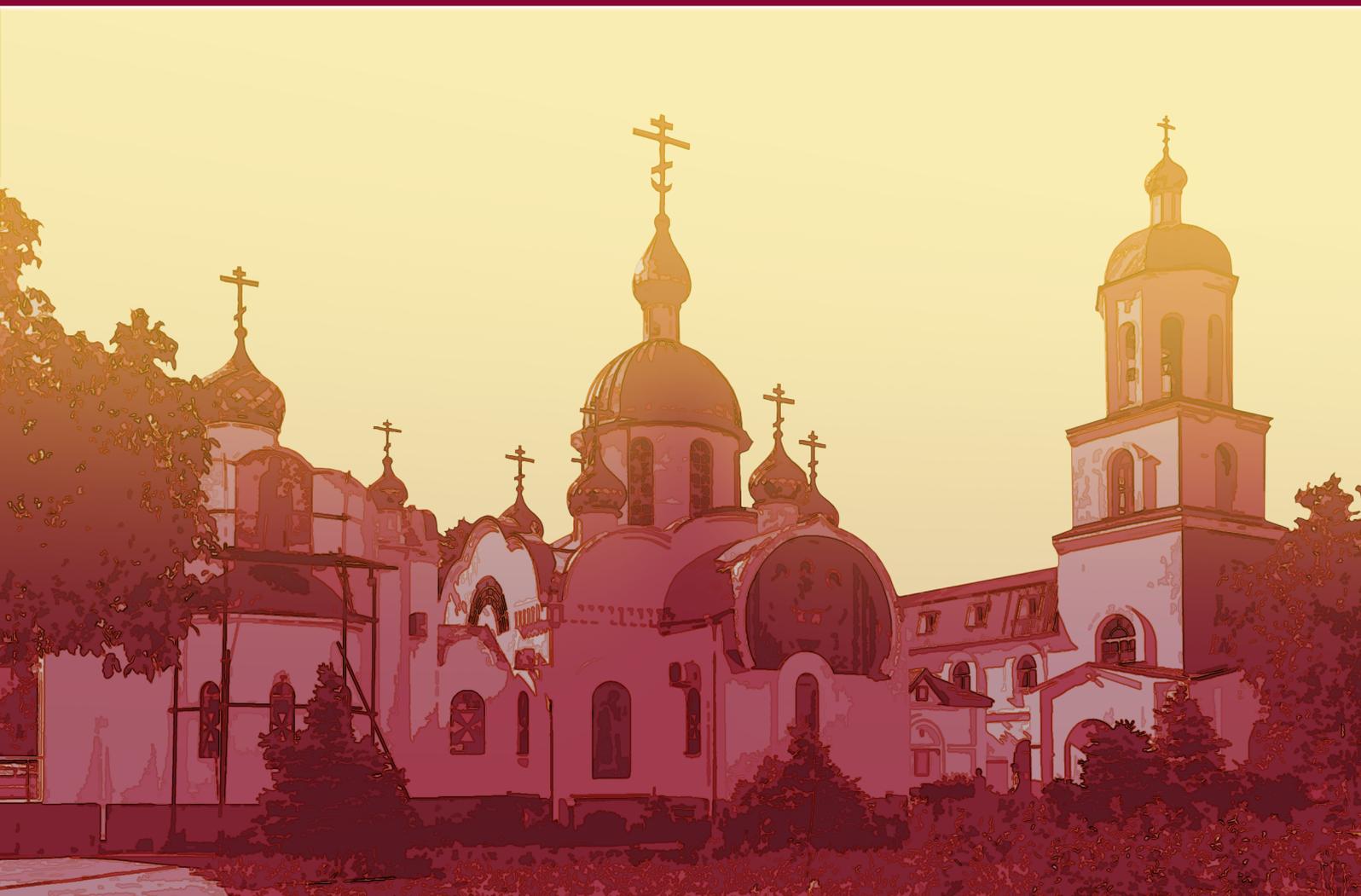


IV Международная научная конференция

АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ ТЕХНИЧЕСКИХ НАУК



Краснодар

УДК 62(01)

ББК 30

А43

Главный редактор: *И. Г. Ахметов*

Редакционная коллегия сборника:

М. Н. Ахметова, Ю. В. Иванова, А. В. Каленский, В. А. Куташов, К. С. Лактионов, Н. М. Сараева, Т. К. Абдрасилов, О. А. Авдеюк, О. Т. Айдаров, Т. И. Алиева, В. В. Ахметова, В. С. Брезгин, О. Е. Данилов, А. В. Дёмин, К. В. Дядюн, К. В. Желнова, Т. П. Жуйкова, Х. О. Жураев, М. А. Игнатова, К. К. Калдыбай, А. А. Кенесов, В. В. Коварда, М. Г. Комогорцев, А. В. Котляров, В. М. Кузьмина, К. И. Курпаяниди, С. А. Кучерявенко, Е. В. Лескова, И. А. Макеева, Т. В. Матроскина, Е. В. Матвиенко, М. С. Матусевич, У. А. Мусаева, М. О. Насимов, Б. Ж. Паридинова, Г. Б. Прончев, А. М. Семахин, А. Э. Сенцов, Н. С. Сенюшкин, Е. И. Титова, И. Г. Ткаченко, С. Ф. Фозилов, А. С. Яхина, С. Н. Ячинова

Руководитель редакционного отдела: *Г. А. Кайнова*

Ответственные редакторы: *Е. И. Осянина, Л. Н. Вейса*

Международный редакционный совет:

З. Г. Айрян (Армения), П. Л. Арошидзе (Грузия), З. В. Атаев (Россия), К. М. Ахмеденов (Казахстан), Б. Б. Бидова (Россия), В. В. Борисов (Украина), Г. Ц. Велковска (Болгария), Т. Гайич (Сербия), А. Данатаров (Туркменистан), А. М. Данилов (Россия), А. А. Демидов (Россия), З. Р. Досманбетова (Казахстан), А. М. Ешиев (Кыргызстан), С. П. Жолдошев (Кыргызстан), Н. С. Игисинов (Казахстан), К. Б. Кадыров (Узбекистан), И. Б. Кайгородов (Бразилия), А. В. Каленский (Россия), О. А. Козырева (Россия), Е. П. Колпак (Россия), К. И. Курпаяниди (Узбекистан), В. А. Куташов (Россия), Лю Цзюань (Китай), Л. В. Малес (Украина), М. А. Нагервадзе (Грузия), Ф. А. Нурмамедли (Азербайджан), Н. Я. Прокопьев (Россия), М. А. Прокофьева (Казахстан), Р. Ю. Рахматуллин (Россия), М. Б. Ребезов (Россия), Ю. Г. Сорока (Украина), Г. Н. Узаков (Узбекистан), Н. Х. Хоналиев (Таджикистан), А. Хоссейни (Иран), А. К. Шарипов (Казахстан)

Актуальные вопросы технических наук : материалы IV Междунар. науч. конф. (г. Краснодар, февраль 2017 г.). — Издательский дом «Новация», г. Краснодар, 2017. — iv, 70 с.
ISBN 978-5-9909386-4-9

В сборнике представлены материалы IV Международной научной конференции «Актуальные вопросы технических наук».

Предназначен для научных работников, преподавателей, аспирантов и студентов технических специальностей, а также для широкого круга читателей.

УДК 62(01)

ББК 30

СОДЕРЖАНИЕ

ИНФОРМАТИКА И КИБЕРНЕТИКА

Тырышкин Д.А., Молоков С.Е.

Программный комплекс автоматизации инженерных расчетов применения возобновляемых источников энергии в энергоустановках малой мощности 1

ЭЛЕКТРОНИКА, РАДИОТЕХНИКА И СВЯЗЬ

Лахов Ю.А.

Функционирование энергокластеров в условиях концепции Smart Grid 4

ЭНЕРГЕТИКА

Давлатов Д.Н., Анбиев Е.Ж., Бобохонов Ф.Ш.

Проблема воды и прогнозирование долгосрочных тенденций распределения водных ресурсов в России и Центральной Азии. 7

Давлатов Д.Н.

Нагрузки от подвижного состава, действующие на подпорную стену. 9

Зингер М.А., Захаров И.В.

Применение инновационных технологий в военном кораблестроении. 13

МАШИНОСТРОЕНИЕ

Данатаров А., Рустамов С., Джумаев К., Сейтимметова А.

Комбинированный агрегат для обработки почвы и внесения жидких удобрений в условиях аридной зоны 17

Шаранова Д.А.

Бесконтактные методы контроля толщины стенки изделия в процессе коррозии 19

СТРОИТЕЛЬСТВО

Хусаинов В.Г.

Эта многоликая технология... 28

ТРАНСПОРТ

Балагин О.В., Балагин Д.В., Якушин Р.Ю., Хомякова Я.Р.

Оценка эффективности работы элементов системы охлаждения тепловозных дизелей 32

Тюфанова А.А.

Применение генератора колебаний с хаотической несущей в технических средствах системы управления движением судов 35

Шкодун П.К., Долгова А.В.

Формирование базы правил деятельности алгоритма нечеткого вывода для диагностирования технического состояния коллекторно-щеточного узла тяговых электрических двигателей подвижного состава 37

ПИЩЕВАЯ ПРОМЫШЛЕННОСТЬ**Белоусова Н.Н., Толстоухова Т.Н.**

Изучение процесса приготовления шоколада и его влияние на организм человека 42

Канина К.А., Робкова Т.О.

Применение кавитации (акустических волн) для обработки молока-сырья 44

ХИМИЧЕСКАЯ ТЕХНОЛОГИЯ И ПРОМЫШЛЕННОСТЬ**Ляпина Т.Ю.**

Выбор технологии для снижения выбросов дурнопахнущих газов при производстве сульфатной целлюлозы на действующих производствах 47

Мияссаров Р.Ф., Ишмурзин А.А.

Повышение эффективности разделения компонентов природного и попутного нефтяного газов 48

ОБЩИЕ ВОПРОСЫ ТЕХНИЧЕСКИХ НАУК**Васендина И.С., Гурьев А.Т.**

Структурные исследования природных ландшафтов Соловецких островов 52

Есенбекова А.Э., Дусталиева С.М.

Интерактивный метод преподавания на кафедре технических дисциплин в Казахском университете инновационных и телекоммуникационных систем 55

Спатарь Е.В., Чемезов Е.Н.

Методы оценки рисков в области техносферной безопасности 57

Шляхов С.М., Гаврилов Д.Ю.

Об оценке несущей способности бруса круглого поперечного сечения пористой структуры при поперечном изгибе 60

НОВЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ**Варенцов В.А.**

Системы с приставкой «нано»: трубки, волокна, мембраны 62

Данатаров А., Рустамов С., Джумаев К., Сейтимметова А.

Механизация возделывания хлопчатника на основе ресурсосберегающих почвозащитных технологий в условиях Туркменистана 65

Извеков Ю.А., Рыбакова Е.В., Хрипунова С.С.

О междисциплинарном подходе к оценке техногенной безопасности 66

Подопрыгоров С.Ю.

Добыча полезного ископаемого при помощи гидроразмыва массива 67

ИНФОРМАТИКА И КИБЕРНЕТИКА

Программный комплекс автоматизации инженерных расчетов применения возобновляемых источников энергии в энергоустановках малой мощности

Тырышкин Дмитрий Александрович, студент;
Молоков Сергей Евгеньевич, магистрант
Сибирский федеральный университет (г. Красноярск)

Данная статья посвящена описанию проектирования программного комплекса, нацеленного на моделирование результатов использования различных видов топлива в энергоустановках. Приводится описание комплекса, его структура, возможности, реализованные модули.

Ключевые слова: программный комплекс, автоматизация, разработка, интерпретация данных, обработка данных, анализ данных, модернизация, энергетика, энергосбережение, альтернативное топливо, экология

Еще с середины XX века с ростом населения и развитием промышленности в мире наблюдается рост потребления энергии. Согласно исследованию компании, ВР по итогам 2015 года [5], растёт общемировое потребление всех наиболее популярных источников энергии, а суммарный рост за год составил 1 %.

Но наиболее популярные энергоресурсы, такие как нефть и уголь истощаются, являясь еще и экологически небезопасными, производя большое количество вредных выбросов, что невозможно оставить без внимания, учитывая проблемы мировой экологии и ужесточающихся экологических требований. В следствие чего, на мировом рынке возрастает интерес к использованию альтернативных источников энергии — возобновляемых и экологичных, что и обуславливает высокие темпы развития мирового рынка биотоплива. По прогнозу Energy Infor-

mation Administration на рис. 1, к 2040 году рост потребления возобновляемых энергоресурсов возрастет более чем в 2 раза [6, с. 9].

В России топливно-энергетический комплекс (ТЭК) занимает важное место в экономике страны, одним из главных документов комплекса является энергетическая стратегия, которая должна обновляться не реже одного раза в пять лет. В этой связи Правительством Российской Федерации было принято решение о корректировке Энергетической стратегии России на период до 2030 года с ее пролонгацией до 2035 года. Согласно основным положениям данного проекта, центральной идеей энергетической стратегии-2035 является переход от ресурсно-сырьевого к ресурсно-инновационному развитию ТЭК, а одним из главных стратегических ориентиров является энергетическая эффективность. [4].

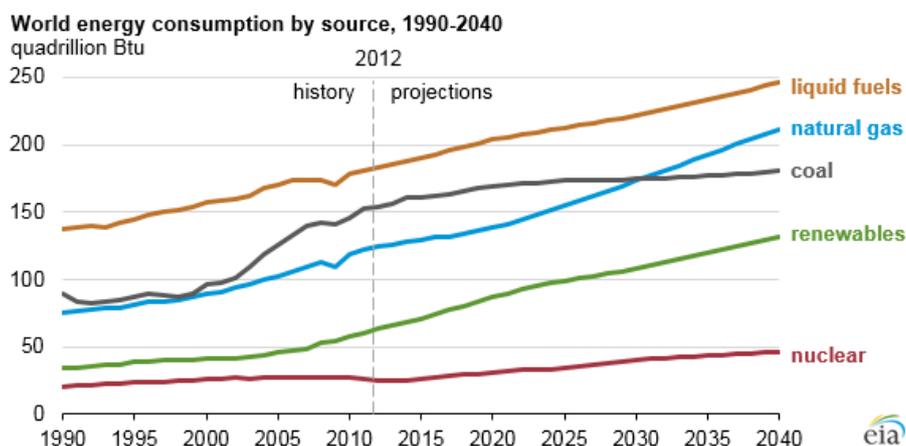


Рис. 1. Прогноз EIA на 2012–2040 г.

С учетом тренда на энергоэффективность и было принято решение о разработке программного комплекса. Цель работы заключается в разработке программного комплекса для интерпретации расчетных количеств выбросов от различных энергоустановок с различными видами топлива.

Для разработки комплекса был выбран язык программирования C#, среда разработки Visual Studio 2015, платформа Windows Presentation Foundation (WPF). Были определены входные и выходные данные. Входные данные были разделены на несколько типов:

- Параметры энергоустановки, в т. ч. количество котлоагрегатов, их технические характеристики, расчетные количества расхода воды и топлива.
- Состав и характеристики используемых видов топлива [3].
- Константы, подбираемые по справочнику.

Для организации хранения данных и доступа к ним была выбрана система управления базами данных Microsoft SQL Server 2016 и технология доступа к данным ADO.NET Entity Framework 6.1.3, являющаяся объектно-ориентированной технологией доступа к данным и object-relational mapping (ORM) решением для .NET Framework от Microsoft. В разработке прототипа программного комплекса применен подход Model-First, планируется переход на Code-First.

Справочник входных данных на рис. 2 состоит из двух таблиц, в верхней отображается список энергоустановок с параметрами, в нижней — видов топлива. Демонстрация справочника входных данных реализована на базе двух элементов DataGrid, столбцы которой с помощью механизма привязок (Bindings) используют соответствующие значения из соответствующих базы данных — таблиц Fuel и Boilers базы данных.

Название	Модель КА	Кол-во КА	Теплопроизв-ть, МВт	Давл. воды, МПа	Раб. давл. не менее, МПа	Темп. воды на вх., С	Темп. воды на вых., С	Расх. воды, т/ч	Расх. топл. т/ч	Темп. ух. газов, С	КПД, %
Горный	КВ-ТС-10	3	11.63	2.52	0.78	70	150	125	3120	180	80.9

Название	Тепловыделение, МВт	Wp Влажность	Ar Зольность	Sk Сера сухая	Sor органическая	Or Кислород	Hr Водород	Sr Углерод	Nr Азот
Ирша-Бор. уголь	15.67	33	6	0.2	0.2	13.5	3	43.7	4.6
Древесные пеллеты	20	10	0.8	0	0.03	37.3	5.27	46	0.6
Мазут высокосернистый	38.3	2.2	0.15	2.7	3.5	1	10.6	84.9	1
Торф	8.48	48.5	12.5	0.3	0	34.7	6	56.5	2.5

Рис. 2. Интерфейс ввода входных данных

Выходными данными были определены такие показатели, как выбросы твердых веществ, выбросы двуокиси азота, выбросы двуокиси серы, полный и удельный объем продуктов сгорания. Расчет ведется на базе интерпретации инженерных расчетов [1]. Планируется разработка модуля экономической части, в котором будет рассчитываться экономическое сравнение по затратам на топливо, воду и пр.

Для отображения выходных данных представлено 3 варианта реализации:

1. Графическое отображение расчетного количества выбросов (рис. 3)
2. Графическое отображение расчетного количества объема продуктов сгорания
3. Общее сравнительное табличное отображение.

Графическое отображение основано на базе компонента Chart из пакета WPF Toolkit, представляющего собой коллекцию из элементов управления WPF, компонентов и утилит для создания WPF приложений. Используются диаграммы типа Column, также для наглядности отображены конкретные значения результатов расчетов

в их численном соотношении. Реализация табличного вывода организована на базе элемента DataGrid.

Использование современных программных средств даёт возможность комплексно решать задачи технологического и административного управления предприятием, существенно меняет характер труда работников, позволяет значительно увеличить производительность труда персонала, избавить его от выполнения рутинных операций. Все это делает работу персонала более привлекательной с точки зрения повышения их квалификации, позволяет сосредоточиться на выполнении важных перспективных и глобальных задач [2].

Функции проектируемого комплекса:

- создание и ведение единой базы данных, обеспечение единства и целостности информации;
 - расчета показателей по трем видам выбросов;
 - расчеты показателей по объему сгорания;
 - формирование отчёта;
 - помощь в принятии решения о модернизации энергоустановки для использования другого вида топлива;
- Проектируется расчет экономических показателей.

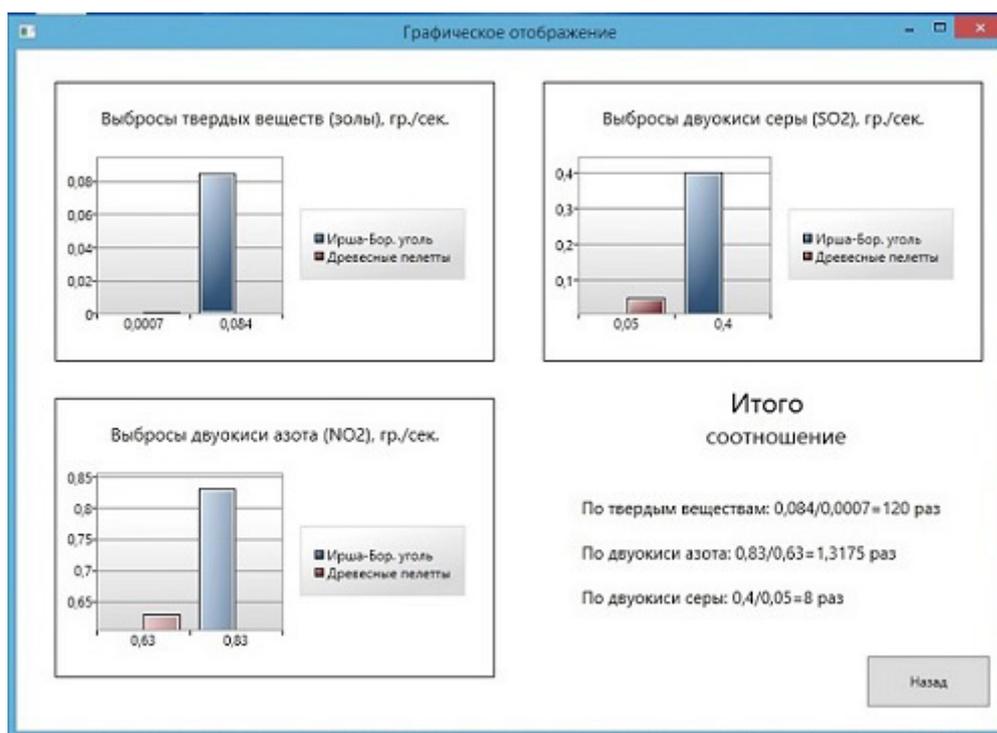


Рис. 3. Интерфейс графического отображения расчётного количества выбросов

Для автоматизации выполнения этих функций и ведется разработка программного комплекса, который позволит обеспечить единство и целостность информации, избежать вычислительных ошибок.

Система дает возможность достаточно просто и оперативно получить любую информацию, необходимую для

анализа и принятия решений руководителю предприятия. Оперативность, доступность и простота получения информации, позволяет значительно сократить трудозатраты.

Используемый техпроцесс является гибким, что позволяет использовать моделировать использование различных типов топлива в различных энергоустановках.

Литература:

1. Истягина, Е. Б., Молоков С. Е. Технологический процесс перевода котельной на альтернативное топливо // Образовательные ресурсы и технологии. 2016. № 2 (14). URL: <http://cyberleninka.ru/article/n/tehnologicheskii-protsess-perevoda-kotelnoy-na-alternativnoe-toplivo> (дата обращения: 25.11.2016).
2. Компания «Политерм» // Автоматизация расчетов за услуги теплоснабжения, водоснабжения и водоотведения. URL: http://www.rosteplo.ru/Tech_stat/stat_shablon.php?id=550 (дата обращения: 31.01.2017).
3. Ларииков, Н. Н. Теплотехника. М.: Стройиздат, 1985. 432 с.
4. Основные положения проекта энергетической стратегии России на период до 2035 года // Министерство энергетики РФ. URL: <http://minenergo.gov.ru/node/1913> (дата обращения: 16.01.2017).
5. BP Statistical Review of World Energy June 2016 // BP Global. URL: <http://www.bp.com/content/dam/bp/pdf/energy-economics/statistical-review-2016/bp-statistical-review-of-world-energy-2016-full-report.pdf> (дата обращения: 16.12.2016).
6. International Energy Outlook 2016 // U.S. Energy Information Administration. URL: [http://www.eia.gov/outlooks/ieo/pdf/0484\(2016\).pdf](http://www.eia.gov/outlooks/ieo/pdf/0484(2016).pdf) (дата обращения: 03.12.2016).

ЭЛЕКТРОНИКА, РАДИОТЕХНИКА И СВЯЗЬ

Функционирование энергокластеров в условиях концепции Smart Grid

Лахов Юрий Александрович, соискатель

Санкт-Петербургский государственный университет аэрокосмического приборостроения

В статье рассматривается декомпозируемый элемент электроинфраструктуры в условиях инновационной технологии. Предложена схема трансформации энергокластера существующей электроинфраструктуры в Smart Grid.

Ключевые слова: электроинфраструктура, smart grid, энергокластер

Согласно определению Института инженеров электротехники и энергетики Европейского союза (IEEE), «умная сеть» (Smart Grid) — это концепция полностью интегрированной, саморегулирующейся и самовосстанавливающейся электроэнергетической системы, имеющей сетевую топологию и включающей в себя все генерирующие источники, магистральные сети (в том числе межгосударственные системообразующие ЛЭП), местные распределительные сети и все виды потребителей электрической энергии, управляемые единой сетью информационно-управляющих устройств и систем в режиме реального времени [2].

Оценка сценариев развития интеллектуальной электроинфраструктуры — новое направление исследований, и на данный момент представлено крайне малое количе-

ство работ, содержащих решения о трансформации малых локальных элементов — энергокластеров.

Требования функционирования в условиях новой концепции определяют, соответственно, применение совершенного нового «интеллектуального» оборудования. Переход энергокластера (декомпозируемый элемент электроинфраструктуры) к новому техническому укладу возможен в двух вариантах: эволюционный, включающий в себя поэтапную модернизацию и замену, а также прорывной — готовое комплексное преобразование. Для принятия решения в выборе сценария трансформации, который будет наиболее приемлем, требуется определить существующий потенциал технического базиса энергокластера.

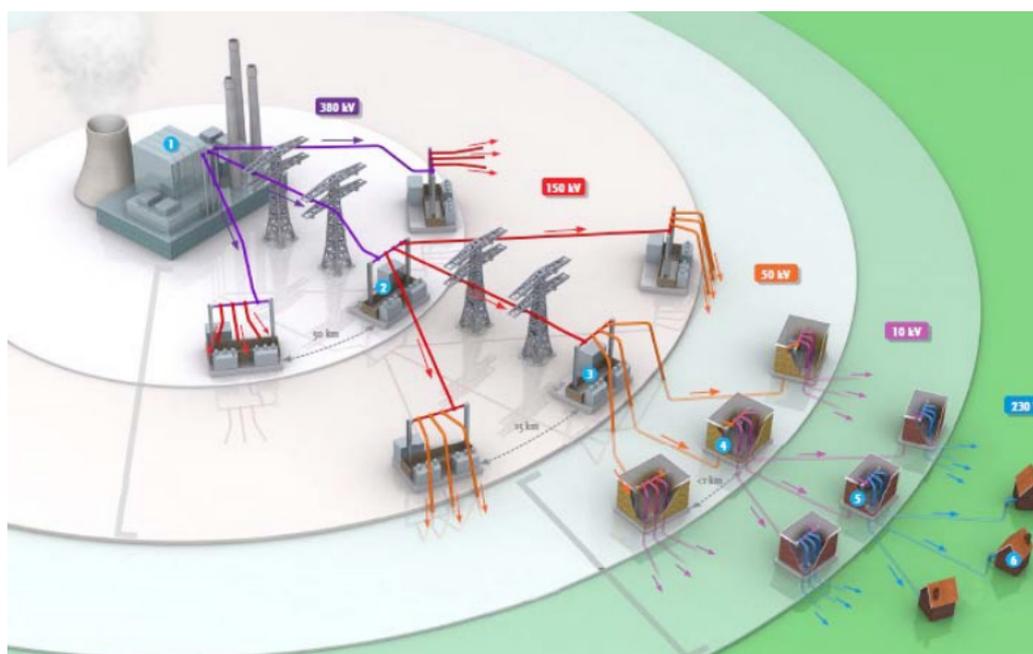


Рис. 1. Топология электроинфраструктуры существующей сети [Рисунок с сайта © 2011 www.kennisinbeeld.nl]

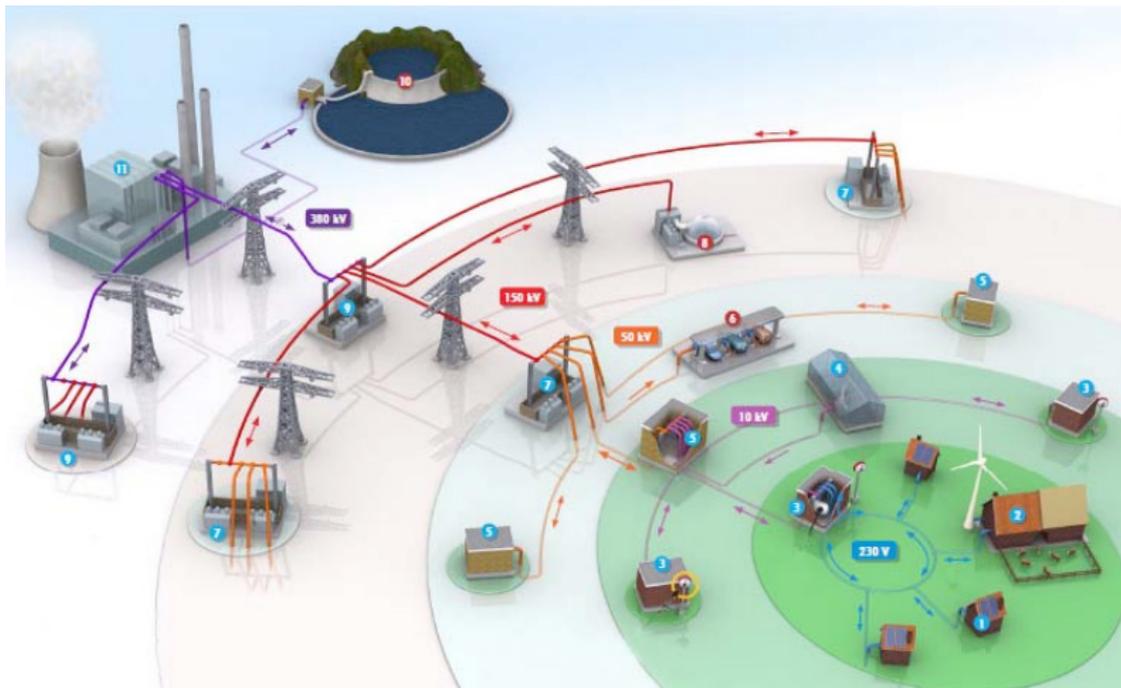


Рис. 2. Топология электроинфраструктуры Smart Grid [Рисунок с сайта © 2011 www.kennisinbeeld.nl]

Основное решение предлагается в оценке функционала приборной базы и сети электроинфраструктуры предприятия в условиях концепции Smart Grid.

К основным задачам трансформации энергокластеров в концепцию Smart Grid относятся: выбор рационального исполнения электрических сетей, определение электрических нагрузок, расчет потерь мощности, компенсация реактивной мощности, качество напряжения, выбор числа и мощности трансформаторов, выбор защитных аппаратов, учет потребляемой мощности в электроэнергии, рациональное использование энергии [1]. Ниже представлена схема трансформации энергокластера на основе оценки

своих свойств функционирования с использованием системного анализа и метода экспертных оценок.

Задачу трансформации существующей электроинфраструктуры в концепцию «умная сеть» возможно, решить путем выбора степени автоматизации, структуры сети, законов управления, и обработки информации, которые позволяют обеспечить заданные значения отдельных технических показателей. Для этого далее будет предложена методика мониторинга процессов функционирования приборной базы и сети электроинфраструктуры предприятия. Различные методы (инструмент квалиметрии, аппарат нечеткой логики, многокритериальная оптимизация, стати-

Фазы		Системный анализ		Реализация в Smart Grid	
Этапы		Сбор данных	Техническое решение	Применимость	Итоговое решение
Элемент сети	Генерация	Тех. Элемент 			
	Трансформация				
	Распределение				
Действие		Оценка свойства	Анализ потенциала элемента	Классификация	Преобразование
Методы		Метод экспертной оценки	Метод анализа	Методика классификации	Анализ технического уровня

Рис. 3. Схема трансформации энергокластера

стические методы управления) применяются на определенном уровне иерархической структуры (топологии) сети, в декомпозируемых с определенными границами энергокластерах.

Литература:

1. Ioanna Xyngi, An Intelligent Algorithm for Smart Grid Protection Applications. ISBN 978–94–6186–014–9. Document type doctoral thesis. Rights (c) 2011 Xyngi, I.
2. Smart Power Grids — Talking about a Revolution // IEEE Emerging Technology Portal, 2009.
3. Семенова, Е. Г. Моделирование и оптимизация производственных процессов изготовления прецизионных сложнопрофильных конструкций волноводных систем. / Е. Г. Семенова, О. И. Васильев. Научно-технические ведомости Санкт-Петербургского государственного политехнического университета. 4–2 (183) 2013 г.

ЭНЕРГЕТИКА

Проблема воды и прогнозирование долгосрочных тенденций распределения водных ресурсов в России и Центральной Азии

Давлатов Далер Назуллоевич, аспирант;
Анбиев Ернур Жексенбыулы, магистр
Тюменский индустриальный университет

Бобохонов Фирдавс Шаммсиддинович, преподаватель
Институт энергетики Таджикистана (г. Курган-Тюбе)

Статья носит обзорный характер и посвящена актуальным проблемам, связанным с добычей и распределением водных ресурсов в России и Центральной

Азии. В начале работы приведем данные объема гидросферы Земли, помещенные в таблицу 1. Гидросфера Земли.

Таблица 1

Части гидросферы	Объем воды, тыс. км ²	% от общего объема
Мировой океан	1370323	93,96
Подземные воды в т. ч. зоны активного водообмена	60000 4000	4,12 0,27
Ледники	24000	1,65
Озера	280*	0,019
Почвенная влага	85**	0,006
Пары атмосферы	14	0,001
Речные воды	1,2	0,0001
Итого	1454193	100

* В том числе около 5 тыс. км² воды в водохранилищах

**В том числе около 2 тыс. км² оросительных вод

Весь объем гидросферы по современным подсчетам превышает 1,4 млрд. км². Точность современных представлений об объеме гидросферы колеблется в пределах около 50 млн. км², что соответствует 3% объема гидросферы. Такая сравнительно высокая точность связана с наиболее надежным определением объема Мирового океана, составляющего почти 94% всего объема гидросферы.

Проблемой является неравномерное распределение воды в регионах в совокупности с неэффективным её использованием и зависимостью населения стран Центральной Азии от земледелия и, как следствие, ирригации. Центральная Азия богата водными ресурсами — это бассейны рек Амударья, Сырдарья, Чуй и Талас, Обь-Иртыш, Урал, Заравшан и озера Балхаш. Наибольшее количество споров вызывает использование водных ресурсов бассейнов Амударьи и Сырдарьи, формирующих бассейн Аральского моря, которое обязались восстанавливать и защищать все центральноазиатские государства.

Проблема водных ресурсов касается всех стран региона, а именно — Таджикистана, Кыргызстана, Узбекистана, Казахстана и Туркменистана, которые являются потребителями водных ресурсов трансграничных рек Амударья и Сырдарья. Россия проявила интерес к гидроэлектростанциям, приняв участие в строительстве Камбаратинской ГЭС. Проект Рогунской ГЭС на сегодня менее привлекателен как из-за своего конфликтного потенциала, так и стоимости. Учитывая восприятие Россией Центральной Азии как собственной сферы влияния или, как емко определяют регион западные авторы — «Russian Underbelly», сохранение стабильности в нем является одной из ключевых задач российской политики.

В РФ 20% проб воды не соответствуют стандартам качества по своим химическим показателям, и 16% — по бактериологическим показателям. Для сравнения, в развитых европейских странах, таких как Великобритания и Франция, не соответствует нормам только около 0,01% проб воды. Разница впечатляющая, особенно если учи-

тывать тот факт, что под постоянным наблюдением находятся только 15 показателей из 28 обязательных. Наиболее неблагонадежными в плане качества воды признаны Калининградский, Дальневосточный и Северный округа РФ. Более 70% проб воды абсолютно не соот-

ветствуют нормам в Карачаево-Черкесии, Карелии и Калмыкии.

По гидроресурсам Таджикистан занимает второе место после России в СНГ [2]. Сведения о запасах объема водных ресурсов бассейна Аральского моря приводятся ниже.

Таблица 2

Водные ресурсы Бассейна Рек Аральского моря (БРАМ)

Страна	Бассейн Амударьи	Бассейн Сыр-дарьи	Всего по БРАМ	
			км ³ /год	%
Казахстан	—	4,5	4,5	3,9
Кыргызстан	1,9	27,4	29,3	25,3
Таджикистан	62,9	1,1	64,0	55,4
Туркменистан (вместе с Ираном)	2,78	—	2,78	2,4
Узбекистан	4,7	4,14	8,84	7,6
Афганистан	6,18	—	6,18	5,4
Всего	78,46	37,14	115,6	100

Источник: *Стратегия развития малой гидроэнергетики Республики Таджикистан: МЭ и ПРТ и ПРООН РТ. Душанбе, 2007. — 78 с.*

Как видно из приведенных данных таблицы из всего запаса объема водных ресурсов бассейна Аральского моря большая часть приходится на долю Таджикистана — 64,0 км³/год и, в том числе, 62,9 км³/год — на бассейн Амударьи. Доля Таджикистана и Кыргызстана в формировании стока поверхностных вод в регионе составляет порядка 85%. Практически вся используемая вода в Центральной Азии берется из двух крупных рек — Амударьи и Сырдарьи и течет в Узбекистан и Туркмению [3, с. 11].

По данным Программы Организации Объединенных Наций (ООН) по окружающей среде, около одной трети населения мира проживает в странах, страдающих от дефицита пресной воды, а менее чем через 25 лет в странах с дефицитом пресной воды будет жить две трети человечества. Страны обладают неравным водным потенциалом. Но привычка думать, что Россия — держава с неисчерпаемыми запасами чистой пресной воды, может сослужить недобрую службу. Вездесущий антропогенный фактор меняет порядок вещей и в нашей богатой водными ресурсами стране. Достаточно вспомнить некогда крупнейший в мире резервуар чистейшей пресной воды озеро Байкал или обширный, едва ли не самый загрязненный в России, Волго-Каспийский бассейн.

В настоящее время в центральной Азии и Республике Таджикистан разрабатываются подходы к осуществлению ряда энергетических проектов в прогнозируемом периоде. Президент Таджикистана Эмомали Рахмон подчеркнул, что именно с учётом необходимости обеспечения потребностей нашей страны и решения её серьёзных энергетических проблем, мы возобновили строительство начатой ещё в 80-е годы прошлого века Рогунской гидроэлектростанции. Одна из глобальных и приоритетных проблем средней Азии — это снабжение населения чистой питьевой водой. Таджикистан, обладая огромными запа-

сами пресной воды, не имеет доступа к чистой питьевой воде (41,3% сельского населения) [4, с. 41]. Более 100 тыс. га орошаемых земель находятся в состоянии мелиоративного ухудшения. Это засоление, заболачивание и подъем уровня грунтовых вод орошаемых земель. Для их восстановления требуется колоссальные средства. Другая проблема — управление режимом работы гидроэлектрических станций страны. Специфика использования водных ресурсов состоит в том, что если их формировании относится своей подавляющей долей только к одному региону, то их «потребление» — к другим регионам центральной Азии.

Основной сток р. Амударьи (около 83%) формируется на территории Таджикистана, далее река протекает через Узбекистан, по границе с Афганистаном, затем по территории Туркменистана и на территории Узбекистана впадает в Аральское море. Верхние по течению рек гидроузлы Таджикистана будут работать в режиме энергетических компенсаторов, обеспечивая интересы энергетики, а нижние — в режиме контрегуляторов, обеспечивая интересы ирригации. Большие объемы водохранилищ позволяют в широких масштабах регулировать сток Амударьи, Сырдарьи и Зеравшана. Решение этих проблем в перспективе станет жизненно важной задачей для Узбекистана, Туркменистана и юго-западных районов Казахстана как потребителей и Кыргызстана и Таджикистана — как поставщиков. Немаловажным является и решение проблемы поддержания (пусть и в явно ограниченном масштабе) водного баланса Аральского моря, в основном южной его части [6, с. 12].

Река Сырдарья протекает по северной части территории Таджикистана протяженностью 192 км. По левому берегу в Сырдарью впадают притоки Ходжабакирган, Аксу и Исфара. Правобережные речки являются пере-

сыхающими и серьезного влияния на сток реки Сырдарья не оказывают. Общий сток, формируемый в таджикской части бассейна реки Сырдарья незначителен и составляет около 1,1 км³/год. Основной сток рек бассейна Сырдарья формируется на территории Кыргызстана — около 78%, далее Сырдарья протекает по территории Узбекистана и Таджикистана и заканчивается на территории Казахстана, впадая в Северный Арал [4, с. 72]. На территории Узбекистана формируется около 15% речного стока Сырдарьи, в Казахстане около 6% и в Таджикистане — около 1%.

При прогнозе водности рек бассейна Амударьи, например, 62,0 км³, Таджикистан имеет право забирать только около 9,5 км³ воды на нужды ирригации. Ежегодно, два раза на заседаниях Межгосударственной Координационной Водохозяйственной Комиссии (МКВК), в зависимости от прогнозного стока рек члены МКВК утверждают лимиты водозаборов из ствола рек Амударья и Сырдарья на вегетационный (апрель-сентябрь) и на межвегетационный (октябрь-март) периоды. Следует отметить, что водные ресурсы во всех вновь образованных государствах Центральной Азии объявлены государственной собственностью. Согласно официальным данным, собранным экспертами Всемирного банка, Министерством мелиорации и водного хозяйства Республики Таджикистан на 2000 г.,

в объеме стока бассейна Аральского моря доли стоков рек государств распределились следующим образом: Таджикистан составляет 55,4%, Киргизия — 25,3%, Узбекистан — 7,6%, Афганистан — 5,4%, Казахстан — 3,9% и Туркменистан — 2,4%. Из стока реки Сырдарьи Узбекистан получает 50,5%, Казахстан — 42%, Таджикистан — 7% и Киргизия — 3,9%. Что касается, стока реки Амударьи, то он распределялся следующим образом: Узбекистану — 42,2%, Туркмении — 42,3%, Таджикистану — 15,4% и Киргизии — 0,3% [5].

Было бы экономически целесообразно разработать и заключить Рамочное соглашение между странами Центральной Азии, включая Афганистан «О принципах использования и охраны водных ресурсов рек Амударья и Сырдарья» на основе принципов разумности и справедливости, не нанесения значительного или существенного ущерба.

Для развития хозяйственного комплекса центральной Азии было бы крайне полезно определить экономические потери от существующего перераспределения водных ресурсов, потери от невозможности задействовать весь потенциал и других природных ресурсов, связанных с водными через использование последних как источника электроэнергии.

Литература:

1. Мировые водные ресурсы и их будущее: М. И. Львович. М.: Мысль, 1974. — 488 с.
2. URL: http://tdc.tj/index.php?option=com_content&view=article&id=48&Itemid=17&lang=ru. (дата обращения 12.09. 2013)
3. Сарсембеков, Т.Т. Планы управления речными бассейнами в странах Центральной Азии. Алматы: Изд-во: «Атамур», 2004. — 208 с.
4. Исполнительный комитет Международного фонда спасения Арала: Арал — 2003 / под ред. Аслова С. М. — Душанбе: Исполкома МФСА, 2004. — 132 с.
5. Андреева, В. Н. Модель согласования объемов производства с доходами и потреблением населения в межотраслевом балансе. Душанбе: Академия наук Таджикской ССР, 1977. — 54 с.
6. Концепция развития отраслей топливно-энергетического комплекса Республики Таджикистан на период 2003—2015 г., утверждена постановлением Правительства Республики Таджикистан от 3 августа 2002 г. № 318 // Министерство энергетики Республики Таджикистан. [Электронный ресурс]. — Режим доступа: http://www.minenergo.tj/davomash_ru/energstrateg_ru. (дата обращения 15.02. 2013).

Нагрузки от подвижного состава, действующие на подпорную стену

Давлатов Далер Назуллоевич, аспирант
Тюменский индустриальный университет

В строительстве возникновение ситуации, когда грунтовой массив не может находиться в состоянии равновесия, обуславливает необходимость создания подпора грунта на участках с естественным или искусственным уклоном, со сложным и разнообразным рельефом. Устройство подпорных стен и шпунтовых ограждений различных конструкций создается в условиях строительства зданий и сооружений, возвышающихся над местностью, при возве-

дении транспортных сооружений в выемках и в насыпях, укреплении стен котлованов.

В последнее время появились новые типы подпорных стен, отличающиеся значительно меньшей материалоемкостью, а также применением новых синтетических материалов [1, с. 5]. На подпорную стену действуют следующие нагрузки, указанные на рисунке 1: собственный вес вертикальной стенки G_c ; собственный вес фундаментной

плиты G_{ϕ} ; горизонтальное давление грунта со стороны удерживаемого слоя (активное давление) σ_r ; вертикальная составляющая давления грунта σ_b ; горизонтальное давление со стороны малой консоли подпорной стены (пассивное давление) σ_n ; вес грунта на малой консоли подпорной стены P_1 ; вес грунта по призме обрушения со стороны удерживаемого грунта (на большой консоли) P_2 ; собственный вес всего грунта на большой консоли P_3 ; нагрузка на поверхности удерживаемого грунта (от подвижного транспорта, веса складываемых строительных материалов, технологического оборудования и т. д.) q ; приращение горизонтального активного давления грунта за счет нагрузки на его поверхности σ_{qr} ;

приращение вертикального активного давления грунта за счет нагрузки на его поверхности σ_{qb} [7, с. 12]. Временная равномерно распределенная нагрузка на поверхности грунта q , возникающая от складываемых на поверхности строительных материалов или от технологического оборудования, оказывает влияние на величину горизонтальной и вертикальной составляющей активного давления грунта. При расчете временная нагрузка q заменяется эквивалентным слоем грунта $H_э$ и определяется приращение горизонтальной и вертикальной нагрузки от грунта σ_{qr} и σ_{qb} . Если временная нагрузка является сплошной, то величины σ_{qr} и σ_{qb} действуют по всей высоте подпорной стены [5, с. 17].

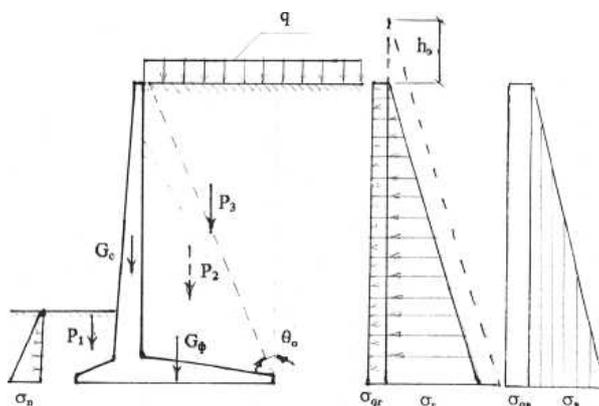


Рис. 1. Нагрузки, действующие на подпорную стену

При фиксированной временной нагрузке (когда нагрузка приложена на расстоянии a от подпорной стены) нагрузки σ_{qr} и σ_{qb} , действуют на подпорную стену не по всей высоте, а начиная с точки k , которая определяется путем построения призмы обрушения, т. е. от начала нагрузки проводится линия под углом θ_0 к вертикальной плоскости. Если временная нагрузка является полосовой, то σ_{qr} и σ_{qb} , будут действовать на высоту H_q , которая определяется тем же методом, что и в случае фиксированной нагрузки. Схема определения активного давления грунта от равномерно распределенной нагрузки на поверхности грунта приведена на рис. 2 [7, с. 20].

Если в пределах высоты подпорной стены возможно присутствие грунтовых вод, то при расчете необходимо учитывать данное явление. Грунтовые воды заполняют поры в грунте, увеличивая объемный вес грунта. Это приводит к увеличению нагрузки от грунта, расположенного ниже уровня грунтовых вод (рис. 3) [1, с. 7]. Нагрузка от подвижного состава железных дорог, транспортных средств автомобильных и городских дорог, технологического оборудования, является наиболее распространенной нагрузкой, действующей на поверхности удерживаемого грунта [4, с. 9].

Нормативные временные вертикальные нагрузки от подвижного транспорта при расчете подпорных стен принимаются от подвижного состава железных дорог — в

виде нагрузки СК; от колесной нагрузки НК-80; от колонны автомобилей — в виде нагрузки Н-30; от колонны автомобилей — в виде нагрузки Н-10 [5, с. 11].

Схемы перечисленных эквивалентных равномерно распределенных нагрузок от подвижного транспорта представлены на рис. 4.

Нагрузка СК — условно равномерно распределенная нормативная нагрузка от железнодорожного состава для групп грузов, сосредоточенных на 1 м пути.

При расположении подпорной стены вдоль железнодорожного пути эквивалентная нагрузка СК от подвижного состава железных дорог на уровне подошвы балластного слоя принимается в виде сплошной полосы шириной a и интенсивностью q .

Ширина полосы a принимается $a = 2,7 + 2 \cdot H_б$, ($H_б$ — толщина балластного слоя под подошвой шпалы, принимается равной 0,75 м, а при отсутствии балластного слоя $H_б = 0$).

Интенсивность нормативной эквивалентной равномерно распределенной нагрузки ($тс/м^2$) определяется по формуле: $q^H = СК/a = 2K/a$ (где СК — условная эквивалентная нагрузка, для расчета подпорных стен принимается равной 2К; К — класс нагрузки, принимается равным 14 тс, при соответствующем обосновании допускается снижение этой нагрузки до величины $K = 10$ тс).

Нормативная автомобильная колесная нагрузка НК-80 принимается для одной машины на колесном ходу.

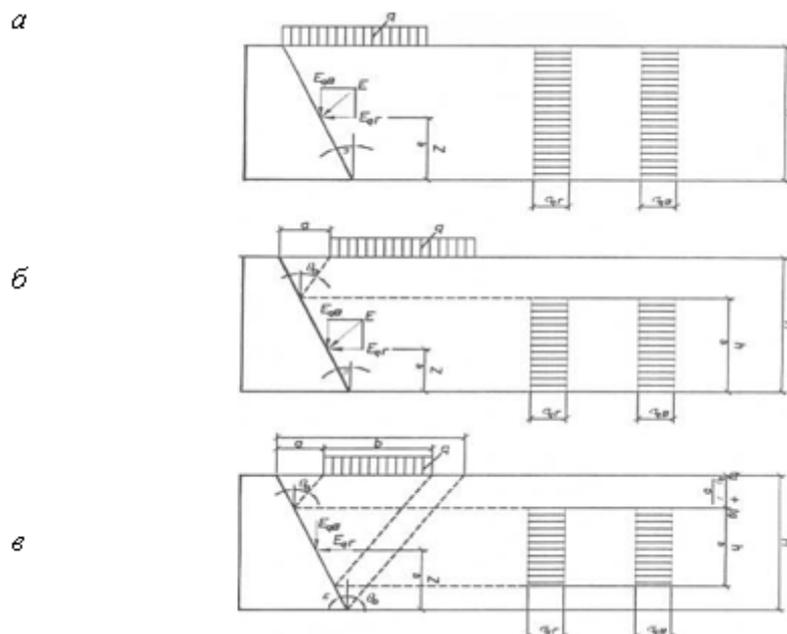


Рис. 2. Схема к определению активного давления грунта
От равномерно распределенной нагрузки: а – при сплошной нагрузке; б – при фиксированной;
в – при полосовой нагрузке

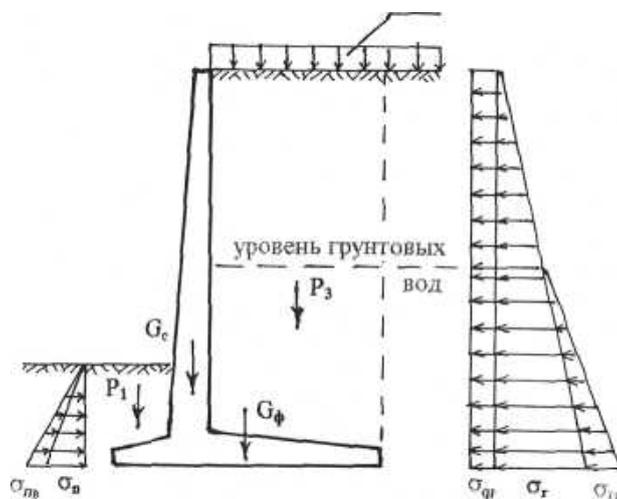


Рис. 3. Учет увеличения нагрузки при повышенном уровне грунтовых вод

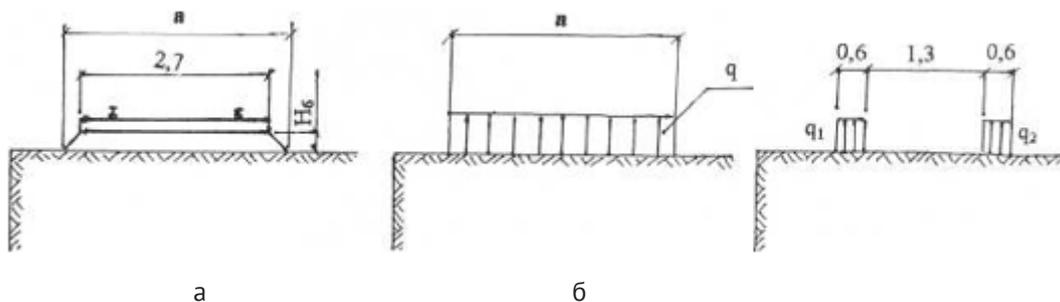


Рис. 4. Определение эквивалентной нагрузки от подвижного транспорта:
а – железнодорожного; б – автомобильного

НК-80 — четырехосная платформа грузоподъемностью 80 тс.

Нормативная автомобильная колесная нагрузка Н-30 принимается для ряда следующих один за другим автомобилей весом по 30 тс.

При расположении подпорной стены вдоль движения автотранспорта давление от колес приводится к экви-

валентной нагрузке равномерно распределенной на сплошной полосе шириной a , равной 0,8 м в случае нагрузки НК-80 и 0,6 м — при нагрузке Н-30. Интенсивность эквивалентной нормативной нагрузки q^H в пределах каждой полосы от НК-80 и Н-30 устанавливается в зависимости от расстояния между тыльной гранью стены и осью полосы по графику, представленному на рис. 5.

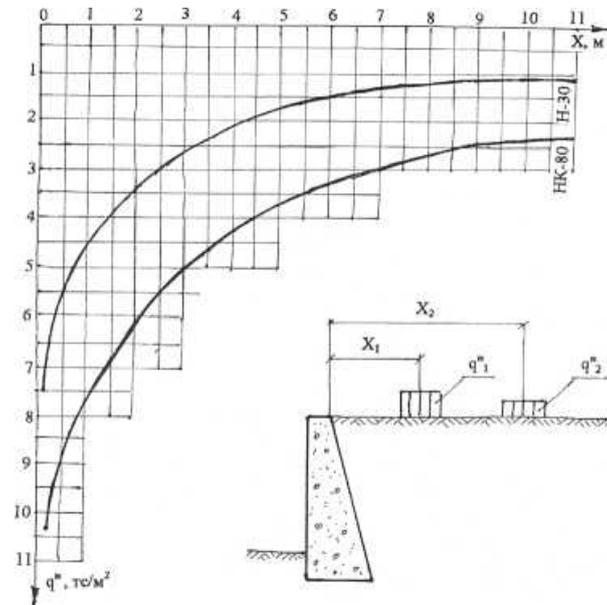


Рис. 5. График для определения эквивалентной нормативной равномерно распределенной полосовой нагрузки от автотранспорта при движении его вдоль подпорной стены

При отсутствии конкретных нагрузок на призме обрушения подпорные стены (кроме подпорных стен, расположенных на косогорах) рассчитываются с учетом временной нормативной равномерно распределенной нагрузки интенсивностью 1 тс/м², включает в себя автомобильную нагрузку Н-10.

Такое расположение устройств подпорных стен не исчерпывают всего существующего вида удерживающих стен. Схема может быть уточнена посредством либо совершенствованием старых, либо появлением новых конструкций, а также изменена в зависимости от конкретных нагрузок подвижного состава.

Литература:

1. Свиридов, В.В. Обеспечение надежности подпорных стен. Труды Всероссийской научно-технической конференции. Часть 1. Фундаментальные и прикладные исследования «Транспорту — 2000». Екатеринбург. 2000. с. 313–314.
2. СНиП 2.01.07–85* Нагрузки и воздействия / Госстрой России, — М.: ФГУП ЦПП, 2004. — 44 с.
3. СНиП 2.06.04–82* Нагрузки и воздействия на гидротехнические сооружения (волновые, ледовые и от судов) / Минстрой России, — М.: ГП ЦПП, 1996. — 48 с.
4. Тетиор, А.Н. Облегченные подпорные стены в транспортном строительстве. — М.: Стройиздат. 1974. — 198 с.
5. Цагарели, Э.В. Новые облегченные конструкции подпорных стенок. — М.: Стройиздат. 1969. — 196 с.
6. СНиП 2.02.01–83* Основания зданий и сооружений / Госстрой России, — М.: ФГУП ЦПП, 2006. — 40 с.
7. Емельянов, Л.М. Расчет подпорных сооружений: Справочное пособие. — М.: Стройиздат, 1987. — 288 с.
8. Бондаренко, В.М., Римшин В.И. Примеры расчета железобетонных и каменных конструкций: Учеб. пособие — М.: Высшая школа, 2006. — 504 с.
9. Проектирование подпорных стен и стен подвалов / Центр, науч.-иссл. и проект, ин-т пром. зданий и сооружений. — М.: Стройиздат. 1990. — 104 с.: (Справ, пособие к СНиПу).

Применение инновационных технологий в военном кораблестроении

Зингер Мария Александровна, магистрант;

Захаров Игорь Вячеславович, доктор технических наук, профессор

Павлодарский государственный университет имени С. Торайгырова (Казахстан)

Основным направлением организации противоминной защиты надводных кораблей и подводных лодок стало их размагничивание.

При плавании корабля магнитное поле Земли намагничивает его металлический корпус, когда корабль многократно пересекает силовые линии магнитного поля под разными углами.

Снижение магнитного поля корабля может решаться двумя путями:

- применением в конструкции корпуса, оборудования и механизмов корабля маломагнитных материалов ($\mu < 1,01$) [1];

- проведением размагничивания корабля.

Применения маломагнитных и немагнитных (парамагнитных и диамагнитных) материалов для создания корабельных конструкций позволяет снизить магнитное поле корабля. Поэтому при строительстве специальных кораблей (тральщиков, минных заградителей) широко используются такие материалы как стеклопластик, пластмассы, алюминиевые сплавы и т. д. При строительстве некоторых проектов атомных подводных лодок применяется титан и его сплавы, который наряду с высокой прочностью является маломагнитным материалом.

Однако, если даже корпусные конструкции кораблей выполнять из маломагнитных материалов, то целый ряд корабельных механизмов изготавливаются из ферромагнитных металлов, которые также создают магнитное поле. Поэтому в настоящее время основным способом магнитной защиты большинства кораблей является их размагничивание.

Размагничиванием корабля называется комплекс мероприятий направленных на искусственное уменьшение составляющих напряженности его магнитного поля.

Основными задачами размагничивания являются:

- уменьшение всех составляющих напряженности магнитного поля корабля до пределов, установленных специальными нормами;

- обеспечение стабильности размагниченного состояния корабля.

Одним из методов решения этих задач является проведение обмоточного размагничивания.

Сущность метода обмоточного размагничивания заключается в том, что магнитное поле корабля компенсируется магнитным полем тока специально смонтированных на корабле обмоток.

Наряду с обмоточным размагничиванием, надводные корабли и подводные лодки периодически подвергаются безобмоточному размагничиванию.

Сущность безобмоточного размагничивания заключается в том, что корабль подвергается кратковременному воздействию сильных, искусственно созданных магнитных полей, уменьшающих магнитное поле корабля до определенных норм. Сам корабль при этом методе никаких стационарных размагничивающих обмоток не имеет. Безобмоточное размагничивание производится на специальных стендах.

Основными недостатками метода безобмоточного размагничивания являются низкая стабильность размагниченного состояния корабля, невозможность компенсации индуктивных составляющих магнитного поля корабля, зависящих от курса и длительность процесса безобмоточного размагничивания.

Таким образом, максимальное снижение магнитного поля корабля достигается путем применения двух методов размагничивания — обмоточного и безобмоточного [2].



Рис. 1. Уменьшение размеров области рассеянных магнитных полей корабля с размагничивающей системой

Современные размагничивающие системы — это многотонные сети из нескольких петель размагничивания (рисунки 2), образованные медными электрическими кабелями. Кабели уложены внутри корпуса судна и опутывают его с верха до низу со всех сторон.

По данным статистики ВМС США, морские мины остаются причиной повреждений морских судов в 77 процентах случаев. Современные военные корабли ВМС США USS Samuel B. Roberts, USS Princeton (CG-59) и USS Tripoli (LPH-10) были серьезно повреждены во

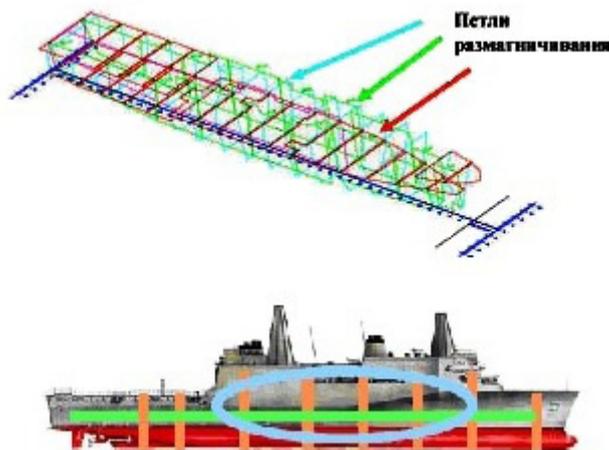


Рис. 2. Петли размагничивания десантного корабля

время конфликта в районе Персидского залива именно в результате действия морских магнитных мин.

Управление исследований Военно-Морского флота США сообщает, что успешно завершена программа испытаний новой системы противодействия морским минам. Прототип этой системы был установлен на борту американского военного корабля USS Higgins (DDG 76) в 2008 году. С того момента времени размагничивающая система была подвержена целому ряду испытаний и модернизаций. Так как большинство современных морских мин использует принцип обнаружения магнитного поля корабля, приблизившегося на дистанцию поражения, то задачей новой системы является изменение конфигурации магнитного поля корабля таким образом, что сделает невозможным его детектирование. По сути дела, защитная система представляет собой электромагнитную катушку, которая генерирует магнитное поле таким образом, что оно компенсирует магнитное поле корабля. Подобные системы были разработаны и использовались ранее, но эффективность этих систем была крайне низка или требовала значительных энергетических затрат. Это было связано с использованием медных токопроводов в качестве витков электромагнитной катушки, что приводило к большим энергетическим потерям.

Электромагнитная катушка технологии HTS (HTS — *Hochtemperatursupraleitung* — высокотемпературная сверхпроводимость) сделана из специального керамического материала, удельное сопротивление которого в десятки раз ниже, чем у электротехнической меди. Это означает, что для создания компенсирующего магнитного поля требуется гораздо меньше энергии, дополнительно к этому, керамические проводники позволяют сэкономить около 80 процентов веса.

Керамические катушки охлаждаются криогенным компрессором до температуры близкой к -240°C , что позволяет использовать в катушках плотности тока в 100–200 раз превышающие плотности тока, допустимые для таких проводников при комнатной температуре.

Система размагничивания HTS, в полной конфигурации, позволяет сэкономить до 50 процентов веса, по сравнению с традиционной системой, что является неплохим показателем с точки зрения экономии топлива, и позволит кораблю взять на борт большее количество другой полезной нагрузки [3].

На немецких фрегатах, состоящих на службе в настоящее время (F122/F123/F124), используются комбинированные дизельные и газотурбинные силовые установки. На новых фрегатах класса F125, вводящихся в строй с 2016 года будут устанавливаться комбинированные дизель-электрические и газотурбинные силовые установки, соединяющие в себе преимущества дизель-электрических двигателей и механических двигателей. Для достижения высоких скоростей используется также низкий рабочий вес газовых турбин. Так как энергопотребление на боевых кораблях будет возрастать, главным направлением разработок станет полностью электрифицированное судно с электрическими приводами гребных винтов и общими электростанциями для двигателей и бортовой электросети. Проекты двигателей танкеров, а также круизных и морских судов, будут меняться с дизельных на гибридные системы, так как электрические двигатели отличаются большей приемистостью.

Компания American Superconductor Corporation (AMSC) объявила о поставке высокотемпературных сверхпроводящих (ВТСП — более привычное сокращение высокотемпературной сверхпроводимости) катушек для размагничивания кораблей военно-морского флота США (корабельной ремонтной станции Naval Surface Warfare Center Carderock Division, Филадельфия).

Предварительные испытания ВТСП системы размагничивания успешно прошли на борту ракетного эсминеца USS (United States Ship) Higgins DDG (Guided Missile Destroyer) 76 класса Arleigh Burke водоизмещением 8000 тонн.

ВТСП катушка размагничивания общей длиной 40 метров по своим параметрам соответствует традиционной

размагничивающей системе с 4100 ампер-витками. При этом падение напряжения на катушке составило менее 0,5 В, что на три порядка меньше, чем в медных обмотках.

Соединительные устройства участков ВТСП кабеля представляют собой оригинальную конструкцию. Секции кабеля были соединены быстроразъёмной криогенной/электрической соединительной муфтой (рисунок 3), новой конструкции, специально разработанной для ВМФ США по контракту SBIR (Small Business Innovation

Research). Такая муфта позволяет одновременно осуществлять как подсоединение петли размагничивания к источнику тока, так и соединение гибкого криостата ВТСП катушки с криостатом другой ВТСП катушки или с системой криогенного обеспечения. Разработчиком муфты является компания Tai-Yang Research Co., специализирующаяся на ВТСП устройствах. Криогенное соединение разработано компанией Creare, Inc. (ГанOVER, Нью-Гемпшир) [4].

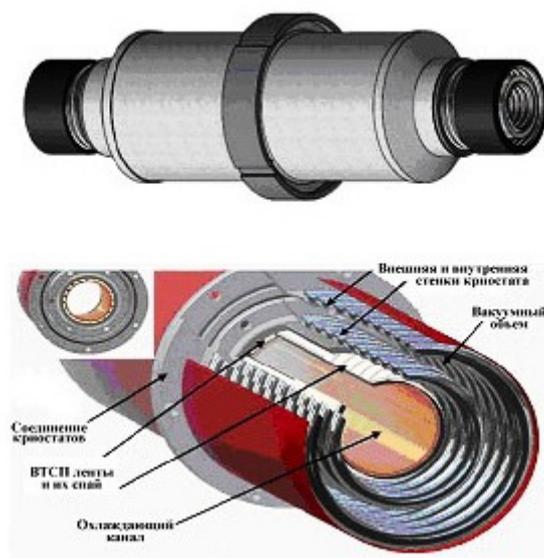


Рис. 3. Внешний вид соединительной муфты и ее разрез

Исследования возможности использования ВТСП материалов для размагничивания кораблей является одной из вех на пути создания судового электрооборудования нового поколения.

ВМФ США уже приступают к созданию военных кораблей и субмарин с полностью электрическим приводом, состоящим из генератора, механически связанного с основной корабельной силовой установкой, преобразовательного агрегата с электронным управлением и гребных электродвигателей. В рамках этого проекта AMSC уже разработала, создала и провела в 2007 г. испытания тихоходного гребного ВТСП электродвигателя мощностью 36,5 МВт.

Корпорация AMSC объявила на ежегодной конференции Лиги ВМФ и ВВС США по новым технологиям об успешной демонстрации первого в мире полноразмерного размагничивающего кабеля на основе ВТСП.

Представленный размагничивающий ВТСП кабель состоит из сверхпроводника длиной 40 м. При достигнутом уровне в 4100 ампер-витков — типичном для традиционных размагничивающих кабелей с медными жилами, которые применяются на военных кораблях в настоящее время, — новый ВТСП кабель рассчитан на рабочее напряжение менее 0,5 В, или в 1000 раз более низкую величину напряжения, чем кабельные системы на основе меди.

Следует отметить, что масса размагничивающего ВТСП кабеля составляет всего 20% массы обычных размагничивающих кабелей. Предполагается, что значительное сокращение массы, размера и числа концевых устройств, приведёт к сокращению на 40% общей стоимости при монтаже такого кабеля по сравнению с размагничивающими системами на основе меди. Кроме того, благодаря нулевому электрическому сопротивлению высокотемпературных сверхпроводников значительно сокращается потребление электроэнергии при эксплуатации размагничивающих ВТСП систем.

Конструкция 40-метрового ВТСП кабеля обеспечивает гибкость проводников внутри оболочки, что позволяет прокладывать его в ограниченном пространстве морских судов. Кабель охлаждается при помощи запатентованной AMSC системы с циркулирующей газа в обычном промышленном охлаждающем агрегате. Термическая изоляция даёт возможность эксплуатировать кабель при требуемых температурах. Благодаря низкому реактивному сопротивлению эксплуатационные характеристики кабеля значительно превышают характеристики современных размагничивающих систем. Размагничивающие кабельные системы представляют адресный рынок в 100 млн. долларов США в год, так как они используются практически на всех военно-морских судах [5].

ВМФ США планирует подписать с корпорацией AMSC контракт о поставках ВТСП оборудования для программы Manufacturing Technology (ManTech). Предполагается, что контракт будет включать разработку ВТСП кабелей, электродвигателей и систем размагничивания для ВМФ США. В задачи AMSC входит уменьшение массы всех устройств (например, для системы размагничивания на 50–80%), а также снижение их стоимости [6].

Кроме этого, ВМФ США заключил с компанией AMSC контракт «Ship Protection Systems» на поставку ВТСП-2 компонентов стоимостью 8,5 млн. долларов. Согласно контракту, ВМФ будет закупать у AMSC не только ВТСП-2 компоненты для систем размагничивания корпусов военных кораблей, но также и компоненты для силовых кабелей и электродвигателей. Ранее компанией AMSC был создан и прошел испытания на борту надводного корабля прототип ВТСП системы размагничивания.

Устройство успешно проработало более двух лет (20000 часов), корабль же, в это время преодолел расстояние более чем 130 тыс. км (75000 миль) [7].

Согласно оценкам экспертов AMSC [4], использование ВТСП катушек вместо традиционных, выполненных из меди, уменьшит для системы размагничивания:

- массу — на 50–80%;
- энергопотребление — на 25%;
- стоимость — на 75%;
- общую длину кабелей — более чем на 80%.

Следует сказать, что тенденция создания надводных военных кораблей и субмарин с полностью электрическим приводом очевидна. Достичь этого во многом поможет применение ВТСП (HTS) — технологии, которая благодаря своим очевидным преимуществам все больше получает широкое распространение.

Литература:

1. Металлы и сплавы. Справочник. — С.-Пб.: АНО НПО Профессионал, 2003. — 1066 с.
2. Размагничивающее устройство корабля: [Электронный ресурс] // <http://voenobr.ru/uchmaterial/flot/610-2014-07-24-13-57-49.html?start=19>. — Загл. с экрана.
3. HTS — новая система противодействия морским минам: [Электронный ресурс] // <http://www.dailytechinfo.org/military.html> — Загл. с экрана.
4. Никонов, А. А., Чернышева А. К. ВТСП катушки для размагничивания кораблей // Информационный бюллетень «Сверхпроводники для электроэнергетики». — М: НИЦ Курчатовский институт, 2008. — т. 5, № 5. — с. 9–10.
5. Первый в мире полноразмерный высокотемпературный сверхпроводящий размагничивающий кабель для военных судов: [Электронный ресурс] // <http://www.ruscable.ru/news/2006/05/12/.html> — Загл. с экрана.
6. Новости сайта «Сверхпроводники в электроэнергетике» // Информационный бюллетень «Сверхпроводники для электроэнергетики». — М: НИЦ Курчатовский институт, 2015. — т. 12, № 3. — с. 1–2.
7. Новости сайта «Сверхпроводники в электроэнергетике» // Информационный бюллетень «Сверхпроводники для электроэнергетики». — М: НИЦ Курчатовский институт, 2015. — т. 12, № 4. — с. 1.

МАШИНОСТРОЕНИЕ

Комбинированный агрегат для обработки почвы и внесения жидких удобрений в условиях аридной зоны

Данатаров Агахан, кандидат технических наук, главный специалист

Государственный комитет Туркменистана по охране окружающей среды и земельным ресурсам (г. Ашхабад)

Рустамов Сердар, преподаватель, соискатель;

Джумаев К., студент;

Сейтимметова Азиза, студент

Туркменский сельскохозяйственный университет имени С.А. Ниязова (г. Ашхабад)

Качество выполнения отдельных операций обработки почвы во многом зависят от ее физико-механических и технологических свойств, типа и параметров рабочих органов. Все свойства почвы, за исключением ее механического состава, подвержены значительным изменениям, обусловленным погодными условиями, сменой культур севооборота, внесением в почву жидких минеральных удобрений и способом предшествующей обработки.

Характерная особенность обработки пропашных культур состоит в проведении разнообразных работ в период вегетации хлопчатника с целью создания наилучших условий для их роста и развития.

К механизированным работам по уходу за пропашными культурами относятся: разрушение почвенной корки; рыхление почвы; уничтожение сорняков; прореживание, или букетировка, растений в рядках; окучивание; внесение жидких удобрений в период роста, или подкормка хлопчатника; орошение; борьба с вредителями и болезнями пропашных культур.

В зависимости от вида и состояния пропашных культур, почвенных и метеорологических условий указанные виды работ выполняются в определенной последовательности и в разных сочетаниях.

Среди работ по уходу за растениями особое значение имеют разные виды обработки почвы в междурядьях: рыхление, прополка, прореживание, окучивание, подкормка.

С целью резкого сокращения затрат труда в последние годы коренным образом пересмотрены агротехнические приемы и соответственно изменена технология возделывания хлопчатника. Решающее значение для почти полного исключения затрат ручного труда имеет возделывание пропашных культур квадратно-гнездовым и квадратным способами, обеспечивающими перекрестную обработку в двух направлениях, а также применение гербицидов.

Общие требования к междурядной обработке всех пропашных культур сводятся к следующему.

1. Обработка проводится своевременно, в сжатые, агротехнически обоснованные сроки.

2. Глубина обработки устанавливается с учетом ее назначения, состояния хлопчатника, условий погоды. Например, в ряде случаев, сообразуясь с развитием корневой системы хлопчатника, применяют различные рабочие органы и устанавливают их на разную глубину; в засушливых условиях обработку нужно вести без выворачивания нижних влажных слоев почвы; в условиях избыточного увлажнения, наоборот, рыхления имеют целью облегчить доступ воздуха к корням хлопчатника. Средняя глубина обработки не должна отклоняться от установленной больше чем на 15%.

3. Уничтожение всех сорняков в обработанной части междурядий.

4. Между растениями в рядах и обработанной частью междурядий оставляют защитную зону, чтобы хлопчатник во время обработки не повреждался и не засыпался землей.

5. Удобрения при подкормке вносятся в почву в соответствии с принятой нормой на определенную глубину, на установленном расстоянии от рядков хлопчатника или гнезд и с учетом фаз развития; отклонения при внесении жидких удобрений отдельными аппаратами не должны превышать $\pm 8\%$.

Передовые механизаторы при уходе за хлопчатниками придерживаются следующих основных правил:

Во-первых, все работы они выполняют своевременно, с учетом фаз развития сорняков и хлопчатника.

Во-вторых, они правильно пользуются набором рабочих органов и приспособлений, применяя их в различных сочетаниях; они их устанавливают так, чтобы наиболее эффективно уничтожались сорняки, а также чтобы наименее повреждались культурные растения и создавались наилучшие условия для их развития. Сорняки уничтожаются на первых стадиях прорастания, пока они еще не окрепли, когда применение средств механической обработки наиболее эффективно.

Поскольку многие сорняки прорастают раньше, чем семена пропашных культур, уход обычно начинают до всходов хлопчатника.

Для сохранения почвы как основного средства производства необходимо обеспечить научно обоснованные технологические операции по обработке почвы и хлопчатника в соответствии с агротехническими требованиями. При этом обработка почвы, посев и уход за хлопчатниками должны способствовать сохранению и увеличению почвенного плодородия.

Агротехнические требования, которые предъявляются к комплексу машин для возделывания какой-либо культуры, составляются с учетом специфичных требований растений к условиям произрастания. Агротехнические требования устанавливают рациональные значения для определенных показателей состояния почвы, при которых обеспечиваются наилучшие условия для роста и развития хлопчатника. К основным таким показателям можно отнести плотность почвы, ее структуру (пористость), влажность и температуру.

Таким образом, установление научно обоснованных критериев и оценок технологической устойчивости средств механизации трудоемких процессов хлопководства и технологических процессов, выполняемых отдельными сельскохозяйственными агрегатами и их рабочими органами, разработка, обоснование методов и средств, обеспечивающих их технологическую устойчивость и соблюдение агротехнических требований, а также повышение качества обработки почвы путем разработки и совершенствования рабочих органов машин.

Цель работы заключается в разработке и обосновании параметров навесной системы хлопкового культиватора, позволяющих повысить производительность.

Для достижения указанной цели перед настоящим исследованием были поставлены следующие задачи:

— установить критерии и оценки технологической устойчивости средств механизации для возделывания хлопчатника и составляющих их элементов — технологических процессов, выполняемых отдельными сельскохозяйственными агрегатами и их рабочими органами;

— обосновать конструктивные параметры рабочих органов почвообрабатывающей машины для обеспечения заданного уровня качества обработки почвы.

Объектом исследования служил хлопковый пропашной агрегат, состоящий из трактора МТЗ-80Х и культиватора КРТ-4.

Новизна технических решений, использованных в работе, подтверждена патентам (ТМ № 14/1 012862016 г. Устройство для внесения жидких минеральных удобрений в прикорневую зону посевов хлопчатника).

Культиватор-растениепитатель 5-рядный КР-5—40 предназначен для предпосевной обработки почвы, междурядной обработки и подкормки пропашных культур, высеянных с междурядьями 90 см во всех почвенно-климатических зонах Туркменистана на почвах, не засоренных камнями и не подверженных ветровой эрозии. Культиватор-

растениепитатель агрегируется с тракторами тягового класса 1,4; 2,0 (МТЗ-80/82; МТЗ-1221).

Культиватор-растениепитатель в зависимости от установленных рабочих органов и приспособлений выполняет следующие технологические операции: подрезание сорной растительности, рыхление почвы и одновременное внесение жидких минеральных удобрений с двух сторон от рядка на расстоянии защитных зон, исполнение КР-5—40 с комплектом рабочих органов и подкормочным приспособлением для междурядья 90 см;

В ходе испытаний опытного образца культиватора-растениепитателя КР-5—40 установлено: культиватор доставлен на испытания в собранном виде, без видимых повреждений сборочных деталей и окраски; техническая документация представлена в полном объеме; технические условия удовлетворительного качества по форме и содержанию, в целом, отвечают требованиям ГОСТ 2.114, но, при этом, содержат ряд неточностей и ошибок; лабораторно-полевые испытания культиватора-растениепитателя КР-5—40 в агрегате с трактором МТЗ-80 проводились на двух междурядных культивациях различных по высоте всходов хлопчатника на глубину 20—40 см; из показателей агротехнической оценки следует, что рабочая скорость агрегата на первой культивации — 8,0 км/ч, по ТУ — до 10 км/ч. Следует отметить, что культиватор поступил на испытания без защитных дисков рабочих органов. Поэтому, при повышении рабочей скорости до 9—10 км/ч процент присыпанных растений достигает 15—18%. Культиватор на обоих фонах обеспечивает заданную глубину обработки (20—40 см), что соответствует ТУ для продольных лап (6—10 см). При этом, получена хорошая устойчивость хода рабочих органов $\pm (1,05-1,13)$ см, что соответствует нормативу (± 2 см). После прохода культиватора остаётся выровненная поверхность почвы (гребнистость 1,6 см), что укладывается в допустимый предел (2 ± 1 см). Сухое состояние почвы на глубине хода рабочих органов на первом фоне способствовало ухудшению качества крошения почвы. Содержание фракций почвы до 10 мм (69,9%) ниже нормативного значения (80 ± 5 %). На более влажной почве этот показатель (75,4%) соответствует требованиям ТУ. Орудие в зоне обработки полностью подрезает сорные растения. Повреждения хлопчатника на обоих фонах отсутствуют. На культивации при скорости 8 км/ч (до 10 км/ч по ТУ) и высоте растений 14,5 см присыпание их составило 7%, что выше норматива (6%). На культивации более высокорослых растений хлопчатника (40,5 см) полного их присыпания не отмечено. Таким образом, в условиях 2013 года, культиватор КР-5—40 в агрегате с трактором МТЗ-80 по качеству работы не полностью соответствовал предъявляемым требованиям; по создаваемому тяговому сопротивлению культиватор КР-5—40 удовлетворительно агрегируется с трактором МТЗ-80 на междурядной культивации хлопчатника на глубину 6,0—8,0 см; производительность в час основного времени на первом фоне — 4,16 га/ч при рабочей скорости 7,12 км/ч; на втором фоне — 5,1 га/ч при ра-

бочей скорости 9,11 км/ч. Полученные показатели соответствуют требованиям ТУ; коэффициент использования сменного времени -0,71, что ниже требований ТУ-не менее 0,80; технологический процесс на всех фонах выполнялся устойчиво, что подтверждают коэффициенты надежности технологического процесса — 1,0 при требованиях 0,98 по ТУ; из показателей качества работы при эксплуатационно-технологической оценке следует, что культиватор КР-5—40 не полностью соответствовал предъявляемым требованиям; культиватор-растениепитатель КР-5—40 соответствует требованиям ГОСТ 53489 по показателям безопасности и эргономичности конструкции; коэффициент готовности по оперативному времени -0,97, а с учетом организационного времени — 0,95, что не соответствует ТУ — 0,98 и 0,97 соответственно; затраты труда на междурядной культивации на глубину 20—40 см на первом фоне -0,30, на втором фоне — 0,25 чел.-ч.

Показатели условий проведения лабораторно-полевых и эксплуатационно-технологических испытаний определялись по ГОСТ 20915 и сравнивались с ТЗ и НД на данный агрегат. Рельеф поля был ровный. Продольный микрорельеф составил 1,44 см, поперечный 3,39 см. Влажность почвы колебалась по слоям от 12,29 до 23,34 % и отвечала требованиям НД на машину (до 30 %). Твердость почвы была от 0,64 до 4,0 МПа и также отвечала этим требованиям (до 5,0 МПа).

Таким образом, условия проведения испытаний на надежность были оптимальными и характерными для аридной зоны.

Испытанный образец культиватора-растениепитателя КР-5—40 не полностью соответствует требованиям НД по отдельным показателям назначения и надежности.

Испытанное культиватора-растениепитателя КР-5—40 соответствует требованиям НД по показателям назначения, надежности и безопасности. Выявленные недостатки не требуют изменения конструкции: отсутствует чистовая обработка в местах реза заготовок деталей после

газовой резки; места строповки не обозначены; отсутствует быстросоединяющее сцепное устройство и механизм перевода для междурядья 60 см; нет надписей по технике безопасности; не обозначены места смазки; нет приспособлений для очистки рабочих органов; нет световозвращателей; низкое качество сварных соединений; лакокрасочное покрытие культиватора-растениепитателя КР-5—40 низкого качества.

Культиватор-растениепитатель КР-5—40 рекомендуется к применению в сельскохозяйственном производстве после устранения недостатков, выявленных при испытаниях, и проведения квалификационных испытаний.



На основании 215 приказа министра сельского хозяйства Туркменистана от 11 декабря 2013 года составленная Экспертная комиссия провела научно-исследовательские испытания и в соответствии с протоколом испытаний составила акт испытаний, одобренный и подтвержденный в Отделе механизации сельского хозяйства Научно-техническим советом при министерстве 15 января 2014 года, универсальной культиватора-растениепитателя КР-5—40 предложили для широкого внедрения в производство сельского хозяйства страны.

Технология разработана с учетом грунтовых условий и биологических требований к развитию корневой системы хлопчатника. Предложенные разработки формируют новое поколение универсальных технических средств для тяжелых уплотненных почв. Результаты исследований могут быть широко использованы хозяйствами Туркменистана.

Бесконтактные методы контроля толщины стенки изделия в процессе коррозии

Шаранова Дарья Александровна, аспирант
Санкт-Петербургский горный университет

Коррозия металлических изделий, оборудования и конструкций наносит значительный экономический, социальный и экологический ущерб народному хозяйству любой промышленно развитой страны. В связи с этим повышаются требования к эксплуатационно-технической надежности и коррозионной стойкости конструкционных материалов и металлоконструкций, а также к совершенствованию методов их защиты.

Экономический фактор является главной движущей силой большинства прикладных коррозионных исследований, направленных на уменьшение материальных

потерь. Не менее важной задачей является повышение надежности оборудования, которое в результате коррозии может разрушаться с катастрофическими последствиями.

Мировые ресурсы металла ограничены, а его потери в результате коррозии ведут, кроме того, к дополнительным затратам энергии. Не менее важно, что человеческий труд, затрачиваемый на проектирование и реконструкцию металлического оборудования, пострадавшего от коррозии, может быть направлен на решение других общественно полезных задач.

В настоящее время проблема коррозии усугубляется резким старением основного металлофонда, физическим и моральным износом, недостаточной степенью реконструкции и возобновляемости оборудования. Росту потерь от коррозии способствует постоянное интенсивное развитие металлоемких отраслей промышленности, таких, как тепловая и атомная энергетика, транспорт, химическая, нефтехимическая промышленность, а также ужесточение условий эксплуатации металлических изделий — использование повышенных температур, давления, агрессивных сред [1].

Большинство металлов имеет склонность к коррозии. Скорость, с которой протекает коррозия, не поддается теоретическому вычислению. Как правило, она определяется опытным путем. Скорость, прежде всего, зависит от характера образующихся продуктов коррозии и прочности их сцепления с металлом. Механизм образования поверхностных соединений, их адгезия к металлу и свойства влияют на процесс коррозии. В свою очередь эти показатели во многом определяются структурой и составом металла [2].

Коррозия может приводить к утончению стенок, образованию локальных, питтинговых язв или зон сплошной коррозии. По мере старения металла увеличивается вероятность развития существующих и появления новых коррозионных повреждений. Указанные коррозионные повреждения являются наиболее частой причиной аварий. Их выявление на ранних стадиях развития является актуальной задачей, поэтому современное развитие производства предъявляет высокие требования к надежности и стойкости конструкционных материалов и совершенствованию методов их защиты [1,2].

Для предотвращения последствий коррозионных процессов, ведущих к утончению стенок изделия или конструкции, необходим регулярный контроль остаточной толщины T стенок объектов. Для выявления питтинговых повреждений преимущественно применяют методы неразрушающего контроля.

Одним из основных для измерения T является ультразвуковой вид неразрушающего контроля (УЗК). Однако у ультразвукового метода контроля есть свои недостатки. Использование пьезоэлектрических преобразователей требует подготовки поверхности для ввода ультразвука в металл (снятия покрытия) и обеспечения шероховатости поверхности не ниже пятого класса. Для обеспечения акустического контакта на контролируемый участок изделия предварительно наносят контактные жидкости, такие как вода, масло, клейстер. При контроле вертикальных или сильно наклоненных поверхностей необходимо применять густые контактные жидкости с целью предотвращения их быстрого стекания.

Как правило, ультразвуковая толщинометрия не может дать ответ на вопрос о реальных размерах дефекта, лишь о его отражательной способности в направлении приемника. Эти величины коррелируют, но не для всех типов дефектов. Кроме того, некоторые дефекты практически

невозможно выявить с использованием ультразвуковых методов в силу их характера, формы или расположения в объекте контроля.

Бесконтактное выявление питтинговой коррозии и мест утонения стенки могут обеспечивать электромагнитно-акустический (ЭМА) метод, метод рассеяния (вытеснения) магнитного потока Magnetic Flux Leakage и вихретоковый метод измерения полей переменного тока Alternating Current Field Measurement (ACFM). Рассмотрим достоинства и недостатки этих методов применительно к рассмотренным типам объектов контроля и условий применения. Также проанализируем оборудование, выпускаемое на их базе.

Электромагнитно-акустический (ЭМА) метод

Действие электромагнитно-акустических преобразователей (ЭМА) основано на электродинамическом и магнитоупругом взаимодействиях. Импульсные акустические колебания возбуждаются и принимаются бесконтактным способом. За счет магнитоупругого взаимодействия происходит взаимное притяжение и отталкивание ферромагнитного материала и индукционной катушки, в которой генерируется мощный импульс тока. Электродинамическое взаимодействие возникает в токопроводящих материалах. Переменное магнитное поле возбуждает в металлической стенке объекта контроля (ОК) вихревые токи. На элемент объема ОК, в котором течет вихревой ток, действует пондеромоторная сила F , направление которой показано стрелками на рисунке 1. Под действием переменной силы F элемент объема совершает колебания. В результате по нормали к поверхности распространяется ультразвуковая поперечная волна, упругие смещения которой лежат в плоскости, параллельной поверхности. Пондеромоторная сила пропорциональна произведению силы переменного тока J и магнитной индукции B . Поэтому и амплитуда упругих смещений также пропорциональна произведению JB [3].

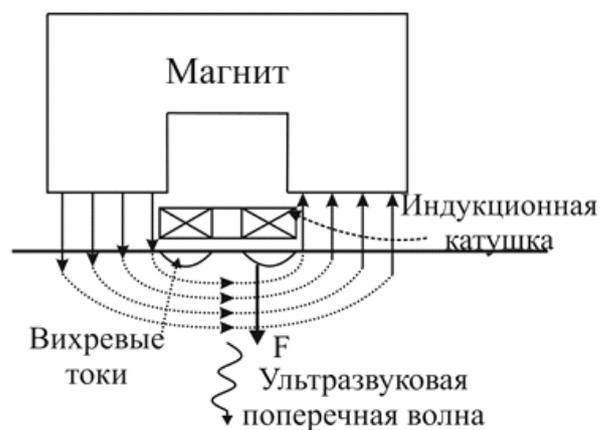


Рис. 1. Схема эма-преобразователя для поперечных волн

Основные преимущества ЭМА-технологии возбуждения и приема ультразвуковых колебаний при измерении остаточной толщины стенок изделий: нет необходимости

использования контактной жидкости как в классических пьезоэлектрических преобразователях; возможность проведения измерения сквозь неметаллические покрытия толщиной до 4 мм; обеспечение надежного и достоверного контроля объектов с загрязненной поверхностью; контроль объектов при большой скорости перемещения преобразователя; обеспечение контроля объектов экстремальной кривизны; контроль объектов в условиях, имеющих низкую и экстремально низкую температуру без каких-либо ограничений [4].

К недостаткам метода следует отнести: сравнительно низкую чувствительность и помехозащищенность; относительную сложность оборудования.

ЭМА — метод существенно расширяют возможности ультразвукового контроля при высоких и низких температурах, шероховатой и загрязненной поверхности объектов, а также в случаях, когда контактные жидкости применять недопустимо [4].

Использование бесконтактного электромагнитно-акустического (ЭМА) метода контроля обеспечивает высокую технологичность и надежность контроля в поточных условиях производства.

Используемые электромагнитно-акустические и электронные решения обеспечивают контроль всего сечения трубы с равной чувствительностью при отсутствии относительного вращения между преобразователем и трубой [3,4].

Различными организациями разработан целый ряд ЭМА-толщинометров ручных и автоматических установок. Например, толщиномер А1270 (рис. 2), предназначен для измерения толщины изделий из сталей и алюминиевых сплавов без применения контактной жидкости. ЭМА толщиномер с инновационной технологией импульсного подмагничивания, реализованной в ЭМА преобразователях предназначен для измерения толщины изделий из стали и алюминиевых сплавов без применения контактной жидкости.



Рис. 2. Толщиномер электромагнитно-акустический А1270

Существенным преимуществом является отсутствие в ЭМА преобразователях постоянного магнита, что позволяет избежать сильного притяжения преобразователя к поверхности объектов из ферромагнитных сталей, проводить сканирование объекта контроля и исключает нали-

пание металлической стружки на протектор преобразователя, тем самым увеличивая его срок службы.

Инновационное техническое решение, позволяют исключить из конструкции ЭМА преобразователя мощные постоянные магниты путем замены их на импульсные электромагниты, исключает эффект сильного притяжения преобразователя к ферромагнитным материалам, сохраняет работоспособность преобразователя и упрощает процедуру сканирования, тем самым облегчая практическое применение толщиномера при ручном УЗ контроле.

Использование двух типов ЭМА преобразователей поперечных волн — с радиальной и линейной поляризацией на базе разработанной технологии импульсного электромагнита. Подключение к электронному блоку прибора преобразователей с постоянным магнитом S7392 и S7394 с помощью специального переходника. Проведение измерений без предварительной подготовки поверхности объекта контроля и без применения контактной жидкости. Измерение толщины металлических изделий через коррозионное и лакокрасочное покрытие толщиной до 1,5 мм. При толщине покрытия 1,5 мм и толщине объекта контроля до 15 мм на экран прибора выводится значение толщины металлического изделия без учета покрытия.

Работа в режиме отображения результатов измерений в виде цифровых значений или в режиме с графическим отображением А-Скана сигнала и режим В-Скан для отображения профиля исследуемого объекта контроля на дисплее прибора (рис 3.).

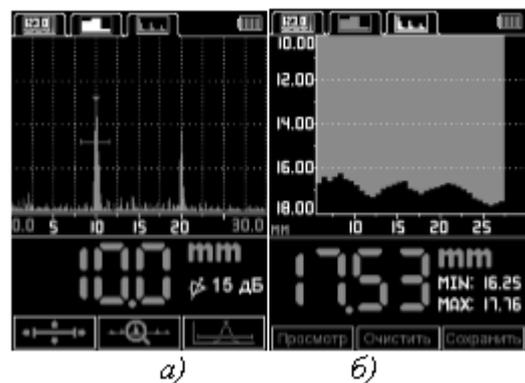


Рис. 3. Режим А-Скан (а), Режим В-Скан (б)

Компания Октанта выпускает серию ЭМА толщиномеров. Толщиномер EM2210 (рис. 4) предназначен для толщинометрии стальных труб, листового проката, прутков, и других изделий из стали, а так же алюминия и других металлов, без применения контактной жидкости, без предварительной подготовки поверхности, с рабочим зазором между датчиком и металлом до 3х мм. В качестве зазора может выступать слой ржавчины, слой солевых отложений или другое непроводящее покрытие (краска, лак, эмаль, пластик и т. д.).

На показания прибора слабо влияет перекоп, в отличие от традиционных толщиномеров с пьезопреобразовате-



Рис. 4. Толщиномер EM2210

лями, которые требуют фиксации датчика в определённом положении. В толщиномере EM2210 используется специальный алгоритм обработки данных, который позволяет корректно измерять толщину при наличии мешающих факторов, таких как анизотропия металла, наличие нескольких отражателей, наличие внешних помех.

Метод рассеяния (вытеснения) магнитного потока Magnetic Flux Leakage

Magnetic Flux Leakage (MFL) Technology (технология магнитного вида неразрушающего контроля, использующая, в соответствии с ГОСТ 24450–80, метод эффекта Холла для анализа магнитного поля рассеяния дефекта) Физический принцип метода заключается в следующем: намагничивающая система, состоящая из магнитов и магнитопровода, создает магнитный поток в объекте контроля (основной поток), при этом величина магнитной индукции такова, что расположенный в области намагничивающей системы материал объекта контроля находится в состоянии близком к магнитному насыщению [5].

В результате локального изменение сечения материала появляется дополнительный поток рассеяния над поверхностью объекта контроля, который регистрируется интегральным преобразователем, расположенным симметрично между полюсами магнитной системы, при сканировании поверхности стенки объекта контроля (ОК) [6] (рис. 5).

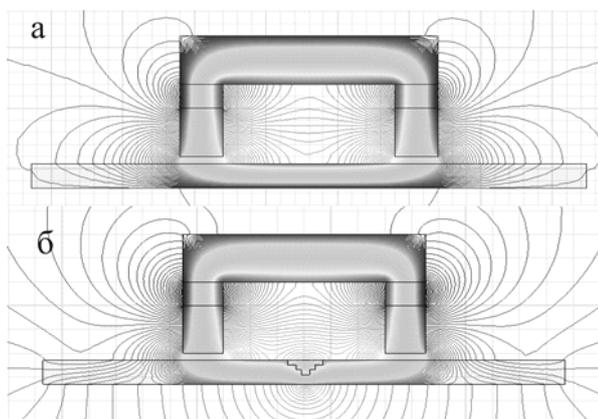


Рис. 5. Расчетная картина силовых линий магнитного поля на бездефектном участке стального листа (а) и линий магнитного поля рассеяния в районе искусственного дефекта (б)

Основное преимущество этого метода заключается в том, что он позволяет обнаруживать питтинговые повреждения материала, как с лицевой стороны под покрытием или с внешней стороны стенки изделия при наличии достаточного зазора между преобразователем и ОК (до нескольких мм), и обеспечении высокой производительности контроля. Еще одним важным преимуществом является возможность оценки глубины и размеров обнаруженных дефектов [5,6].

При использовании данного метода следует учитывать, что сканирование имеет три этапа: ускорение, движение с постоянной скоростью и торможение. При расположении твердотельного чувствительного элемента перпендикулярно поверхности объекта контроля (анализе тангенциальной составляющей H_x напряженности потока рассеяния) магнитное поле вихревых токов не влияет на результаты контроля. При расположении твердотельного чувствительного элемента параллельно поверхности объекта контроля (анализе нормальной составляющей H_z напряженности потока рассеяния) магнитное поле вихревых токов влияет на результаты контроля и может вызвать погрешность измерения [7].

Изменение $\mu_{ст}$ при сканировании будет приводить к плавному изменению H_x и H_z . Для подавления влияния H_x ($\mu_{ст}$) и H_z ($\mu_{ст}$) следует применять цифровой фильтр низких частот. Применение дифференциального включения преобразователей Холла обеспечивает эффект подавления рассматриваемых мешающих параметров [5,7].

Также мешающими параметрами при контроле с использованием технологии MFL являются шероховатость, волнистость (локальная неровность, сопоставимая с базой колес) и их вариация по поверхности объекта контроля [6].

Фирма Silverwing выпускает измерительные преобразователи серии Pipescan для ручного контроля внешней поверхности труб. Измерительные преобразователи серии PIPESCAN для ручного контроля внешней поверхности труб представлены на рис. 6.

Измерительный преобразователь содержит П — образный постоянный магнит с интегральными чувствительными элементами Холла. Перемещение по поверхности осуществляется с использованием системы колес (двух или более), располагаемых за полюсами магнитов и обеспечиваем требуемый зазор между магнитами, чувствительными элементами и поверхностью изделия (рис. 7).

Количество магнитов и диапазон их настройки (конфигурации) определяется диапазоном диаметров труб. Наличие зазора обусловлено тем, что применяются магниты с большой магнитной индукцией насыщения B_{max} . Для отрыва преобразователей предусмотрена специальная ручка с упором в поверхность изделия (рис. 8).

Преобразователи позволяют производить контроль труб диаметром от 48 до 2400 мм с максимальной толщиной стенки до 15 мм при толщине неферромагнитного покрытия до 6 мм. Количество чувствительных элементов (преобразователей Холла) — до 16, в зависимости от модификации.



Рис. 6. Внешний вид измерительных преобразователей для ручного контроля труб

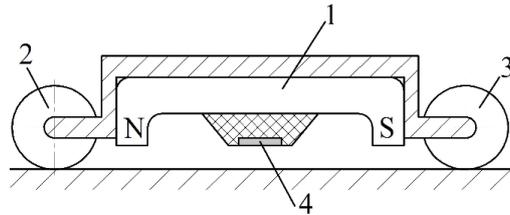


Рис. 7. Структура измерительного преобразователя для ручного контроля: 1 – постоянный магнит; 2,3 – опорные колеса; 4 – твердотельный интегральный чувствительный элемент

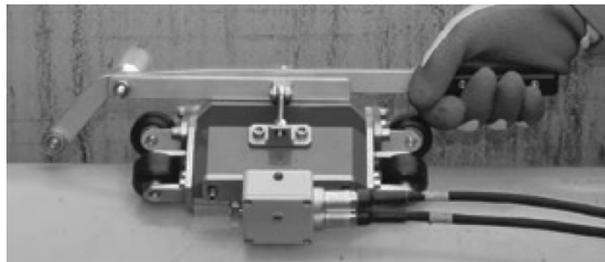


Рис. 8. Проведение контроля с использованием ручного измерительного преобразователя с тремя П-образными магнитами



Рис. 9. Восемнадцатиканальный ручной преобразователь для контроля плоских поверхностей: а) вид снизу; б) вид в сборе с блоком контроля

На рисунке 9 представлен восемнадцатиканальный ручной измерительный и блок контроля, являющиеся элементами системы *HANDSCAN* для контроля плоских поверхностей.

В процессе контроля оператор за ручку перемещает преобразователь по поверхности листа и следит за световой и звуковой индикацией на блоке контроля. В местах

дефектов контроль прерывается и маркером или мелом обозначается место дефекта для последующего более тщательного анализа, например, с использованием ультразвукового толщиномера.

В состав преобразователя входят 18 чувствительных элементов Холла, обеспечивающих ширину зоны контроля 150 мм. Скорость контроля до 500 мм/с. Макси-

мальная контролируемая толщина металла составляет 15 мм, при допустимой толщине неферромагнитного покрытия до 6 мм. Вес системы 18 кг.

Механизированная 36-ти канальная моноблочная моторизованная система контроля *MFL2000* представлена на рисунке 10. Отличительной особенностью системы яв-

ляются наличие электропривода с питанием от сменной аккумуляторной батареи 12 В, обеспечивающего производительность контроля до 800 м² за смену. Максимальная контролируемая толщина металла 20 мм при толщине покрытия до 6 мм. Вес 47 кг.

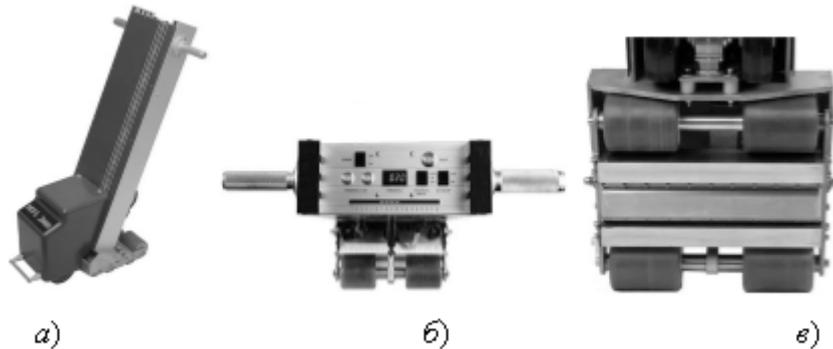


Рис. 10. Механизированная 36-ти канальная моноблочная моторизованная система контроля *MFL2000*: внешний вид (а); вид сверху на блок контроля (б); вид сканера снизу (в)

Алгоритм контроля предусматривает автоматическую остановку сканера в месте нахождения дефекта и продолжение движения по команде оператора. Разметка дефектных участков производится вручную.

Вихрековый контроль с использованием метода АСFM

Метод АСFM позволяет с высокой степенью достоверности выявлять и контролировать параметры плоскостных дефектов в поверхностном и подповерхностном слоях металла стенок ОК.

Целью метода является выявление и измерение размеров микротрещин в металлических конструкциях. Обычно трещины возникают в зонах сварных швов и на резьбовых соединениях. АСFM позволяет обнаруживать

и измерять любые дефекты, если они имеют выход на поверхность материала. Метод АСFM позволяет проводить исследование через защитные покрытия, обрастания или ржавчину и не требует зачистки до «голого металла» [7,9].

Протяженная обмотка W_B с переменным током возбуждает непосредственно под собой в электропроводящем полупространстве однородное электромагнитное поле, где, в соответствии с принципом зеркального отображения, вихревой ток будет практически линейен (рис. 11, а). При нахождении обмотки над линейным дефектом (например, ручейкового коррозионного повреждения), направление которого совпадает с осью обмотки, произойдет искажение картины вихревых токов (рис. 11, б) и картины результирующего магнитного поля [7].

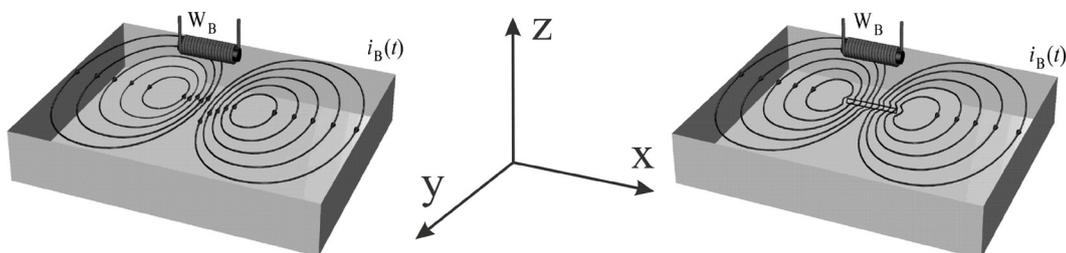


Рис. 11. Симметричная картина вихревых токов, возбуждаемых протяженной обмоткой в бездефектном объекте контроля (а), и ее искажение в районе линейного дефекта, направление которой совпадает с осью обмотки (б)

В качестве информативного параметра преобразователя принято использовать амплитуды составляющих (проекций) B_z и B_x вектора магнитной индукции. В отсутствие дефекта линейный вихревой ток протекает в направлении оси Y , а магнитное поле однородно и направлено по оси X .

В случае наличия дефекта на поверхности объекта контроля наблюдается «разрыв» линий электрического поля. Напряженность электрического поля уменьшается в центре дефекта и увеличивается вблизи его краев. Вихревой ток будет огибать дефект по краям. Вследствие этого при перемещении точки наблюдения вдоль дефекта

к его середине наблюдается уменьшение составляющей B_x . Это уменьшение пропорционально глубине дефекта, а минимальное значение B_x соответствует максимальной глубине дефекта [7,8].

Основными преимуществами метода являются: возможность инспекции без предварительной очистки поверхности объекта; простота работы и установки прибора; возможность вычисления глубины линейного дефекта; падение напряжения воздействующего поля по мере удаления зонда от объекта очень незначительно, поэтому отклонения в показаниях прибора сводятся к минимуму; данная технология не требует калибровки для измерения размеров линейных дефектов [8,10].

Основным недостатком метода являются то, что многократные дефекты уменьшают способность оценить глубину дефекта.

Метод АСФМ показывает наилучшие результаты по выявляемости и точности измерения линейных размеров усталостных трещин. Это объясняется тем, что усталостные трещины, как правило, выходят на поверхность, имеют приближенную к полу эллипсу форму и склонны к росту под прямым углом к поверхности. Как правило, модели именно этих дефектов используются для расчета параметров сигналов преобразователя при его математическом моделировании [10].

Также хорошие результаты метод показывает при контроле коррозионных трещин напряженных конструкций.

Следует отметить, что коррозионное растрескивание напряженных элементов конструкций часто представляет собой серию параллельных трещин. Малые расстояния между отдельными трещинами и их правильная параллельная ориентация может вызывать некоторые затруднения при анализе результатов контроля. Однако проведенные эксперименты и полевые испытания показали, что коррозионное растрескивание выявляется с требуемой степенью достоверности, а измерение глубины трещины путем обработки отдельных участков поверхности практически соответствует типовым измерениям элементарных дефектов [7,8,9].

Ведущим мировым производителем приборов неразрушающего контроля, реализующих методы АСФМ является фирма TSC (Англия). Фирмой разработаны четыре базовых комплекса неразрушающего контроля: универсальный комплекс *Amigo*, комплекс для подводных инспекций *U31*, комплекс для инспекции железнодорожных рельсов *Walking Stick*.

Универсальный комплекс *Amigo* представлен на рисунке 12. В комплект поставки входит портативный блок обработки информации с классом пылевлагозащитности IP54, ударозащищенный ноутбук со специализированным программным обеспечением и, в зависимости от задачи, один или несколько стандартных или специализированных преобразователей.



Рис. 12. Комплекс Amigo

Фирмой выпускается широкий спектр преобразователей, способных решать большое число задач, к их числу относятся стандартные преобразователи, мини и микро преобразователи «карандашного» исполнения, преобразователи для контроля больших поверхностей, мультисенсорные преобразователи, высокотемпературные и подводные преобразователи. Каждый из этих преобразователей может иметь частоту возбуждения 5 и 50 кГц. На рисунке 13. представлены некоторые типы преобразователей для комплекса *Amigo*. Комплекс для подводных инспекций изображен на рисунке 14.

Для проведения глубоководных инспекций в комплекс *U31* дополнительно входит специализированный подводный модуль, выполняющий функции усилителя, для

передачи измерительных сигналов по длинным соединительным линиям. Вес подводного модуля на суше составляет 7,6 кг, максимальная длина соединительных линий определяет максимально возможную глубину погружения и составляет 300 метров в стандартном исполнении или 2000 метров в специализированном глубоководном исполнении.

На рисунке 15 представлены кадры с подводной инспекции опоры нефтяной платформы. Для оперативного контроля железнодорожных путей был разработан специализированный комплекс *Walking Stick*, представленный на рисунке 16.

Комплекс состоит из специализированного 16-ти элементного преобразователя, блока обработки информации

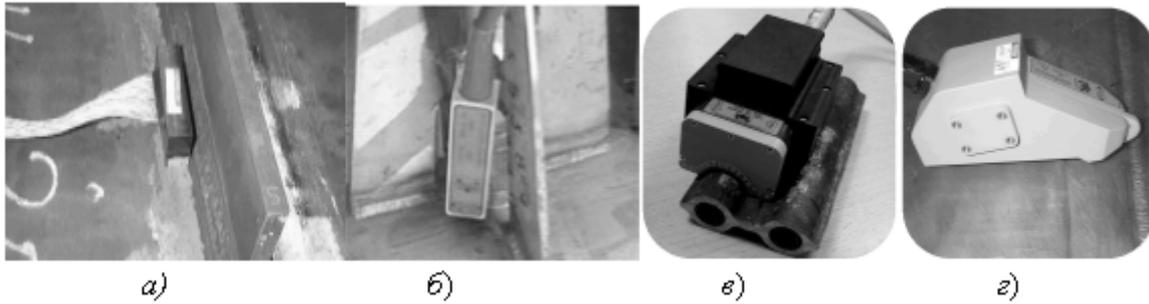


Рис. 13. Преобразователи для комплекса Amigo: многоэлементный преобразователь для контроля плоских поверхностей (а), одноэлементный подводный преобразователь (б), преобразователь для контроля гофрированной поверхности котлов (в), преобразователь для контроля элементов ядерного реактора (г)

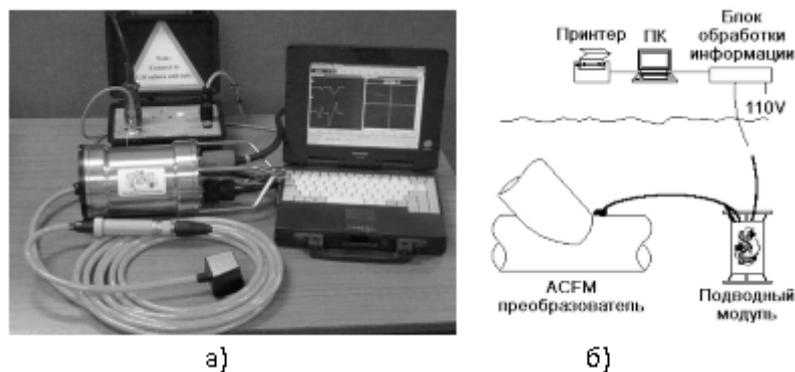


Рис. 14. Комплекс для подводных инспекций U31: оборудование комплекса U31 (а), схема проведения контроля (б)

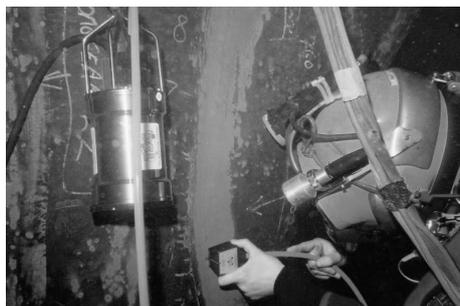


Рис. 15. Кадры с подводной инспекции с использованием комплекса U31 производства компании TSI

и промышленного ноутбука. Все оборудование установлено на специализированную тележку, которая обеспечивает удобное перемещение преобразователя вдоль объекта контроля, а также измеряет пройденное расстояние. Конструкция преобразователя осуществлять контроль всей поверхности головки рельса за один проход. В случае обнаружения дефекта срабатывает звуковая сигнализация. Результаты контроля непрерывно записываются, по завершению инспекции в автоматическом режиме создается отчет в формате Microsoft Excel.

Вес снаряженной системы составляет 21 кг, максимальная скорость сканирования 15 м/мин.

Помимо контроля железнодорожных путей также существуют решения для контроля поверхности колес и осей железнодорожных колесных пар.

Метод ACFM является одним из направлений развития электромагнитных методов неразрушающего контроля. Относительно долгое время данный метод не получал практической реализации из-за сложностей в обработке большого количества маломощных измерительных сигналов, однако современная элементарная база позволила решить эту проблему. ACFM метод обладает рядом достоинств по сравнению с другими методами неразрушающего контроля. С течением времени он сможет существенно до-



Рис. 16. Комплекс Walking Stick

полнить или даже заменить, например, ультразвуковой и магнитный контроль в некоторых областях промышленности [7].

Однако на данный момент этот метод применяется только за рубежом для решения ограниченного ряда задач. Это объясняется, в том числе и недостаточной проработкой методической и нормативно-технической базы. В частности отсутствуют стандарты на сам метод АСФМ и на средства его метрологического обеспечения.

Каждый из перечисленных выше методов имеет свои достоинства и недостатки, но для оценки физических свойств изделия (в том числе их целостность через диэлектрические покрытия без контакта с изделием, как с лицевой стороны под покрытием или с внешней стороны, так и под водой). Чтобы обеспечить возможность проведения сплошного контроля стенки изделий, что не достигается

в настоящее время при использовании только ультразвуковой толщинометрии, применяемой практически повсеместно и регламентируемой нормативной документацией, необходимо использовать сплошной контроль, а не выборочный, который обеспечит гарантированное выявление коррозионных повреждений.

Проведенные исследования позволяют сделать вывод том, что с использованием ЭМА преобразователей оптимально проводить локальный оперативный контроль остаточной толщины стенок изделия в районе сварных швов. На основе преобразователей, реализующих технологию MFL, следует разрабатывать системы для контроля больших площадей с высокой производительностью, а с использованием метода АСФМ следует выполнять поиск коррозионных трещин малой площади или большой протяженности.

Литература:

1. Коррозия и защита металлических конструкций и оборудования: учеб. пособие / М.И. Жарский [и др.]. — Минск: Выш. шк., 2012. — 303 с., [16] л. цв. вкл.: ил. ISBN 978-985-06-2029-3.
2. Семенова, И. В., Флорианович Г. М., Хорошилов А. В. Коррозия и защита от коррозии / Под ред. И. В. Семеновой — М.: ФИЗМАТЛИТ, 2002. — 336 с. — ISBN 5-9221-0246-X.
3. Д. Ю. Бирюков. Преобразователи и методы неразрушающего контроля. Екатеринбург. УГТУ-УПИ, 2008. 179 с.
4. А. В. Кириков, А. Н. Забродин, А. В. Комлик. Методы и средства ультразвукового контроля проката с применением электромагнитно-акустических преобразователей. «В Мире НК» № 3—1999
5. А. И. Потапов, В. А. Сясько, О. П. Пудовкин. Оптимизация параметров первичных измерительных преобразователей, реализующих технологию MFL. «Дефектоскопия» 2015 г. № 8 стр. 64
6. Д. А. Слесарев, А. А. Абакумов. Обработка и представление информации в MFL методе неразрушающего контроля. «Дефектоскопия» № 9—2013, стр. 3
7. Потапов, А. И., Сясько В. А., Соломенчук П. В. и др. Электромагнитные и магнитные методы неразрушающего контроля материалов и изделий. Т. 2: Электромагнитные и магнитные методы дефектоскопии и контроля свойств материалов. СПб.: Нестор-История, 2015. — 440 с.
8. Потапов, А. И., Соломенчук П. В., Сясько В. А. Обеспечение достоверности при неразрушающем вихретоковом контроле резьбы с использованием тангенциальных преобразователей [Журнал] Известия высших учебных заведений. — МГТУ им. Н. Э. Баумана: Машиностроение., 2012 г. — № 9. — стр. 58—64.
9. Семин, В. И. Современные методы проектирования резьбовых соединений труб нефтегазового сортамента для строительства скважин. // Дис. д-ра техн. наук 25.00.15, 05.02.13 М, 2005.
10. Сясько, В. А., Соломенчук П. В., Коротеев М. Ю. Вихретоковый неразрушающий контроль резьбы насосно-компрессорных труб // Контроль. Диагностика. — 2012. — № 10. — стр. 17—22

СТРОИТЕЛЬСТВО

Эта многолика технология...

Хусаинов Вячеслав Григорьевич, кандидат технических наук, доцент
Набережночелнинский институт Казанского (Приволжского) федерального университета

В процессе вузовской подготовки специалистов строительства важную роль играют дисциплины, представляющие строительное производство, его различные аспекты — технологические, организационные, экономические. Автор публикации, опираясь на опыт подготовки студентов-строителей, длительные наблюдения за реализуемой на практике методике обучения студентов строительному производству, представляет своё отношение к рекомендуемой учебной литературой трансформации преподавания одной из профильных дисциплин «производственного» блока знаний студентов — дисциплины «Технология строительного производства»¹ (ТСП).

*Определимся в понятиях и половина человеческих споров исчезнет
Из учений Рене Декарта*

Часть первая. В поисках логики.

Повышенная значимость дисциплины ТСП, помимо ее прямого назначения — знакомить студентов с технологией производства строительных работ, заключается в том, что она, как пионерная² в цикле базовых дисциплин, представляет многие понятия и положения, которые впоследствии будут употреблены в материале других дисциплинах этого цикла. Несмотря на кажущуюся определенность целей и задач дисциплины ТСП, в практике её преподавания имело место наблюдаемое разнообразие мнений в оценке значимости этой дисциплины, ее статуса, методики преподавания. Очевидно, зная это, Минвуз СССР, в свое время, предписывал периодически (как правило, раз в два года) проводить совещания-семинары заведующих кафедрами строительного производства с целью обмена опытом его участников и координации мер по совершенствованию преподавания этого блока дисциплин.

Период второй половины прошлого века характеризовался всплеском публицистической активности преподавателей дисциплины ТСП. Учебники по ней были изданы во многих крупных городах страны и хотя они, по существу, не отличались многообразием содержания и названия³, сам факт издательской активности коллег представлялся положительным явлением.

В 80-е годы дисциплину ТСП разделили на две самостоятельные дисциплины — «Технология строительных процессов» (обозначим ее как ТСПЦ — авт.) и «Технология возведения зданий и сооружений» (ТВЗиС).

Не зная обстоятельств принятия такого решения, его смысл логически представлялся в том, что в дисциплине ТСПЦ будут рассматриваться вопросы технологии (способы, приемы) выполнения *простых*⁴ строительных процессов, а в ТВЗиС — технология выполнения *комплексного* процесса, направленного на получение **конечного** продукта возведения объекта — здания или сооружения.

Однако, после практического ознакомления с новым подходом к представлению материала бывшей дисциплины ТСП, появились вопросы. Какой инициаторам разделения дисциплины ТСП виделась цель отчуждения вопроса «технология строительных процессов» от дисциплины «Технология строительного производства»? Логика подсказывает, что делалось это, очевидно, для повышения акцентированности внимания обучаемых на обособленно представляемом вопросе «технология строительных процессов». Но этому вопросу и так придавалось заметное место в дисциплине ТСП. Вот как, к примеру, излагает отношение к этому вопросу учебник [1]: «Даны теоретические основы и методы выполнения *производственных процессов* при строительстве промышленных и гражданских зданий и сооружений.... В учеб-

¹ Название этой дисциплины приведено в таком виде, в каком оно употреблялось в течение длительного времени (разъяснение см. ниже — авт.).

² Местоположение дисциплины ТСП в учебном плане определяется характером ее содержательного материала и вытекающей отсюда логики построения образовательного процесса.

³ Однообразие, в значительной мере, определялось единой Типовой программой дисциплины.

⁴ Простым процессом в строительстве, по существующей классификации процессов, принято считать процессы, приводящие к получению законченной (промежуточной) продукции.

нике комплексно рассмотрены *строительные процессы* при возведении зданий и сооружений, основывающиеся на технологической последовательности, обеспечивающей максимальную эффективность производства и высокое качество работ. Знание теоретических положений и прогрессивных методов выполнения *строительных процессов* обеспечит студентам в их дальнейшей практической деятельности возможность проектирования и организации высокоэффективных *технологических процессов* с учётом их динамичности и многофакторности». Цитируем далее: «Таким образом, технология строительного производства является материально-технической составляющей строительного производства и решает вопросы, как и чем, выполнять *строительные процессы*».

Таким же содержательным и почтительным отношением к этому вопросу характеризовались и другие учебники дисциплины ТСП [9, 10].

Возникает вопрос: был ли смысл членить дисциплину ТСП, лишая ее единства цели, логики построения? Оставляя этот вопрос открытым, укажем, что через некоторое время и эту дисциплину — «Технология строительных процессов» ждала трансформация. Она стала называться «Технологические процессы в строительстве». Малопонятная перемена.

Ещё менее обоснованным выглядело появление дисциплины ТВЗиС. Обратившись к словарю строительных терминов [6] обнаруживаем в нём отсутствие термина «возведение» (впрочем, так же, как и термина «процессы»). Интернет, на просьбу поискать определение понятия «возведение» ответил, что единого определения слова «возведение» не обнаружено, но порекомендовал познакомиться со словами-синонимами. Таковых оказалось 13, 6 из которых связаны со строительством. Приводим их: строительство, стройка, постройка, построение, создание, сооружение.

Ознакомление с учебниками, излагающих тему «возведение зданий и сооружений», выявляет несколько обстоятельств, вызывающих вопросы.

Первое. Словосочетание «возведение зданий и сооружений», заложенное в название дисциплины ТВЗиС априори, предполагает возведение «зданий и сооружений» (выделено — авт.) — как *конечной* продукции строительства. Между тем просмотренные учебники [3, 4, 12] ограничивают понятие «возведение» исполнением процессов, направленных на получение *промежуточной* продукции строительства — возведением «свайных фундаментов», «заглубленных частей зданий и сооружений», «бетонирования конструкций», «монтажным работам». В некоторых методических источниках [13] понятию «возведение» придают смысл терминов «реконструкция», «ремонт», «восстановление» и т. д.

Второе. Если понятие «возведение» рассматривать как синоним слова «строительство»¹, то возведение, в своём содержании, должно содержать и *организационную* сторону строительного производства.

Третье. Если в понятие «возведение» вкладывать смысл только технологической составляющей строительных работ, тогда беспричинным видится осуществлённый процесс дробления и трансформации названий дисциплины «Технология строительного производства».

Часть вторая. Кто главнее?

Проводимая в сфере капитального строительства либерализация его проектирования и осуществления, невольно или сознательно² отодвинула на второй план технологическую составляющую строительного производства. СНиП 12.01–2004 «Организация строительства» [8], как бы вскользь, затрагивает «правила производства работ», определяемых «сложившейся практикой». Из документов организационно-технологического проектирования вышеуказанный СНиП упоминает только ПОС, да и то только в случае потребности в нём, запрашиваемой Застройщиком. При этом, без ответа остается вопрос: насколько достоверными будут данные ПОС без учета и разработки принципиальных технологических решений предстоящего строительства?

Автор публикации, будучи преподавателем дисциплин строительного производства, в названии, которых присутствует слово «технология», заметил, что в тексте рассматриваемого СНиПа [8] места термину «технология» не нашлось. Из понятийного аппарата этого СНиПа его авторы удалили и понятие «организация труда», присоединяясь, очевидно, тем самым, к сторонникам т. н. «самоорганизации труда».

Часть третья. Чем ближе, тем родней?

В последнее время теоретики науки о строительстве, его осуществления и организации, представители образовательной сферы, высказывают мнение, состоящее в том, что вопросы организации и технологии строительства в реалиях практики не вполне логично содержательно отдалять друг от друга, размещая их по разные стороны проектирования строительства. Как представляется этот же вывод можно сделать и применительно к процессу профессиональной подготовки специалистов отрасли. Очевидно, этой точки зрения придерживались и коллеги головного строительного вуза страны — МГСУ, объединившие в единое структурное подразделение своего Института строительства и архитектуры бывшие кафедры «Технология строительного производства» и «Организация строитель-

¹ О том, что эти два термина — синонимы, можно убедиться, не только обращаясь к словарю терминов-синонимов, но и к тексту СНиП 12–01–2004 «Организация строительства» [8]: «...для осуществления работ по возведению объекта недвижимости...при подрядном способе строительства». (п. 3.2. раздел 3 «Общие положения»).

² Авторы публикации высказывались по поводу причин, порождающих этот процесс [14].

ного производства»¹. Не исключено, что и единый курс² по материалу дисциплин ТСП и ОСП можно было бы составить таким образом, чтобы он увязывал их содержание и давал цельную, развернутую картину обучения студентов строительному производству. Возможно, уместным тогда было бы включение в название этого курса термина «возведение» в его следующем понимании: «Возведение строительного объекта — комплексный процесс, *синтезирующий* своим содержанием обоснованную организацию строительства этого объекта, эффективную и проверенную практикой технологию производства работ и завершающийся получением *конечного* продукта — построенного объекта».

Заключение

1. Осуществлённое, по замыслу трансформаторов дисциплины «Технология строительного производства» её членение на две самостоятельные дисциплины — «Технологические процессы в строительстве» и «Технология возведения зданий и сооружений», диктуемое, как представляется, стремлением повысить эффективность познания обучаемыми строительного производства, не вполне, как показывает практика, способствует достижению этой цели. Дробление познания технологии строительного про-

изводства лишает учебный материал этой дисциплины целевой направленности, его структурно-логического единства. Наблюдаемая вольность варьирования понятием «возведение», закладываемая в учебную литературу, приводит, в частности, к разнотечности дисциплины «Технология возведения зданий и сооружений», лишая тем самым содержательной цельности весь блок «производственных» дисциплин.

2. Изложенные обстоятельства, дополняемые другими видимыми издержками методологического характера, актуализируют потребность обсуждения методики преподавания блока «производственных» дисциплин (технологии, организации), их логико-содержательной связи, а также ряд других вопросов: однозначности понятийного аппарата, полноты терминологического словаря, и, на этой основе, выработки концептуально-единого подхода к преподаванию строительного производства. Инструментом реализации этого могла бы стать развёрнутая тематическая научно-практическая конференция (возможно заочная).

На ее основе оправданным было бы проведение совещания-семинара соответствующих представителей строительных вузов, специалистов практиков. Организацию этих мероприятий могла бы взять на себя Ассоциация строительных вузов России.

Литература:

1. Атаев, С. С., Данилов Н. Н., Прыкин Б. В., Штоль Т. М. и др. Технология строительного производства. Учебник для вузов М.; Стройиздат. 1984.—559 с. ил.
2. Афанасьев, А. А., Данилов Н. Н. и др. Технология строительных процессов. М.; «Высшая школа». Изд. 1997 г. 2000 г. Под ред. Н. Н. Данилова, О. М. Терентьева — 2-ое изд. перераб. — м.: Высшая школа, 2000.—464 с.: ил.
3. Березовский, Б. И., Евдокимов Н. И., Жадановский Б. В. и др. Возведение монолитных конструкций зданий и сооружений. Учебное пособие. — М.; Издательство Ассоциации строительных вузов. 2006.—608 с.
4. Вильман, Ю. А. Технология строительных процессов и возведение зданий. Современные прогрессивные методы. Учебное пособие. М.; Изд-во АСВ, 2011. 336 с.
5. Лебедев, В. А. Основы производства в строительстве. Изд. АСВ М.; 2006. 176 с.
6. Официальные термины и определения в строительстве, архитектуре и жилищно-коммунальном комплексе. Изд. ФГУП в НИИ НТПИ. Изд. 2-е и дополненное М.; 2005.
7. Соколов, Г. К. 594 с. Технология и организация строительства: учебник для учреждений среднего профессионального образования / Соколов Г. К. 10-е изд. М.; Издательский центр «Академия». 2013. 528 с. ISBN 978—55—7695—9913—2
8. СНиП 12—01—2004 Организация строительства. Федеральное агентство по строительству и коммунальному хозяйству России. М.; 2004.
9. Технология строительного производства / Под ред. Литвинова О. О., Белякова Ю. И. К.; Вища шк. Головное изд-во, 1984. 479 с.
10. Технология строительного производства. Учебник для вузов / Акимова Л. Д., Аммосов Н. Г., Бадьин Г. М. и др. Под ред. Бадьина Г. М., Мещанинова А. В. 4-е изд., перераб. и доп. Л.: Стройиздат, Ленингр. Отд-ие, 1987. 606 с.

¹ Кстати такая интеграция терминов «технология» и «организация» имеет место в названиях некоторых других вузов, в частности в Казанском Государственном университете архитектуры и строительства (КазГАСУ).

² Авторы допускают, что объединение материала указанных дисциплин в единый курс не обязательно должно выражаться в механическом (техническом) слиянии содержательного материала.

11. Теличенко, В.И. Технология строительных процессов. В 24.4.2: Учебник / Теличенко В.И., Терентьев О.М., Ланндус А.А. 2-е изд. перераб. и доп. М.; Высшая школа, 2005 392 с.: ил.
12. Теличенко, В.И. Технология возведения зданий и сооружений. Учебник для строительных вузов / Теличенко В.И., Терентьев О.М., Ланндус А.А. 2-е изд. перераб. и доп. М.; Высшая школа. 2004. 446 с.: ил.
13. Харитонов, В.А., Гогуа Н.К. и др. Методические указания к выполнению курсового проекта по дисциплине «Технология возведения зданий и сооружений». Изд-во: Московского Государственного Строительного Университета; Высшая школа организации строительства, экспертизы и управления недвижимостью. М.; 2009. 32 с.
14. Хусаинов, В.Г., Чернов В.А., Яблоков Н.С. Либерализация организационно-технологического проектирования строительства: волонтаризм или обоснованная потребность? (Педагогический аспект). Молодой ученый. Ежемесячный научный журнал № 18 (77)/2014. с. 671
15. Галиуллин, И.В., Хусаинов В.Г. Организационно-технологическое управление строительным производством с учетом динамики изменения производственных обстоятельств — Изд. «Казанская наука» № 3.2011
16. Хусаинов, В.Г., Чернов В.А., Яблоков Н.С. Повышение реалистичности организационно-технологического проектирования строительства как элемент совершенствования подготовки специалистов. Молодой ученый. Ежемесячный научный журнал. № 8 (67) 2014. с. 305

ТРАНСПОРТ

Оценка эффективности работы элементов системы охлаждения тепловозных дизелей

Балагин Олег Владимирович, кандидат технических наук, доцент, помощник ректора;

Балагин Дмитрий Владимирович, кандидат технических наук, доцент;

Якушин Роман Юрьевич, кандидат технических наук, доцент;

Хомякова Яна Руслановна, студент

Омский государственный университет путей сообщения

В статье представлена математическая модель системы охлаждения магистрального тепловоза серии 2ТЭ10М, позволяющая выполнять расчет параметров теплообменных аппаратов с учетом их технического состояния.

Ключевые слова: теплообменные аппараты, математическая модель, межконтурный перепуск, коэффициент теплопередачи, термическое сопротивление, система охлаждения тепловоза

Задачи математического моделирования теплообменных процессов в системе охлаждения могут быть решены с привлечением методов численного моделирования, основных уравнений теплового баланса, теплопередачи, аэродинамики и гидравлики. Уравнения аэродинамики и гидравлики связаны с уравнениями теплообмена, поэтому их приходится решать совместно.

Моделирование работы теплообменных аппаратов тепловоза (радиаторные секции, водомасляный теплообменник, охладитель наддувочного воздуха) необходимо начинать с гидравлического расчета системы охлаждения, так как преодолеваемое насосом сопротивление сети в контурах циркуляции определяет подачу теплоносителя, влияющую на интенсивность теплоотвода и на коэффициенты теплопередачи теплообменных аппаратов.

Методика, разработанная на кафедре «Локомотивы» [1], позволяет определить реальный расход теплоносителя, необходимый при выполнении теплового расчета системы охлаждения тепловоза. Далее в расчетах предполагается отсутствие расхода воды по топливopодогревателю и межконтурному перепуску.

В качестве объективной оценки степени загрязнения теплопередающих поверхностей секции, как с воздушной, так и с водяной сторон выступает интенсивность теплопередачи, т. е. величина коэффициента теплопередачи при заданных режимных условиях.

Как известно, в процессе эксплуатации при действии эксплуатационных факторов наблюдается значительное уменьшение коэффициента теплопередачи. Такое снижение происходит по двум причинам. Первая — снижение скорости воды в трубках (уменьшение коэффициента теплоотдачи от воды к стенке трубки) и воздуха в межтрубном пространстве (уменьшение коэффициента

теплоотдачи от стенок трубок и охлаждающих пластин к воздуху). Вторая — увеличение термического сопротивления теплоотдаче от стенок трубок и охлаждающих пластин к воздуху, обусловленное загрязняющими отложениями и нарушением контакта трубок и пластин.

Общее термическое сопротивление загрязняющих отложений определяется соотношением Керна [2]:

$$R_z = R_{z_{\max}} \cdot [1 - \exp(-b_3 \cdot \tau)], \quad (1)$$

где $R_{z_{\max}}$ — асимптотическое (при максимальной толщине отложений) термическое сопротивление загрязнений, $\text{м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$;

b_3 — экспериментальный коэффициент, зависящий от скорости, температуры теплоносителя, материала и геометрии теплопередающей поверхности;

τ — время, ч.

Следующим этапом моделирования является решение системы линеаризованных алгебраических уравнений [3]. При составлении систем уравнений необходимо соблюдение основного правила: ни одно из содержащихся в системе уравнений не должно быть получено из комбинации любых других.

Приняв за основу основные уравнения теплового баланса, теплопередачи и проведя ряд преобразований, получили следующие системы уравнений:

для первого контура:

$$t_{11} - t_{12} = \frac{Q_B}{W_{B1}}; \quad (2)$$

$$\frac{e^{\beta_1'} - 1}{e^{\beta_1'} - 1} \cdot t'_{12} - \frac{1}{e^{\beta_1'} - 1} \cdot t_{11} = \tau_0; \quad (3)$$

$$\frac{e^{\beta_1^r}}{e^{\beta_1^r} - 1} \cdot t_{12} - \frac{1}{e^{\beta_1^r} - 1} \cdot t'_{12} = \tau_0; \quad (4)$$

$$\tau'_{01} - \frac{W'_{B1}}{W'_{01}} \cdot t_{11} + \frac{W'_{B1}}{W'_{01}} \cdot t'_{12} = \tau_0; \quad (5)$$

$$\tau''_{01} - \frac{W''_{B1}}{W''_{01}} \cdot t'_{12} + \frac{W''_{B1}}{W''_{01}} \cdot t_{12} = \tau_0; \quad (6)$$

для второго контура:

$$t_{21} - t_{22} = \frac{Q_{\text{НВ}} + Q_M}{W_{B2}}; \quad (7)$$

$$\frac{e^{\beta_{2n}^r}}{e^{\beta_{2n}^r} - 1} \cdot t'_{23} - \frac{1}{e^{\beta_{2n}^r} - 1} \cdot t_{21} = \tau_0; \quad (8)$$

$$\frac{e^{\beta_{2n}^r}}{e^{\beta_{2n}^r} - 1} \cdot t_{23} - \frac{1}{e^{\beta_{2n}^r} - 1} \cdot t'_{23} = \tau_0; \quad (9)$$

$$\frac{e^{\beta_{2n}^r}}{e^{\beta_{2n}^r} - 1} \cdot t'_{22} - \frac{1}{e^{\beta_{2n}^r} - 1} \cdot t_{21} = \tau_0; \quad (10)$$

$$\frac{e^{\beta_{2n}^r}}{e^{\beta_{2n}^r} - 1} \cdot t_{22} - \frac{1}{e^{\beta_{2n}^r} - 1} \cdot t'_{22} = \tau_0; \quad (11)$$

$$\tau'_{02л} - \frac{W'_{B2л}}{W'_{02л}} \cdot t_{21} + \frac{W'_{B2л}}{W'_{02л}} \cdot t'_{23} = \tau_0; \quad (12)$$

$$\tau''_{02л} - \frac{W''_{B2л}}{W''_{02л}} \cdot t'_{23} + \frac{W''_{B2л}}{W''_{02л}} \cdot t_{23} = \tau_0; \quad (13)$$

$$\tau'_{02п} - \frac{W'_{B2п}}{W'_{02п}} \cdot t_{21} + \frac{W'_{B2п}}{W'_{02п}} \cdot t'_{22} = \tau_0; \quad (14)$$

$$\tau''_{02п} - \frac{W''_{B2п}}{W''_{02п}} \cdot t'_{22} + \frac{W''_{B2п}}{W''_{02п}} \cdot t_{22} = \tau_0; \quad (15)$$

$$t_{2в} - t_{22} = \frac{Q_{\text{НВ}}}{W_{B2}}, \quad (16)$$

$$\text{где } \beta_{\text{ин}}^j = \frac{W_{\text{0ин}}^j}{W_{\text{вин}}^j} \cdot (1 - h), \quad h = \frac{1}{e^m}, \quad m = \frac{Z_1 \cdot k_{\text{ин}}^j \cdot F^j}{W_{\text{0ин}}^j};$$

$W_{\text{0ин}}^j, W_{\text{вин}}^j$ — водяные эквиваленты по воздуху и воде;

i — номер контура охлаждения;

j — группа секций (' — верхняя группа секций, '' —

нижняя группа секций);

n — группа секций для второго контура ($л$ — на левой стороне шахты, $п$ — на правой стороне шахты);

τ_0 — температура окружающего воздуха, °С;

$\tau_{\text{0ин}}^j$ — температура воздуха после прохождения группы секций, °С;

t_i — температура воды, °С;

$k_{\text{ин}}^j$ — коэффициент теплопередачи, Вт/(м²·К).

Уравнения (2), (7), (16) представляют баланс тепла по воде; (5), (6), (12) — (15) — баланс тепла по воздуху. Зависимости (3), (4), (8) — (11) составлены на основе баланса передачи тепла от воды к воздуху через поверхности охлаждения в группах секций.

Полученные системы уравнений нелинейные из-за зависимости от неизвестных значений температуры: теплофизических характеристик теплоносителей и коэффициента теплопередачи секций. Нелинейности по указанным параметрам при расчете корректируются по фактически полученной в предыдущем итерационном цикле температуре теплоносителей.

Цель следующего этапа моделирования — проверка достоверности выбора массовой скорости воздушного потока $U_{\text{вз}}$ при том или ином состоянии воздушной стороны секции и, следовательно, соответствия результатов гидравлического и теплового расчетов совместной работе дизеля и системы охлаждения [1]. При выполнении аэродинамического расчета охлаждающего устройства, прежде всего, необходимо учитывать внешнее загрязнение поверхности теплообмена, которому подвержены все без исключения радиаторные секции тепловоза.

В качестве объективного показателя степени загрязненности внешней теплопередающей поверхности секции, характеризующего степень уменьшения скорости воздуха в межтрубном пространстве, принят относительный коэффициент аэродинамического сопротивления секции $\bar{\zeta}_{2л}$ при массовой скорости воздуха 1 кг/(м²·с), значения которого для водовоздушных секций с различной степенью загрязненности ее воздушной стороны приведены в таблице 1.

Первым этапом аэродинамического расчета является определение окружной скорости концов лопастей вентилятора по известной частоте вращения вентиляторного колеса и весового расхода воздуха по его заданной массовой скорости перед фронтом холодильника и геометрическим характеристикам секций.

Аэродинамическое сопротивление секций вычисляем по принятому значению относительного коэффициента аэродинамического сопротивления исследуемого эксплуатационного состояния секции и массовой скорости воздуха.

$$\Delta P_{c2} = 12,852 \bar{\zeta}_{2л} U_2^{0,15 \text{th}(115 \cdot \bar{\zeta}_{2л} - 117,64) + 1,75}. \quad (17)$$

Далее вычисляем статический напор вентилятора, плотность воздуха в шахте, объемный расход и осевую скорость воздуха на выходе из вентилятора, динамический и полный напоры вентилятора. С использованием рассчитанных значений коэффициентов расхода и напора вычисляем значения безразмерных величин подачи и напора. При расхождении значений больше заданной точности расчет повторяется при новом значении массовой скорости воздуха.

Итогом приведенного аэродинамического расчета является определение мощности, затрачиваемой на привод

Таблица 1

Значения относительного коэффициента сопротивления секции и формулы для определения аэродинамического сопротивления секций с различным техническим состоянием воздушной стороны

Условный номер состояния секции	Коэффициент $\bar{\zeta}_{2л}$	Формула для определения ΔP_{c2}	Характеристика состояния и метода загрязнения воздушной стороны секции
1	0,92	$11,833 \cdot U_2^{1,6}$	Исходное (чистое) состояние воздушной стороны новой секции
2	1,00	$12,852 \cdot U_2^{1,6}$	Ограничительное сопротивление секции по ГОСТ 20556–75
3	1,001	$12,865 \cdot U_2^{1,63}$	Первая степень загрязнения новой секции (замазывание воздушной стороны)
4	1,010	$12,981 \cdot U_2^{1,66}$	Вторая степень загрязнения новой секции (напыление 0,5 кг песка)
5	1,021	$13,120 \cdot U_2^{1,70}$	Третья степень загрязнения новой секции (дополнительное напыление 0,5 кг песка)
6	1,029	$13,231 \cdot U_2^{1,85}$	Третья степень загрязнения новой секции и смятие 30 % пластин
7	1,558	$20,024 \cdot U_2^{1,90}$	Секция в эксплуатационном состоянии после промывки воздушной стороны

вентилятора при различном уровне загрязнения водовоздушных секций.

Мощность, потребляемую вентилятором холодильника, определяем по формуле:

$$N_v = \frac{V_{вз} \cdot H_{п}}{\eta_v} \quad (18)$$

Таким образом, моделируя эксплуатационные состояния радиаторных секций, можно определить увеличение мощности на привод вентилятора.

Разработанная математическая модель позволяет выполнять расчет теплотехнических характеристик радиаторных секций и системы охлаждения тепловоза в целом при различных значениях показателей загрязненности [1, 2].

Литература:

1. Володин, А. И. Математическая модель процесса охлаждения воды в радиаторе тепловоза с учетом его средне-эксплуатационного состояния / Методы и алгоритмы прикладной математики в технике, медицине и экономике: Материалы междунар. науч.-практ. конф. / Юж.-Рос. гос. техн. ун-т. — Новочеркасск, 2005. с. 18–21.
2. Балагин, О. В. Определение максимально допустимого количества загрязненных радиаторных секций в системе охлаждения тепловоза / Молодежь наука, творчество — 2005: Материалы науч.-практ. конф. / Омский гос. ин-т сервиса. — Омск, 2005. с. 142–144 с.
3. Володин, А. И. Моделирование внешних нестационарных температурных полей технических объектов сложной конфигурации / Приоритетные направления развития науки и технологий: Доклады всероссийской научн.-техн. конференции / Изд-во ТулГУ. Тула, 2008. с. 42–43.

Применение генератора колебаний с хаотической несущей в технических средствах системы управления движением судов

Тюфанова Анастасия Александровна, кандидат технических наук, доцент
Государственный морской университет имени адмирала Ф.Ф. Ушакова (г. Новороссийск)

Рассмотрена возможность применения генератора колебаний с хаотической несущей в технических средствах системы управления движением судов.

Ключевые слова: динамический хаос, генератор, технические средства, система управления движением судов

Основными видами технических средств системы управления движением судов (СУДС), обеспечивающих получение информации о состоянии акватории, навигационной обстановке и судах в районе действия СУДС, а также взаимодействие СУДС с участвующими в ее работе судами, являются:

- средства голосовой ОВЧ радиосвязи с судами;
- береговые радиолокационные станции;
- автоматическая информационная (идентификационная) система;
- системы телевизионного наблюдения;
- ОВЧ пеленгаторы;
- метеорологические и гидрологические приборы;
- база данных СУДС.

Функционально структура СУДС подразделяется на подсистемы: сбора информации, дистанционного управления и передачи информации, обработки и отображения информации, связи (рис. 1).

Подсистема сбора информации играет ключевую роль в СУДС, обеспечивая получение данных о местонахождении судов, а также вспомогательной информации (гидрометеорологической, оперативной и т. п.). Основу подсистемы сбора информации формируют БРЛС, по эхо-сигналам которых определяются координаты судов и их элементы движения. Эта подсистема дополнена телевизионной системой наблюдения, а также автоматической идентификационной системой и различными информационными датчиками.

Подсистема дистанционного управления и передачи информации обеспечивает трансляцию сигналов радиолокационного изображения дистанционных БРЛС в ЦСУДС и в обратном направлении — сигналов управления этими БРЛС и другой аппаратуры. В подсистеме применяются радиорелейные линии, однако в последние годы для этой цели все чаще используются и наземные линии связи, передающие цифровой сигнал.



Рис. 1. Функциональная схема СУДС

Подсистема обработки и отображения информации выполняет первичную и вторичную обработку радиолокационных сигналов всех БРЛС, входящих в структуру СУДС, анализ навигационной ситуации, формирование синтезированного изображения окружающей обстановки

и отображение этой обстановки на различных средствах индикации (дисплеи компьютеров, графические дисплеи, текстовые дисплеи, и т. п.).

Подсистема связи обеспечивает взаимодействие между судном и оператором СУДС и состоит из раз-

личной аппаратуры радиосвязи, работающей в УКВ-диапазоне [1].

На основании Приказа Министерства транспорта РФ от 23.07.15 г. № 226 «Об утверждении Требований к радиолокационным системам управления движением судов, объектам инфраструктуры морского порта, необходимым для функционирования Глобальной морской системы связи при бедствии и для обеспечения безопасности, объектам и средствам автоматической информационной системы, службе контроля судоходства и управления судоходством» в технических средствах СУДС должны быть предусмотрены меры по защите информации от потерь, повреждений и несанкционированного использования.

Таким образом, решение проблем обеспечения надежной, стабильной и устойчивой работы технических средств СУДС, возможности предсказания их поведения на сегодняшний день являются важными и актуальными.

Если несколько десятилетий назад эффект возникновения хаотических колебаний в технических средствах считался «вредным», то сейчас эффект хаотизации — научно обоснованное явление фундаментальной значимости, которое представляет собой возникновение в нелинейных динамических системах сложных неперiodических колебаний с непрерывным спектром, применяемое во многих областях науки и техники: электротехнике, строительстве, гидродинамике, робототехнике, телекоммуникации, криптографии, электронике, системах управления, транспортных и медицинских системах [2].

Причинами появления хаоса в системах являются не шумы и внешние факторы, а собственная динамика нелинейной системы, поэтому существует возможность применения хаотических колебаний при создании новых технологий, в частности, применение хаотических колебаний в качестве несущих для передачи информации. Известно несколько способов введения полезного информационного сигнала в хаотическое несущее колебание, что значительно повышает степень защиты системы связи и предотвращает перехват передаваемой информации несанкционированным абонентом. При этом отсутствует необходимость использования дополнительного шифрующего устройства, так как защита передаваемой информации обусловлена особенностями самой системы связи с хаотическим несущим колебанием. В большинстве современных систем связи в качестве носителя информации используются гармонические колебания. Информационный сигнал в передатчике модулирует эти колебания по амплитуде, частоте или фазе, а в приемнике информация демодулируется. Аналогично можно промодулировать хаотический сигнал информационным сигналом. Если в случае гармонической несущей управляемых параметра всего три, то в случае хаотической несущей даже небольшое изменение параметра дает надежно фиксируемое изменение характера колебаний.

Вместе с тем, существует ряд проблем, связанных с тем, что в передатчике и приёмнике необходимо исполь-

зовать прецизионные электронные компоненты, в противном случае даже при небольшом разбросе параметров элементов, резко ухудшаются характеристики системы связи, и восстановление полезного сигнала из его смеси с хаотической несущей становится весьма затруднительным. В настоящее время проводятся исследования по разработке прямохаотических систем связи и передаче информации, которые лишены указанного выше недостатка. Роль несущего сигнала в данном случае играет не непрерывный сигнал, а последовательность хаотических импульсов.

Другой перспективной областью применения колебаний с хаотической несущей является разработка радиолокационных (РЛС) и дальномерных систем с повышенным разрешением по дальности, которое может достигать нескольких миллиметров. Среди преимуществ данных типов радиолокаторов — возможность снижения мощности передатчика по сравнению с РЛС, использующими в качестве зондирующего сигнала последовательность коротких импульсов. Ширина спектра зондирующего сигнала в данном случае определяется не длительностью импульса, а характеристиками заполняющего хаотического радиосигнала. Вследствие слабой коррелированности генерируемых хаотических сигналов при незначительном изменении начальных условий, существует возможность одновременной работы нескольких РЛС в одних и тех же частотном диапазоне и области пространства при сохранении высокой электромагнитной совместимости. Важным преимуществом хаотических РЛС является сложность установления целью самого факта обнаружения и захвата, так как объект в данном случае облучается сигналом, близким по своим свойствам к случайному процессу, то есть шуму.

Ключевым элементом всех перечисленных радиотехнических систем является генератор колебаний с хаотической несущей (ГКХН). Именно он определяет подавляющее большинство интегральных параметров системы [3].

Для успешного решения каждой конкретной прикладной задачи более строгие требования предъявляются в первую очередь к тем или иным свойствам хаотического сигнала (статистическим, корреляционным, спектральным и т. д.) и параметрам самого ГКХН. Однако к устойчивости хаотического режима, равномерности шумового спектра и прочим важным параметрам источника хаотического сигнала непременно предъявляются высокие требования вне зависимости от назначения устройства.

В настоящее время источники хаотических колебаний разрабатываются на основе различных нелинейных элементов: биполярных и полевых транзисторов, операционных усилителей, диодов с накоплением заряда, варакторов, диодов Чуа и лавинно-пролетных диодах, ферромагнитных плёнок и т. д. Достижения в области создания интегральных схем на основе высокочастотных транзисторов позволяют предположить, что в ближайшем будущем будут разработаны шумовые источники в интегральном исполнении, способные работать на частотах

вплоть до 20–30 ГГц. Подобные устройства в настоящее время способны работать в частотном диапазоне вплоть до нескольких гигагерц [4], но выходная мощность таких приборов, как правило, мала, а коэффициент полезного действия (КПД) не превышает нескольких процентов.

ГКСХН являются относительно простыми устройствами, способными порождать сложные непериодические колебания, которые полностью определяются свойствами самой динамической системы. Поэтому, ГКСХН обладает следующими свойствами:

- способность в одном устройстве реализовать большое количество различных динамических режимов;
- возможность управления хаотическими режимами путём малых изменений параметров системы;
- большая информационная ёмкость;
- разнообразие методов ввода информационного сигнала в хаотический;
- увеличение скорости модуляции по отношению к модуляции регулярных сигналов;
- возможность самосинхронизации передатчика и приёмника; нетрадиционные методы мультиплексирования;
- обеспечение конфиденциальности при передаче сообщений.

Кроме того, колебания с хаотической несущей обладают рядом свойств, которые могут быть полезны при передаче и обработке информации:

- возможность получения сложных колебаний с помощью простых по структуре устройств, при этом в одном устройстве можно реализовать большое количество различных хаотических мод;

- управления хаотическими режимами путем малых изменений параметров системы;
- увеличения скорости модуляции по отношению к модуляции регулярных сигналов за счет чувствительности хаотической системы к внешним возмущениям;
- повышения уровня конфиденциальности при передаче сообщений.

Немаловажное свойство хаотических сигналов состоит в том, что в них можно вводить информационные сигналы с полосой, достигающей по ширине полосы самих хаотических сигналов, практически без изменения полосы и формы спектра последних. Тем самым, появляется возможность достаточно простой реализации не только широкополосных, но и сверхширокополосных радиотехнических систем.

Для повышения разнообразия динамических режимов ГКСХН и стойкости к взлому систем передачи данных требуется повышение сложности вида нелинейной передаточной характеристики соответствующего элемента в ГКСХН. Например, замена квадратичной (параболической) нелинейности некой комбинацией (композицией) парабол.

Очевидно, что популярность детерминированного хаоса в области прикладных исследований в дальнейшем будет возрастать. Для оптимизации процесса разработки ГКСХН с требуемыми характеристиками необходим простой и точный инструмент для моделирования устройств со сложной динамикой на стадии их разработки, иначе процесс разработки сведётся к методу последовательных приближений — изготовлению нового экспериментального макета путём исследования и корректировки предыдущего.

Литература:

1. Тюфанова, А. А. Методика анализа эксплуатационной надежности технических средств системы управления движением судов на примере порта Новороссийск/ А. А. Тюфанова. — Казань: Изд-во «Бук», 2015. — 104 С.
2. Banerjee, S. Applications of chaos and nonlinear dynamics in engineering/ S. Banerjee, M. Mitra, L. Rondoni/ Vol. 1.-Springer, 2011.—348 p.
3. Магницкий, Н. А. Теория динамического хаоса//М.: ЛЕНАНД, 2011. — 320 С.
4. Rondoni, L. Applications of chaos and nonlinear dynamics in engineering /S. Banerjee, L. Rondoni/ — Vol. 3.-Springer, 2013.—297 p.

Формирование базы правил деятельности алгоритма нечеткого вывода для диагностирования технического состояния коллекторно-щеточного узла тяговых электрических двигателей подвижного состава

Шкодун Павел Константинович, кандидат технических наук, доцент;
Долгова Анна Владимировна, кандидат технических наук, доцент
Омский государственный университет путей сообщения

Целью настоящей статьи является создание математических моделей для комплексной оценки качества ремонта коллекторно-щеточного узла тягового электродвигателя подвижного состава в виде базы правил деятельности алгоритма нечеткого вывода. В результате выполненного исследования сформированы мате-

матические модели комплексного показателя качества ремонта коллекторно-щеточного узла в пространстве выбранных признаков с применением аппарата нечеткой логики. Результаты возможно применять для контроля качества выполненного ремонта коллекторно-щеточного узла тяговых электродвигателей подвижного состава.

Ключевые слова: подвижной состав, тяговый электродвигатель, коллекторно-щеточный узел, диагностические параметры, функция принадлежности, база правил деятельности алгоритма нечеткого вывода

Стабильность и надежность функционирования локомотивов в эксплуатации определяют, в основном, тяговые электрические двигатели (ТЭД), представляющие собой сложную техническую систему, одним из важнейших узлов которой является коллекторно-щеточный аппарат (КЩУ). Технологические операции по ремонту КЩУ предусматривают контроль механических и электрических параметров, по значениям которых в ряде случаев невозможно сделать точного заключения о техническом состоянии КЩУ ТЭД. Отсюда возникает задача создания комплексной методики технического диагностирования, позволяющей получать достоверные сведения о качестве ремонта, отражающем техническое состояние КЩУ ТЭД [1].

Предлагаемая диагностическая модель представляет собой уточненную граф-модели диагностирования си-

стемы «коллектор-щетка» в процессе приемо-сдаточных испытаний. Декомпозиция рабочей граф-модели диагностирования системы «коллектор-щетка» в процессе приемо-сдаточных испытаний, параметры которой являются компонентами нелинейного дифференциального уравнения первого порядка, описывающего процесс коммутации в электродвигателе [2, 3] и анализ результатов проведенных статистических исследований [4] позволили определить набор диагностических признаков [5], характеризующих воздействие состояния профиля коллектора на процесс коммутации. Значения выбранных диагностических параметров являются входными переменными при реализации деятельности процесса нечеткого вывода (табл. 1).

Таблица 1

Диагностические параметры

№ п/п	Параметр	Обозначение
1	Биение рабочей поверхности коллектора	
2	Среднее квадратическое отклонение относительных высот коллекторных ламелей	σ_h
3	Амплитуда первой гармонической составляющей профиля коллектора	A_1
4	Амплитуда второй гармонической составляющей профиля коллектора	A_2
5	Среднее квадратическое отклонение относительных высот коллекторных ламелей без учета первой и второй гармонических составляющих	$\sigma_h _{v=3..n}$
6	Минимальное значение второй производной функции профиля коллектора	\ddot{h}_{\min}
7	Среднее квадратическое отклонение второй производной функции профиля коллектора	$\sigma_{\ddot{h}}$
8	Действующее значение высших гармонических составляющих функции профиля коллектора	действ

Одним из путей решения задачи повышения качества ремонта является разработка новых критериев принятия решения о соответствии технического состояния паспортным данным оборудования. Рассмотрим этапы разработки нового критерия принятия решения о техническом состоянии объекта с применением метода нечеткой логики.

Сформулируем предметную область «качество ремонта» в терминах теории нечетких множеств [6]. Комплексный показатель качества ремонта (КПКР) определим как функцию нескольких параметров, которая может принимать значения в диапазоне от нуля до единицы. Для проведения дальнейшего анализа КПКР выделим две его составляющие: комплексный показатель качества механи-

ческой обработки (КПКМО) и комплексный показатель качества коммутации (КПКК), характеризующиеся, соответственно, лингвистическими переменными «качество механической обработки» и «качество коммутации».

Выделим восемь лингвистических переменных (см. табл. 1), для каждой из которых в качестве первичных термов определим следующие высказывания: «нормальное (номинальное) значение величины», «малое значение величины», «большое значение величины» [7]. Составим терм-множество лингвистической переменной «биение рабочей поверхности коллектора», используя кроме первичных термов дополнительные связки.

T (биение рабочей поверхности коллектора) = очень малое значение биения рабочей поверхности

коллектора + малое значение биения рабочей поверхности коллектора + нормальное значение биения рабочей поверхности коллектора + ... + большое значение биения рабочей поверхности коллектора + очень большое значение биения рабочей поверхности коллектора + ...

Составим терм-множества лингвистических переменных «качество ремонта», «качество механической обработки» и «качество коммутации», используя в качестве основы терм-множество лингвистической переменной «истина», рассмотренной в [6].

$T(\text{качество ремонта}) = \text{не качественный ремонт} + \text{не достаточно качественный ремонт} + \text{ремонт среднего качества} + \text{качественный ремонт} + \text{очень качественный ремонт} + \text{существенно качественный ремонт} + \dots$

Определим для выделенных лингвистических переменных функции принадлежности. Рассмотрим лингвистическую переменную «биение рабочей поверхности коллектора». Для термина «нормальное значение биения рабочей поверхности коллектора» сформируем функцию принадлежности в виде Z-образной кривой [7], для термина «большое значение биения рабочей поверхности коллектора» — в виде наиболее соответству-

ющей ей S-образной кривой, для термина «не нормальное и не большое значение биения рабочей поверхности коллектора» — в виде П-образной кривой.

Для каждой нечеткой переменной статистически определены диапазон изменения значений x , а также числовые параметры a и b (табл. 2). Графики функций принадлежности рассмотренных термов лингвистической переменной «биение рабочей поверхности коллектора» изображены на рис. 1. Аналогичным способом составлены функции принадлежности для остальных лингвистических переменных.

Функция принадлежности выходных лингвистических переменных «качество ремонта», «качество механической обработки» и «качество коммутации» (рис. 2) определяются выражением:

$$\mu_{\text{КПКР}}(x) = \begin{cases} 0, & x < 0 \\ e^{-\frac{|1-x|^2}{0.3}}, & 0 \leq x \leq 1 \\ 0, & x > 1 \end{cases}, \quad (1)$$

где x — значение из диапазона изменения значений нечеткой переменной.

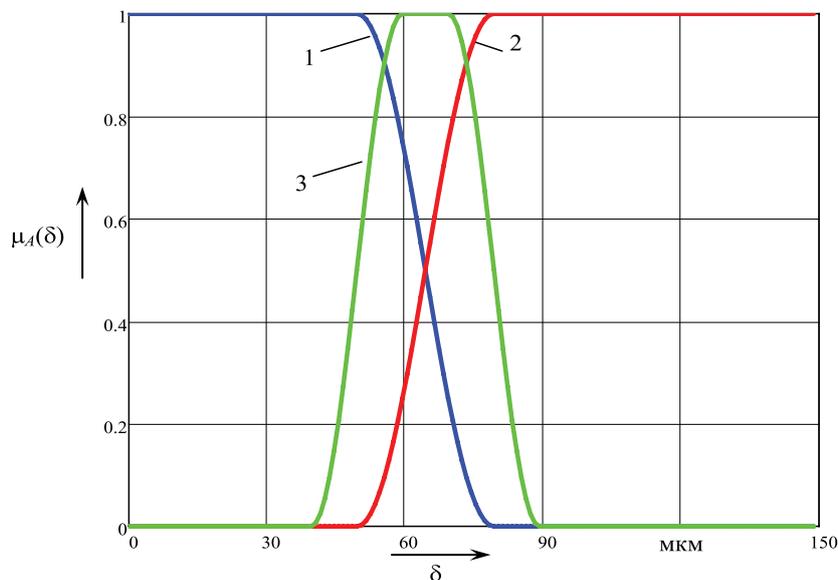


Рис. 1. Графики функций принадлежности нечетких переменных, выражающих термы: 1 — нормальное значение d ; 2 — большое значение d ; 3 — не нормальное и не большое значение d

Согласно [7], основными этапами нечеткого вывода являются следующие: формирование базы правил, фазсификация входных переменных, агрегирование подусловия, активизация подзаключений и аккумуляирование заключений.

Сформулируем правила нечеткой продукции для рассматриваемой системы в рамках реализации алгоритма нечеткого вывода Мамдани.

Правило 1. ЕСЛИ « δ имеет нормальное значение» И « σ_h имеет нормальное значение» И « A_1 имеет нор-

мальное значение» И « A_2 имеет нормальное значение» И « $\sigma_h|_{v=3..n}$ имеет нормальное значение» ТО «качественная механическая обработка».

Правило 2. ЕСЛИ « δ имеет не нормальное и не большое значение» И « σ_h имеет не нормальное и не большое значение» И « A_1 имеет не нормальное и не большое значение» И « A_2 имеет не нормальное и не большое значение» И « $\sigma_h|_{v=3..n}$ имеет не нормальное и не большое значение» ТО «механическая обработка среднего качества».

Таблица 2

Числовые параметры нечетких переменных

№ п/п	Нечеткая переменная	Диапазон значений x	Значение параметра a	Значение параметра b
1	Биение рабочей поверхности коллектора	0 ... 100 мкм	50 мкм	80 мкм
2	Среднее квадратическое отклонение относительных высот коллекторных ламелей	5 ... 25 мкм	10 мкм	20 мкм
3	Амплитуда первой гармонической составляющей функции профиля коллектора	3 ... 35 мкм	10 мкм	20 мкм
4	Амплитуда второй гармонической составляющей функции профиля коллектора	0 ... 20 мкм	5 мкм	15 мкм
5	Среднее квадратическое отклонение относительных высот коллекторных ламелей без учета первой и второй гармонических составляющих	0 ... 20 мкм	5 мкм	15 мкм
6	Минимальное значение второй производной функции профиля коллектора	— 10 ... — 80 мкм ⁻²	— 15 мкм ⁻²	— 70 мкм ⁻²
7	Среднее квадратическое отклонение второй производной функции профиля коллектора	5 ... 20 мкм ⁻²	11 мкм ⁻²	17 мкм ⁻²
8	Действующее значение высших гармонических составляющих функции профиля коллектора	3 ... 20 мкм ⁻²	8 мкм ⁻²	15 мкм ⁻²

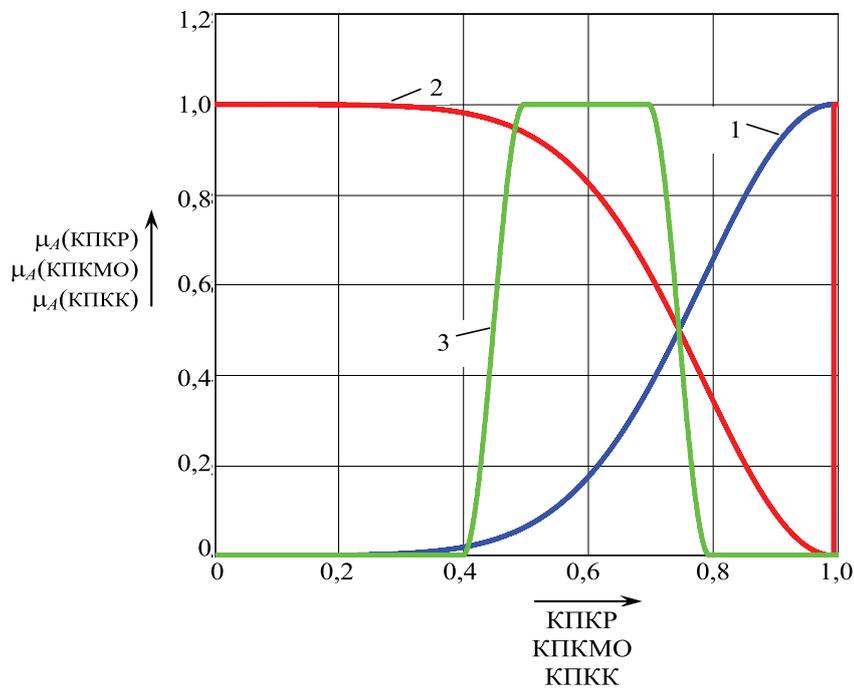


Рис. 2. Графики функций принадлежности нечетких переменных, выражающих термины: 1 – качественный ремонт (механическая обработка, коммутация); 2 – не качественный ремонт (механическая обработка, коммутация); 3 – более или менее качественный ремонт (механическая обработка, коммутация)

Правило 3. ЕСЛИ « δ имеет большое значение» И « σ_h имеет большое значение» И « A_1 имеет большое значение» И « A_2 имеет большое значение» И « $\sigma_h|_{v=3..n}$ имеет большое значение» ТО «не качественная механическая обработка».

Правило 4. ЕСЛИ « $\dot{\eta}_{\min}$ имеет нормальное значение» И « $\sigma_{\dot{\eta}}$ имеет нормальное значение» И « $\eta_{\text{действ}}$ имеет нормальное значение» ТО «качественная коммутация».

Правило 5. ЕСЛИ « $\dot{\eta}_{\min}$ имеет не нормальное и не большое значение» И « $\sigma_{\dot{\eta}}$ имеет не нормальное и не большое значение» И « $\eta_{\text{действ}}$ имеет не нормальное и не большое значение» ТО «коммутация среднего качества».

Правило 6. ЕСЛИ « $\dot{\eta}_{\min}$ имеет большое значение» И « $\sigma_{\dot{\eta}}$ имеет большое значение» И « $\eta_{\text{действ}}$ имеет большое значение» ТО «не качественная коммутация».

Правило 7. ЕСЛИ «КПКМО имеет нормальное значение» И «КПКК имеет нормальное значение» ТО «ремонт качественный».

Правило 8. ЕСЛИ «КПКМО имеет малое значение» И «КПКК имеет малое значение» ТО «ремонт не качественный».

Правило 9. ЕСЛИ «КПКМО имеет не нормальное и не малое значение» И «КПКК имеет не нормальное и не малое значение» ТО «ремонт среднего качества».

Правило 10. ЕСЛИ «КПКМО имеет нормальное значение» И «КПКК имеет малое значение» ТО «ремонт среднего качества».

Правило 11. ЕСЛИ «КПКМО имеет малое значение» И «КПКК имеет нормальное значение» ТО «ремонт не качественный».

Правило 12. ЕСЛИ «КПКМО имеет не нормальное и не малое значение» И «КПКК имеет малое значение» ТО «ремонт не качественный».

Правило 13. ЕСЛИ «КПКМО имеет не нормальное и не малое значение» И «КПКК имеет нормальное значение» ТО «ремонт среднего качества».

Правило 14. ЕСЛИ «КПКМО имеет нормальное значение» И «КПКК имеет не нормальное и не малое значение» ТО «ремонт среднего качества».

Правило 15. ЕСЛИ «КПКМО имеет малое значение» И «КПКК имеет не нормальное и не малое значение» ТО «ремонт не качественный».

В результате проведенных исследований сформирован набор нечетких переменных для выделенных диагностических параметров, представлены функции принадлежности для каждой лингвистической переменной, сформирована база правил деятельности процесса нечеткого вывода, позволяющая рассчитывать значения предложенных комплексных показателей для произвольных значений диагностических параметров с использованием систем нечеткого вывода. Полученные результаты возможно использовать для контроля качества выполненного ремонта КЩУ ТЭД подвижного состава.

Литература:

1. Харламов, В. В., Горюнов В. Н., Шкодун П. К., Долгова А. В. Совершенствование технологии диагностирования коллекторно-щеточного узла тяговых электродвигателей подвижного состава // Омский научный вестник. Серия Приборы, машины и технологии. — 2013. — № 3 (123). — с. 196–199.
2. Харламов, В. В., Шкодун П. К., Хлопцов А. С., Долгова А. В. Формирование граф-модели диагностирования коллекторно-щеточного узла тягового электродвигателя с учетом тепловых факторов // Известия Томского политехнического университета. Инжиниринг георесурсов. — 2016. — Том 327, № 1. — с. 84–90.
3. Осис, Я. Я., Гельфандбейн Я. А., Маркович З. П., Новожилов Н. В. Диагностирование на граф-моделях: На примерах авиационной и автомобильной техники. — М.: Транспорт, 1991. — 244 с.
4. Харламов, В. В., Сергеев Р. В., Шкодун П. К., Ахунов Д. А., Долгова А. В. Определение диагностических параметров для оценки состояния профиля коллектора тягового электродвигателя // Омский научный вестник. Серия Приборы, машины и технологии. — 2011. — № 1 (97). — с. 121–125.
5. Шкодун, П. К., Сергеев Р. В., Ахунов Д. А. Выбор диагностических параметров для оценки влияния профиля коллектора на процесс коммутации коллекторных электрических машин // Инновационные факторы развития Транссиба на современном этапе: Материалы науч.-практ. конф.. — Новосибирск: Сибирский гос. ун-т путей сообщения, 2012. — с. 373–375.
6. Заде, Л. А. Понятие лингвистической переменной и его применение к принятию приближенных решений. — М.: Издательство «Мир», 1976. — 165 с.
7. Леоненков, А. В. Нечеткое моделирование в среде MATLAB и fuzzyTECH. — СПб.: БХВ-Петербург, 2005. — 736 с.

ПИЩЕВАЯ ПРОМЫШЛЕННОСТЬ

Изучение процесса приготовления шоколада и его влияние на организм человека

Белоусова Надежда Николаевна, студент;

Толстоухова Татьяна Николаевна, кандидат технических наук, доцент, научный руководитель

Азово-Черноморский инженерный институт – филиал Донского государственного аграрного университета

в г. Зернограде (Ростовская обл.)

Шоколад — кондитерское изделие на основе масла какао, являющееся продуктом переработки какао-бобов — семян шоколадного дерева, богатых теоброминном и кофеином. Шоколад — древняя традиция, это история, которая берет начало в 1500-м до нашей эры. Древняя цивилизация ольмеков в своем лексиконе употребляло слово «какава», которое соответствует знакому нам какао. [1, с. 119].

Дерево какао принадлежит к роду Теоброма семейства Мальвовые. Имеет небольшой рост, форма листьев продолговатая. Преимущественно произрастает в тени, среди пальм и некоторых других деревьев, способных препятствовать попаданию прямых солнечных лучей. Дерево произрастает на территории Южной Америки, Африки, Азии и Океании, то есть, в местах с экваториальным и субэкваториальным климатом. Дерево плодоносит и цветёт на протяжении 80 лет. Какао цветёт небольшими цветами, прорастающими из ствола дерева. Созревший плод достигает до 500 г. Какао-бобы разделяют по происхождению на три группы: американские, азиатские, африканские. Далее, бобы всех этих групп делятся еще и по качеству на ординарных и благородных (элитных). Ординарные сорта имеют горький, терпкий вкус и сильный запах. Элитные сорта выделяются нежным вкусом и широкой гаммой ароматов. Товарные сорта бобов носят название страны происхождения или порта вывоза. Лучшие элитные какао-бобы принадлежат к виду Criollo, в мировом производстве шоколада они занимают всего 5–10% общего объема. [2, с 6–7]. Узнать этот вид бобов поможет ярко выраженный аромат и очень нежный вкус, без терпкости, горечи, кислинки.

Наиболее распространенный вид какао-бобов — Forastero, 80% шоколадного рынка. среди всех сортов Forastero есть один элитный — Nacional, который выращивают Эквадор. — Trinitario. — это результат гибридизации, который в мировой практике занимает 10–15%. В подавляющем большинстве Trinitario — это элитные какао-бобы, которым присуща легкая кислота, ярко выраженный вкус и аромат. [6]

Процесс приготовления шоколада состоит из следующих стадий:

1. Добыча какао-бобов.

Для этого необходимо плод какао разорвать с помощью мачете и добыть из него бобы.

2. Обработка бобов.

Какао-бобы окружены такой белой мякотью, которую достают из плода вместе с ними. Данную мякоть и бобы необходимо накрыть банановыми листьями на 14 дней. В течении двух недель завершится брожение. Затем, какао-бобы раскладывают сушиться на солнце. После того, как бобы подсыхнут, их нужно убрать в хорошо вентилируемое, чистое и сухое складское помещение. Процесс приготовления шоколада начинается с выжигания бобов. Фактически их жарят. Элитные сорта жарят при щадящей температуре.

3. Крекинг

Обжаренные и охлажденные какао-бобы отправляют в специальную машину, которая отделяет их от оболочки, а затем дробит на маленькие кусочки.

4. Смешивание.

Всевозможные сорта какао-бобов смешивают между собой в разных пропорциях, создавая неповторимые вкусы. [7].

5. Разнообразные кондитерские процессы.

Поджаренные и перемолотые бобы нагревают и мелят до тех пор, пока не образуется какао-паста. Далее, из какао-пасты выжимают какао-масло с помощью пресса. Остается сухой порошок, то есть какао-порошок. Смешивая какао-пасту, какао-масло и какао-порошок, добавляя сахар, ваниль и сухое молоко, получают шоколад. Этот шоколад выдерживают в течении двух-трех дней в специальных баках, для того, чтобы удалить комочки, лишнюю влагу, устранить несовместимые вкусы и ароматы. Данный процесс называется коншированием. Молочный шоколад не должен быть слишком сладким, ведь это свидетельствует об избыточном содержании сахара. Также стоит отказаться от плиток с высоким содержанием ароматизаторов, усилителей вкуса и других достижений химической индустрии. [6].

Мифы о шоколаде [7].

Широко распространено мнение, что употребление шоколада является одной из причин появления избыточного веса.

Миф 1. Шоколад — действительно высококалорийный продукт, но основные источники энергии в нем — молоко (если шоколад молочный) и глюкоза. Это означает, что «шоколадные» углеводы относятся к категории «легко усвояемых», быстро расщепляются и быстро расходуются. Действительно, при избыточном поступлении в организм углеводы могут «откладываться» в виде жира, но при употреблении в разумных количествах они являются частью здорового сбалансированного питания. Сравним: примерно такую же калорийность, что и плитка шоколада (400–500 ккал) имеют три банана или одна булочка. Учитывая, что общая сумма необходимых в день калорий человеку средней комплекции составляет 1500–2200, то плитка шоколада вряд ли станет причиной стремительного ожирения. А также, для тех, кто любит шоколад, но опасается избытка жиров и сахара, существует горький шоколад, который менее калорийный, чем молочный и белый. В процессе эксперимента с участием 72 добровольцев с лишним весом выяснилось, что у тех, кто потреблял шоколад не менее двух раз в неделю, стал более низким индекс массы тела. Можно сделать вывод, что такой результат обеспечили полифенолы — они способны ускорять процесс метаболизма в организме. Необходимо уточнить: предпочтение все-таки стоит отдавать горькому шоколаду. Так как, в молочном содержится больше сахара, а горький вкус снижает аппетит, в то время как сладкий, наоборот, его стимулирует.

2 миф об аллергии на шоколад

Аллергия на какао-бобы встречается крайне редко, что специалисты все еще не могут определить, существует ли такое явление. Сотрудники Американского колледжа аллергии, астмы и иммунологии утверждают, что лишь 4% взрослых людей имеют аллергию на еду. Из этого числа

90% реагируют на один или несколько из ингредиентов: молоко, яйца, орехи, арахис, соя, пшеница, моллюски и рыбы. Данные аллергены (кроме последних двух) применяются в приготовлении шоколада и могут вызывать аллергическую реакцию. Список самых распространенных симптомов — мигрень, зуд или припухлость рта, языка или губ, кожные реакции, боль в животе, тошнота, кашель, головокружение, снижение давления.

3 миф — шоколад повышает уровень холестерина в крови

Насыщенные жиры, входящие в состав шоколада, состоят главным образом из стеариновой и олеиновой кислот, которые не отвечают за процесс отложения холестерина на стенках сосудов.

4 миф — шоколад оказывает положительное воздействие на нервную систему и психику человека.....ю.

Установлено, что этот аромат благотворно действует на психику: снимает раздражение, умиротворяет, возвращает душевное равновесие. Молоко и сливки, входящие в состав молочного шоколада, содержат эффективный природный транквилизатор, успокаивающий нервную систему, поднимающий настроение, помогающий справиться с бессонницей. В свою очередь, горький шоколад обладает самой сильной способностью снимать усталость и повышать работоспособность.

Вывод: Шоколад — очень полезный продукт. Только если речь идет о чистом и качественном шоколаде, а не о шоколадных батончиках, конфетах и прочих сладостях, где шоколада как такового может быть очень мало. Положительное влияние шоколада на здоровье — подтвержденный специалистами факт. При условии, что речь идет о разумных количествах. 30–40 грамм шоколада в день вполне достаточно.

Литература:

1. Ильдирова, С. К., Слащева А. В., Технология кондитерского производства: учеб. пособие. М.:2011 г.—215 с.
2. Коня, И. Вся правда о шоколаде [Текст]/ И. Коня // Здоровье. — 2002. — № — с. 6–7.
3. Коркунов, А. Шоколад. Наслаждение вкусом [Текст]/ А. Коркунов. — М.: Эксмо, 2008. — 160 с.
4. Прохоров, А. М. Советский энциклопедический словарь [Текст]/ А. М. Прохоров. — М.: Советская энциклопедия, 1989. — с. 1539.
5. Шпилев, А. В., Смирнова Л. А. Шоколад в новом тысячелетии. — М: 2007. с.
6. История шоколада. Режим доступа URL: <http://kedem.ru/history/20080702-chokolad/> (дата обращения 27.01.2017)
7. «О, шоколад! Вредное или полезное лакомство». Режим доступа URL: <http://f-journal.ru/shokolad-polza-i-vred/> (дата обращения 27.01.2017)
8. Шоколад в жизни. Режим доступа URL: <http://nsportal.ru/ap/library/drugoe/2011/12/20/issledovatel'skaya-rabota-po-teme-shokolad-v-zhizni-cheloveka-vred-ili-polza> (дата обращения 27.01.2017)
9. Правда и вымысел о шоколаде. Режим доступа URL: http://chocolatery.net/choco_useness/

Применение кавитации (акустических волн) для обработки молока-сырья

Канина Ксения Александровна, аспирант;

Робкова Татьяна Олеговна, аспирант

Российский государственный аграрный университет МСХА имени К.А. Тимирязева (г. Москва)

Кавитация (от лат. *cavita* — пустота) — процесс парообразования и последующего схлопывания пузырьков пара с одновременным конденсированием пара в потоке жидкости, сопровождающийся шумом и гидравлическими ударами, образование в жидкости полостей (кавитационных пузырьков, или каверн), заполненных паром самой жидкости. Кавитация возникает в результате местного понижения давления в жидкости, которое может происходить либо при увеличении её скорости (гидродинамическая кавитация), либо при прохождении акустической волны большой интенсивности во время полупериода разрежения (акустическая кавитация). Существуют и другие причины возникновения эффекта кавитации. Перемещаясь с потоком в область с более высоким давлением или во время полупериода сжатия, кавитационный пузырёк схлопывается, излучая при этом ударную волну [4].

Молоко-сырье представляет собой полидисперсную систему, дисперсные фазы которого находятся в ионно-молекулярном (минеральные соли, лактоза), коллоидном (белки, фосфат кальция) и грубодисперсном (жир) состоянии, поэтому влияние разных излучений, в том числе и обработка акустической кавитацией имеет практический интерес [1; 3].

Нами проводилась обработка молока акустическим источником упругих колебаний, для чего применен реактор кавитационный ультразвуковой с пьезокерамическим преобразователем. Принцип действия реактора основан на использовании акустической кавитации, которая порождает упругие гармонические колебания с определенной частотой ультразвукового диапазона. Ультразвуковая обработка молока — сырьё проводилась трехкратно.

Полученные результаты представлены в таблице 1.

Таблица 1

Показатели молока-сырья при воздействии ультразвуковой кавитации

Показатель молока	Контроль	Обработка молока, Гц			
		45	60	80	100
МД Жира, %:	3,77±0,20	3,77±0,25	3,77±0,23	3,77±0,22	3,77±0,23
МДСОМО, %:	7,94±0,3	7,94±0,27	7,94±0,23	7,94±0,20	7,94±0,24
МД Белок, %:	2,83±0,24	2,82±0,25	2,81±0,30	2,82±0,27	2,82±0,03
МД Плотность, °А:	25,6±0,10	25,5±0,16	25,4±0,30	25,5±0,25	25,4±0,16
МД Кислотность, °Т:	16±0,27	16±0,03	18±0,20	20±0,30	22±0,25
Диаметр жировых шариков, мкм:	3,60±0,27	2,9±0,25	4,04±0,30	4,3±0,26	3,68±0,27

Как видно из таблицы 1, основные физико-химические показатели молока при разной мощности обработки практически не изменялись. Однако наблюдался рост кислотности с увеличением мощности обработки сырья. Кислотность молока обусловлена наличием в нем белков и солей, молочной, лимонной кислоты — растворенного диоксида углерода.

Изменение титруемой кислотности, возможно, происходит за счет увеличения в белках аминокислот кислого характера и снижением нейтральных аминокислот и аминокислот имеющих основные свойства [3].

При обработке молока в диапазоне от 45 до 60 Гц отмечено дробление жировых частиц (гомогенизация). С точки зрения питания человека, это ведет к лучшему усвоению в организме молочного жира, что особенно важно в детском возрасте. В диапазоне ультразвукового воздействия от 60 до 100 Гц происходит слипание жировых шариков и укрупнение конгломератов (рисунок 1). Наблюдается такая зависимость при: увеличении интенсивности обработки молока, увеличивается степень слипания жировых частиц (рисунок 2).

При дегустационной оценке молока-сырья применялась разработанная шкала, (рисунок 3) в которой были представлены показатели качества [2]. Оценивали каждый показатель: вкус, запах, консистенцию, внешний вид по пятибалльной шкале. Результаты представлены как средние по группе.

Результаты органолептической оценки показали, что образцы молока по вкусу, запаху, консистенции, внешнему виду различались в зависимости от частоты обработки. При 45 Гц вкус молока становился выражено сладким, а консистенция, внешний вид и запах не отличались от исходного молока. Воздействие на молоко в 60 Гц — приводило к образованию легкой, крупитчатой консистенции, и запаху пастеризованного молока при этом внешний вид не отличался от контрольного образца. При максимальной частоте 80–100 Гц консистенция молока была крупитчатая, неоднородная, молоко приобретало нехарактерный для него горький вкус, с привкусом и запахом жженого молока, хотя цвет — молочно-белый.

Обобщение результатов дегустационной оценки молока, зависящая от частоты обработки, указывает на то,

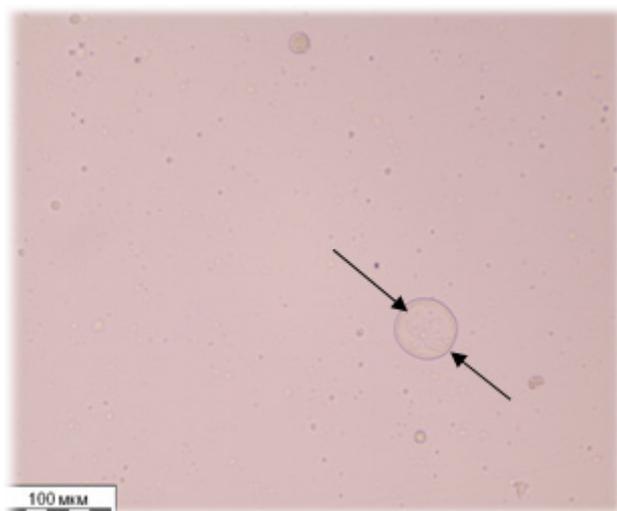


Рис. 1. Слипание жировых частиц

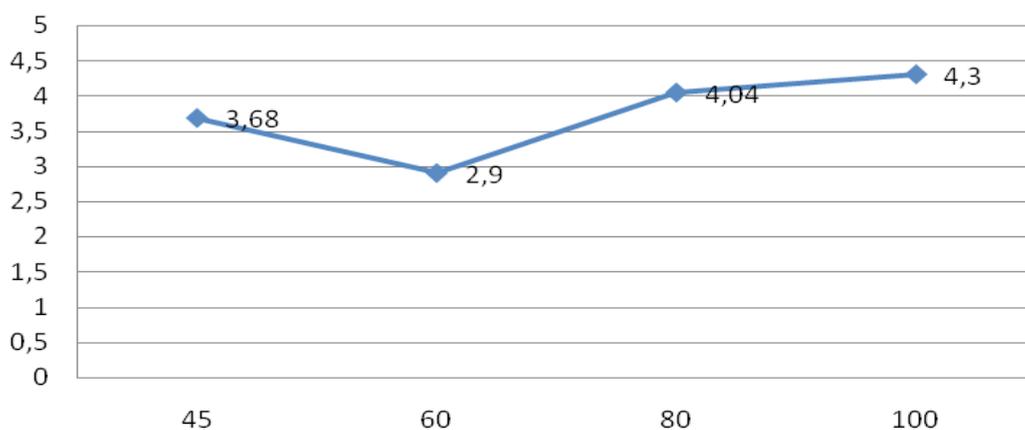


Рис. 2. График зависимости интенсивности обработки молока от увеличения степени слипания жировых частиц

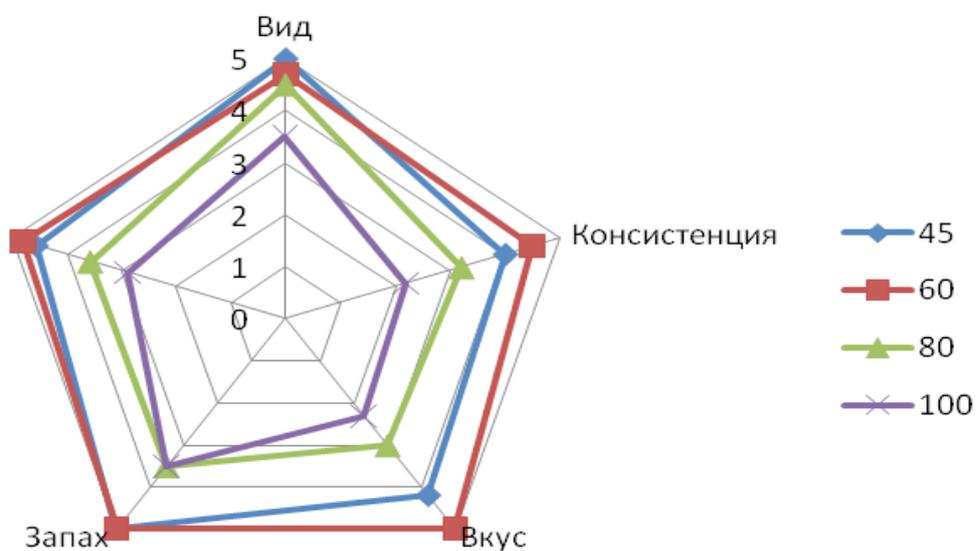


Рис. 3. Полиграмма органолептических показателей коровьего молока

что акустическая кавитация влияет на такие показатели как вкус, запах, консистенцию.

Работа по изучению влияния ультразвуковой обработки молока нами продолжается, основной целью ко-

торой является улучшение качества молока-сырья воздействием на микрофлору с максимальным сохранением его нативной биологической ценности.

Литература:

1. Горбатова, К.К. Лабораторный практикум по химии и физике молока / О.В. Охрименко, К.К. Горбатова, А.В. Охрименко — СПб.: Гиорд, 2005. — 250 с.
2. Шидловская, В.П. Органолептические свойства молока и молочных продуктов/В.П. Шидловская// Справочник. — М.:Колос, 2004 — С 360.
3. Тёпел, А. Химия и физика молока/ А. Тёпел, пер. с немецкого под ред. канд. техн. наук, доц. С. А. Фильчаковой. — СПб.: Профессия, 2012. — 832 с.
4. Ярмаркин, Д.А. Кавитационные технологии в пищевой промышленности / Д.А. Ярмаркин, Л.С. Прохасько, А.Н. Мазаев, Б.К. Асенова, О.В. Зинина, Р.В. Залилов //Молодой ученый. — 2014. — № 8. — с. 312–315.

ХИМИЧЕСКАЯ ТЕХНОЛОГИЯ И ПРОМЫШЛЕННОСТЬ

Выбор технологии для снижения выбросов дурнопахнущих газов при производстве сульфатной целлюлозы на действующих производствах

Ляпина Татьяна Юрьевна, студент

Северный (Арктический) федеральный университет имени М.В. Ломоносова (г. Архангельск)

При производстве сульфатной целлюлозы как правило образуются серосодержащие неконденсированные дурнопахнущие газы (ДПГ), такие как сероводород, метилмеркаптан, диметилсульфид, диметилдисульфид.

Существует три современных способа утилизации ДПГ с целью снижения выбросов на действующем предприятии, а именно сбор высококонцентрированных (ВК) и низкоконцентрированных (НК) дурнопахнущих газов и последующее их сжигание в:

1. содорегенерационном котле (СРК);
2. известерегенерационной печи (ИРП);
3. специальной печи для неконденсируемых газов, оборудованной мокрым скруббером для удаления SOx.

При выборе подходящей технологии для действующего производства необходимо разобраться в особенностях технологий их достоинствах и недостатках.

Сбор и сжигание ДПГ в содорегенерационном котлоагрегате распространено незначительно. К примеру, в Европе существует несколько предприятий, а в мире всего около 4, сжигающих ВК дурнопахнущие газы в содорегенерационных котлах. Подобный способ утилизации дурнопахнущих газов сульфатного производства дискусионен вследствие взрывоопасности газообразных смесей с воздухом. [1]

Собранные низкоконцентрированные неконденсированные дурнопахнущие газы могут быть сожжены в составе вторичного или третичного воздуха в содорегенерационном котле. Их реальный состав будет варьироваться от случая к случаю. Дымовые газы от процессов сжигания в СРК направляются на очистку в электрофильтры.

Технология сжигания выбросов в СРК может быть реализована как на новых, так и на действующих предприятиях по производству сульфатной целлюлозы. На действующих целлюлозных предприятиях наладить сбор и обработку низкоконцентрированных неконденсируемых газов иногда очень трудно. Это связано с ограничениями, накладываемыми большими расстояниями между источниками дурнопахнущих газов и содорегенерационным котлом.

При сжигании в СРК выбросы дурнопахнущих соединений огромного объёма и низкой концентрации могут быть сокращены практически полностью с помощью

сбора и сжигания. Однако, интенсивность подачи третичного воздуха в содорегенерационный котёл ограничена и могут быть необходимы другие альтернативы сжигания [2].

Альтернативным вариантом является сжигание концентрированных неконденсируемых газов в известерегенерационной печи в составе вторичного воздуха.

Дымовые газы от процессов сжигания в известерегенерационной печи очищаются в газопромывном скруббере, а отработанный раствор из скруббера направляется в цех каустизации.

Сжигание концентрированных неконденсируемых газов в известерегенерационной печи может быть реализовано как на новых, так и на действующих предприятиях по производству сульфатной целлюлозы. На действующих предприятиях наладить сбор и обработку низкоконцентрированных неконденсируемых газов иногда довольно трудно. [1]

В результате сжигания выбросов в ИРП на заводах сульфатной целлюлозы выбросы газов могут быть уменьшены с помощью только сбора и сжигания концентрированных газообразных сераорганических соединений более чем на 90%. Также выгода сжигания дурнопахнущих газов в известерегенерационной печи заключается в том, что исключается необходимость в установке специальной печи.

Ограниченное количество соединений серы в известерегенерационной печи может прореагировать с газообразным натрием, образуя при этом сульфат натрия. Таким образом, главным соединением, взаимодействующим с соединениями серы, является карбонат натрия (Na_2CO_3), содержащийся в известковом шламе. Когда он израсходован SO_2 , перестает улавливаться. Выбросы SO_2 обычно являются прямой функцией количества дурнопахнущих газов. Чтобы минимизировать образование SO_2 , необходимо или использовать топливо с меньшим содержанием серы, или сжигать в известерегенерационной печи дурнопахнущие неконденсируемые газы, из которых предварительно абсорбцией в скруббере удалены газообразные соединения серы.

В среднем 10–15% топлива, используемого в известерегенерационной печи, может быть заменено сжиганием концентрированных дурнопахнущих газов. Од-

нако колебание в количестве тепла, выделяемого при их сгорании вследствие колебаний в их составе и количестве, может затруднить поддержание стабильной работы печи.

Сжигание неконденсируемых газов в известерегенерационной печи широко используется. Но при этом в современных известерегенерационных печах могут появиться проблемы в их работе из-за недостатка кислорода. Однако, на многочисленных предприятиях в Европе и Северной Америке применяется технология сжигания газов в ИРП. [2]

Сжигание дурнопахнущих газов может осуществляться в специальной печи (топке) для сжигания неконденсируемых газов, оборудованной скруббером для абсорбции SO_2 . Газы используются как топливо для дополнительного получения пара или горячей воды.

Технология может быть принята как на новых, так и на действующих предприятиях, производящих сульфатную целлюлозу. Но на действующих целлюлозных производствах может оказаться трудным сбор и обработка низкоконцентрированных неконденсируемых газов.

В результате применения данной технологии суммарные выбросы дурнопахнущих газов от предприятий,

производящих сульфатную целлюлозу, могут быть снижены более чем на 90%, только с помощью сбора и сжигания концентрированных неконденсируемых газов. При этом побочным эффектом сжигания дурнопахнущих газов в отдельной печи является увеличение объема выбросов NO_x в том случае, если не предпринимаются контрмеры.

Технология используется на многочисленных предприятиях Европы и Америки в течение нескольких лет без каких-либо проблем. [2, 3]

В целом, можно сделать вывод, что сжигание выбросов в СРК чаще всего применимо для низкоконцентрированных газов. Сжигание выбросов в ИРП применимо для высококонцентрированных газов, но при этом оказывает влияние на стабильную работу, выбросы из ИРП, а также может привести к проблемам при эксплуатации ИРП. Наиболее оптимальной технологией для сжигания выбросов, является сжигание выбросов в специальной печи, оборудованной скруббером для улавливания SO_2 . Данная технология широко используется, обеспечивает стабильное сжигание выбросов, вне зависимости от работы СРК или ИРП, а также дополнительно возможно сжигание низкоконцентрированных газов.

Литература:

1. Справочник НДТ «Производство целлюлозы, древесной массы, бумаги, картона», утвержден приказом Росстандарта от 15 декабря 2015 г.
2. Проект «Разработка и реализация системы технологического нормирования на основе наилучших существующих технологий (НСТ) для предприятий ЦБП России в свете стратегий устойчивого развития. Сборник наилучшие существующие технологии в целлюлозно-бумажной промышленности/ Коровин Л. К., Гермер Э. И. — Санкт-Петербург.
3. Наилучшие доступные технологии: опыт и перспективы/ Королева Е. Б., О. Н. Жгилей — СПб., 2011 г. — 123 с.

Повышение эффективности разделения компонентов природного и попутного нефтяного газов

Мияссаров Руслан Фуарисович, аспирант;

Ишмурзин Абубакир Ахмадуллович, доктор технических наук, профессор

Уфимский государственный нефтяной технический университет (Республика Башкортостан)

Природный газ (ПГ) и попутный нефтяной газ (ПНГ) в последние годы расширили свои функции, перестав просто быть нефтехимическим сырьем, а становясь заместителями нефти. Поэтому актуальной задачей является более четкое отделение от метана высших сопутствующих компонентов на базе создания инновационного оборудования, используя современные газодинамические процессы, которые обеспечат углубленное извлечение целевых компонентов.

Большая часть технологий, предназначенных для сепарации компонентов газа и извлечения из него целевых фракций, базируется на использовании низкотемпературных процессов, в которых вследствие понижения темпе-

ратуры происходит конденсация и последующая экстракция компонентов газа. Технология промышленной обработки природных газов газоконденсатных месторождений в настоящее время характеризуется низкой степенью извлечения фракций: этана — около 10%, пропан-бутанов — 30%, компонентов C_{5+} до 95 мас. % от их потенциального содержания в пластовом газе. Относительно низкий уровень извлечения углеводородов на промышленных установках обусловлен применением процесса низкотемпературной сепарации (НТС) на температурном уровне до — 30 °С. На рисунке 1а и 1б представлены графики, отражающие степень извлечения жирных фракций природного газа в зависимости от температуры охлаждения.

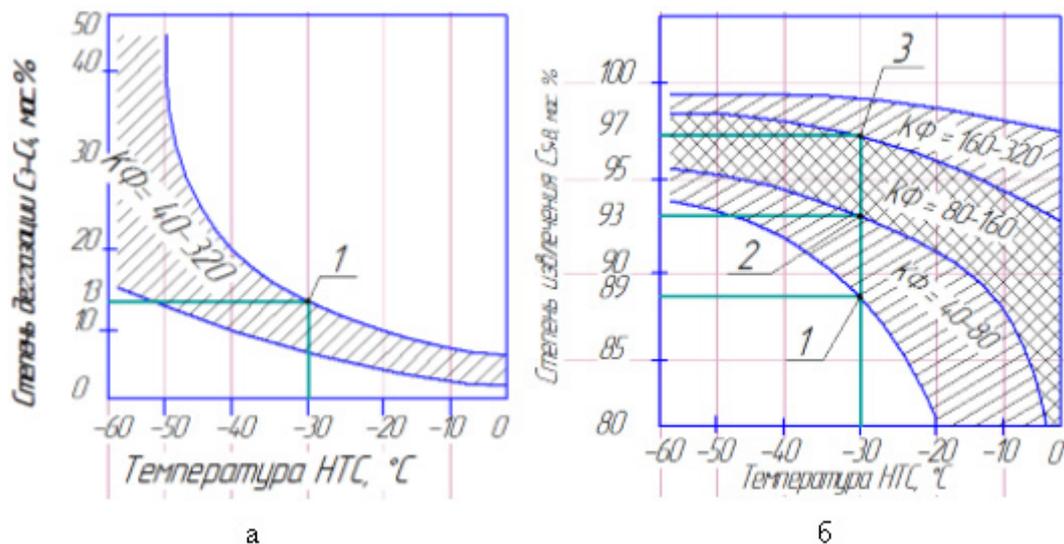


Рис. 1. Степень извлечения жирных фракций природного газа в зависимости от температуры охлаждения

Как видно из рисунка 1, б (кривая 2), при завершающей стадии разработки ГКМ, при конденсатном факторе ПГ 40–80 г/м³ степень извлечения $C_{5+выс}$ падает до 89%, а для $C_3 - C_4$ составляет всего лишь 13%. Существенное влияние на эффективность процесса сепарации оказывает выбор способа охлаждения газа. Обычно охлаждение осуществляется холодильными агрегатами в сочетании с рекуперативными теплообменными аппаратами. В сепарационных установках, в основном используют для охлаждения дроссельный клапан, турбодетандерный агрегат или холодильную машину. В зависимости от требуемой степени извлечения целевых фракций используют либо одно из перечисленных устройств, либо их комбинацию.

Изоэнтальпийное расширение газа

Дросселирование газа основано на применении эффекта Джоуля-Томсона, медленном протекании газа под действием постоянного перепада давлений сквозь дроссель. Установка низкотемпературной сепарации НТС с дросселем, на газоконденсатных месторождениях используют двух- или трехступенчатую сепарацию газа, его охлаждение между ступенями сепарации в рекуперативных теплообменниках, охлаждение газа за счет дросселирования, разделение образованной жидкости в разделителях на нестабильный конденсат и водный раствор ингибитора гидратообразования с частичной их дегазацией. При прохождении газа через дроссель в узком сечении скорость потока возрастает, кинетическая энергия расходуется на внутреннее трение между молекулами. С точки зрения термодинамики изоэнтальпийное расширение газа не вполне эффективно, поскольку потенциальная работа, которую мог бы совершить расширяющийся газ, усваивается потоком в виде теплоты.

Изоэнтропийное расширение газа

Самым распространенным способом понижения температуры на газоконденсатных промыслах является изоэнтропийное расширение, при помощи детандерного оборудования. Это наиболее эффективный с термодинамической точки зрения процесс, так как при расширении газ еще выполняет механическую работу. Эта работа может использоваться для выработки энергии, либо для компримирования газа. Использование турбодетандеров сопряжено не только с существенным увеличением капитальных и эксплуатационных затрат, но во многих случаях их применение невозможно из-за особенностей их эксплуатации. Например, использование этих агрегатов на многих морских платформах проблематично из-за необходимости их постоянного обслуживания, а в составе перспективных подводных добычных комплексов их применение невозможно.

В перспективе при изменении конъюнктуры рынка могут приобрести значительную актуальность технологические процессы обработки газа на температурном уровне до (-80) °С, которые сейчас реализуются исключительно в заводских условиях. На этом температурном уровне практически полностью извлекаются углеводороды $C_{5+в}$ и примерно 50–60% пропан-бутановой фракции. Кроме того, при необходимости может быть извлечено и до 50% этана [5]. Разумеется, низкотемпературные промышленные процессы обеспечивают и требования отраслевого стандарта к качеству подготовки товарного газа, поставляемого в газотранспортные системы (точки росы по влаге и углеводородам).

В настоящее время оборудование установок комплексной подготовки газа (УКПГ) не отвечает современным требованиям по снижению капитальных и эксплуатационных затрат при обустройстве и эксплуатации удаленных месторождений. Большие размеры низкотем-

пературных сепараторов (НТС) и низкотемпературных абсорберов (НТА) многозатратны в капиталовложении и обслуживании.

В этом направлении большое значение имеет повышение интенсивности отделения от метана сопутствующих его компонентов. За счет этого можно значительно уменьшить размеры аппаратов, увеличить температуру обработки газов до $(-50)^\circ\text{C}$ и выход целевых компонентов.

Например, для отделения пропан-бутановых фракций из ПГ на северных месторождениях применяется процесс низкотемпературной абсорбции (НТА) и извлекается около 17–25% компонентов, а интенсивной обработкой ПГ в поле центробежных сил по схеме, представленной на рисунке 2, можно добиться охлаждения газа до $(-50)^\circ\text{C}$ и извлечения пропан-бутановых фракций до 50–60% [5].

Принцип действия: Сырой газ поступает в сепаратор С-1, где за счет действия гравитационных сил из газа отделяется жидкая фаза. Далее все компоненты, находящиеся в газообразном состоянии, поступают в теплообменник Т-1, где охлаждается до минусовой температуры. И подается на вход завихрителя устройства 1 и поступает в сопло 3, где резко возрастает скорость, происходит снижение давления и температуры. В результате этого пропан-бутановая фракция переходит в жидкое состояние и поступает в вихревую трубу 4, где за счет центробежных сил отбрасывается к периферии, и далее выводится через кольцевые щели, образованные вихревой трубой 4 и диф-

фузором 5. Центральный поток газа проходит через диффузор 5 где частично восстанавливает свое давление.

В общем случае способ реализуется следующим образом. На вход форкамеры подается закрученный поток газовой смеси, подлежащий разделению, обеспечивающий центробежное ускорение в потоке во время прохождения им сопла не менее 10000 м/с^2 . Параметры газового потока, подаваемого на вход с тем, чтобы обеспечить требуемые значения ускорения, рассчитываются исходя из законов газодинамики и геометрии сопла [1]. Из форкамеры газовая смесь проходит в сопло и в результате адиабатического расширения охлаждается, на некотором расстоянии от критического сечения сопла начинается процесс конденсации газового компонента с наиболее высокой температурой перехода в жидкую фазу (точка росы пропана). Под действием центробежных сил образовавшиеся капли прижимаются к стенкам сопла. Когда капли жидкой фазы под действием центробежных сил достигают в расчетных местах стенок сопла, то по ним начнется пленочное течение жидкости, которая будет попадать в кольцевую щель и эвакуироваться в приемник. Выбор места для отбора жидкой фазы каждого из компонентов на основании указанных соотношений повышает эффективность способа. При этом возможно исключить попадание газовой фазы в приемник с жидкой фазой, если на основании расчетов выполнить ширину щели равной толщине пленки жидкой фазы в данном месте.

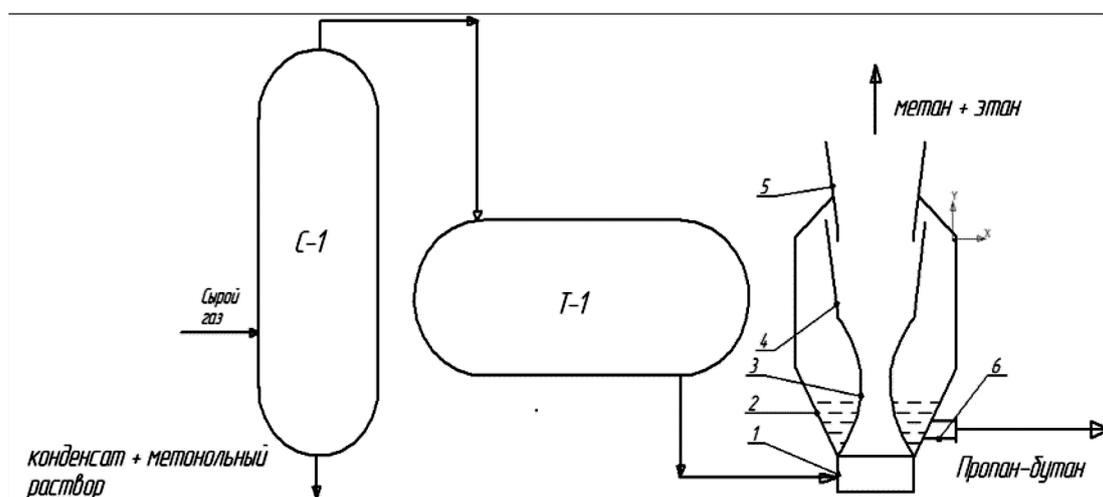


Рис. 2. Схема разделения газов: 1 – завихритель; 2 – корпус; 3 – сверхзвуковое сопло Лавалья; 4 – вихревая труба; 5 – диффузор; 6 – вывод пропан-бутана

Литература:

1. Андреев, О. П., Минигулов Р. М., Корытников Р. В., Багиров Л. А., Имаев С. З. Технологические схемы УКПГ на основе 3S-технологии для северных нефте-газоконденсатных месторождений // Наука и техника в газовой промышленности. — 2009. — № 2. — с. 4–10.
2. Берлин, М. А., Аношина К. В. Не попутчик неудобный, а равноправный «пассажир» // Сфера. Нефть и газ. — 2013 — № 4 — с. 106–110.
3. Берлин, М. А., В. Г. Гореченков, Н. П. Волков. Переработка нефтяных и природных газов. — Москва: Химия, 1981. — 472с

4. Берлин, М.А. «Неудобный попутчик» //Сфера. Нефть и газ. — 2013— № 1— С 90–92.
5. ГриценкоА., И., ИстоминВ. А., КульковА. Н., Сулейманов Р.С. Сбор и промысловая подготовка газа на северных месторождениях России. — Москва: ОАО «Издательство Недр», 1999. — 473 с.
6. Информационно аналитический центр RUPEC

ОБЩИЕ ВОПРОСЫ ТЕХНИЧЕСКИХ НАУК

Структурные исследования природных ландшафтов Соловецких островов

Васендина Ирина Сергеевна, ассистент;

Гурьев Александр Тимофеевич, доктор технических наук, профессор

Северный (Арктический) федеральный университет имени М. В. Ломоносова (г. Архангельск)

В статье рассматриваются природные ландшафты Соловецких островов как сложная система, выделяется их иерархическая структура. Сделан вывод о исследовании природных ландшафтов с помощью дешифрации снимков высокого разрешения, полученных с БПЛА, выявлены закономерности параметров съёмки с БПЛА в зависимости от уровня иерархии. Приведена методика выбора опытных площадей, сбора полевых данных об отдельных объектах территории и проведения съёмки территории с БПЛА.

Ключевые слова: *природные ландшафты Соловецких островов, иерархическая структурная модель природных ландшафтов, съёмка местности с БПЛА, методика выбора опытных площадей, сбора полевых данных об отдельных объектах территории и проведения съёмки территории с БПЛА*

Природные ландшафты Соловецких островов представляют собой целостный объект, который является сложной системой, состоящей из объектов живой природы, а именно растительности, в рамках исследования.

Объекты такой системы имеют сложную структуру и большое количество разнообразных характеристик. Для исследования столь сложных систем необходима их формализация [1]. Формальное описание объектов системы выполнено с использованием аппарата теории полихроматических множеств и графов [2, с. 17]. Для разработки структурной модели природных ландшафтов Соловецких островов была проведена систематизация объектов, свойств и отношений объектов ландшафтов. В результате исследований была создана иерархическая модель природных ландшафтов (рис. 1). Модель описывает структуру природных ландшафтов на трех уровнях: уровень неделимого объекта A^0 , уровень площадных объектов A^1 , и уровень отдельных объектов A^2 . На каждом уровне иерархии объекты также обладают своими свойствами и наследуют свойства объекта высшего уровня.

На первом уровне иерархии выделены характерные для приарктической территории площадные объекты: леса, болота, луга, тундровые пустоши, литораль (приливно-отливная зона). Каждый из объектов на следующем уровне иерархии представляется полихроматическим множеством составляющих его отдельных объектов. Так леса и болота на втором уровне иерархии представлены множеством деревьев, кустарников, кустарничков, мхов и трав, луга — множеством кустарников, кустарничков и трав, тундровая пустошь — множеством кустарников, кустарничков, мхов и камней, литораль — множеством камней, скоплениями водорослей, прибрежного мусора и областями песка.

Для комплексного исследования объектов природных ландшафтов Соловецких островов и их отношений можно использовать информацию, получаемую при анализе изображений территорий, получаемых с БПЛА. В зависимости от параметров съёмки различной будет степень детализации объектов территории на снимке, а значит и информация, полученная при анализе изображения. Так для описания объектов первого уровня в иерархической структурной модели природных ландшафтов достаточно менее детальной съёмки, в то время как для объектов второго уровня модели необходимо большая детализация. Также выявлена зависимость и в изменениях параметров и на одном уровне иерархии, в зависимости от свойств, входящих в него объектов.

Проведен анализ методик выбора опытных площадей для описания территорий и факторов, влияющих на выбор типовых объектов на территории. В результате анализа были сделаны выводы о недостаточных требованиях к опытному участку при задаче распознавания отдельных объектов. Исходя из анализа методик, выявленных закономерностей съёмки и с использованием иерархической структурной модели природных ландшафтов, для исследования объектов была разработана методика выбора опытных площадей, сбора полевых данных об отдельных объектах территории и проведения съёмки территории с БПЛА, которая представляется следующими этапами:

1. Обзор наиболее распространенных видов растительности для данной климатической зоны с учетом характеристик расположения природного ландшафта по литературным источникам.

2. Выделить 1–2 пробные площади каждого элемента первого уровня иерархии природных ландшафтов, по возможности граничащие друг с другом и содержащие наи-

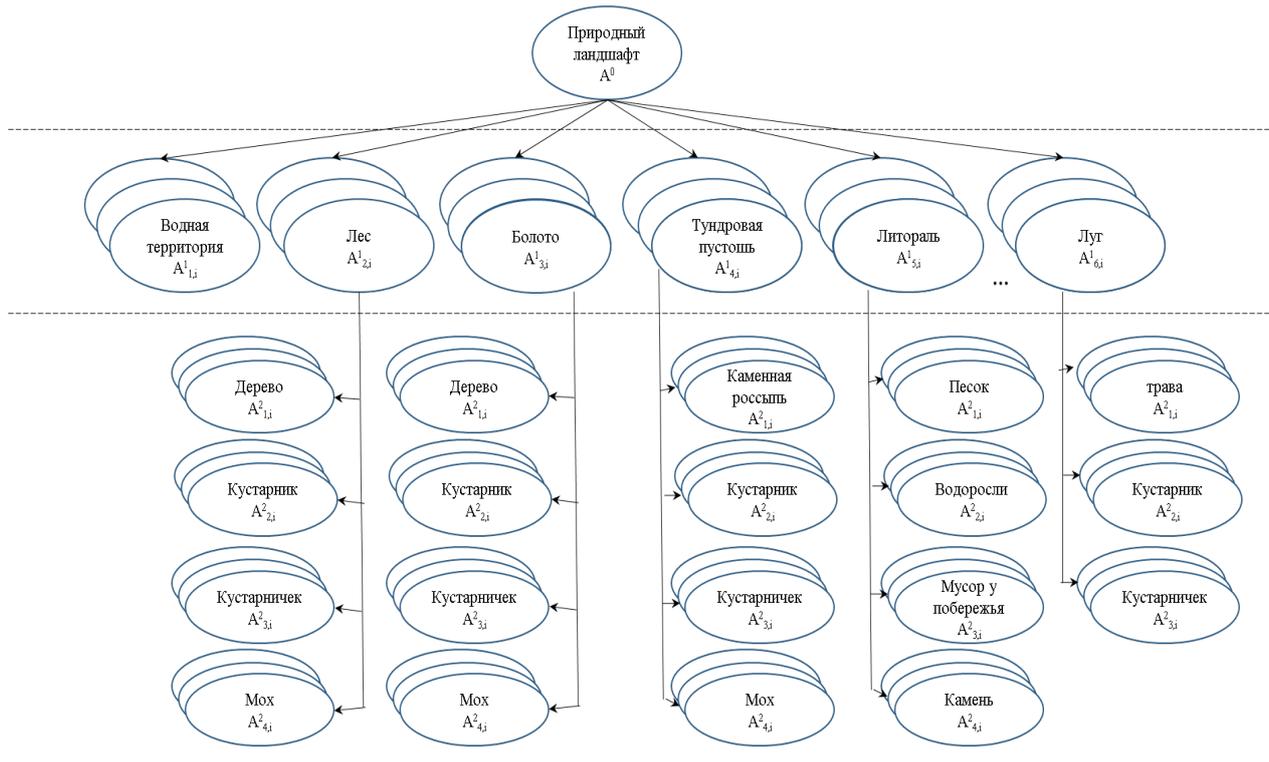


Рис. 1. Иерархическая модель природных ландшафтов

более распространенные виды растительности каждого элемента второго уровня иерархии. Места для закладки опытных площадей выбирают по планам лесонасаждений, имеющимся материалам аэрофотосъемки, таксационным описаниям лесоустройства, отчетам биологических экспедиций или на основе наземной или воздушной рекогносцировки (разведки), по возможности вблизи путей транспорта.

3. При сборе полевых данных на опытных площадях выбирают по определенному числу объектов из каждого класса элементов объектов второго уровня иерархии в модели. Каждый объект структурно описывают согласно набору свойств, соответствующих классу объекта в модели. Отдельно прописываются выявленные отношения с другими объектами, в качестве графического описания может быть сделан снимок объекта на местности.

Ход для сбора полевых данных подбирают с расчетом наиболее полного охвата разнообразия растительности на исследуемой территории по основным показателям: породному составу, возрасту, условиям местопрорастания, типу местности.

Все опытные площади и объекты, выделенные при полевых исследованиях, должны иметь географическую привязку и быть точно опознаны на снимках. Точное нанесение объектов полевого исследования на снимок осуществляется путем выбора на местности легко распознаваемых на снимке точек с измерением их географических координат и привязке по ним снимка и выделенных во время полевого исследования объектов.

4. Съёмка производится с БПЛА пробных площадей в зависимости от принадлежности к типу объекта. Для типов объектов с большой разностью в высотах растительности (леса, болота) высота съёмки увеличивается и может варьироваться от 50 до 150 м; для типов объектов с незначительной разностью в высотах растительности (луга, пустоши) высота съёмки уменьшается до 30–70 м, для литорали, из-за особенностей объектов второго уровня иерархии, высота съёмки — 30–15 м. Съёмка производится с БПЛА при достаточной освещенности и ветре меньше 3 м/с.

В соответствии с разработанной методикой для исследования природных ландшафтов Соловецких островов была изучена и выделена наиболее распространенная растительность, в соответствии с чем были заложены опытные площадки по две на каждый тип объектов первого уровня иерархии. В результате полевых исследований были выделены опорные точки для геопривязки данных на снимках и описаны по 5–10 объектов из каждого класса объектов второго уровня иерархии согласно требуемым характеристикам. В рамках исследования была проведена съёмка с БПЛА с следующими параметрами высоты съёмки для объектов: для лесных территорий, болот, тундровых пустошей — 50 м и 100 м (рис. 2), для литорали — 15 м и 30 м (рис. 3).

Полученные в результате съёмки с БПЛА снимки и полевые данные являются в дальнейшем исходной информацией для интеллектуального анализа изображений природных ландшафтов Соловецких островов.

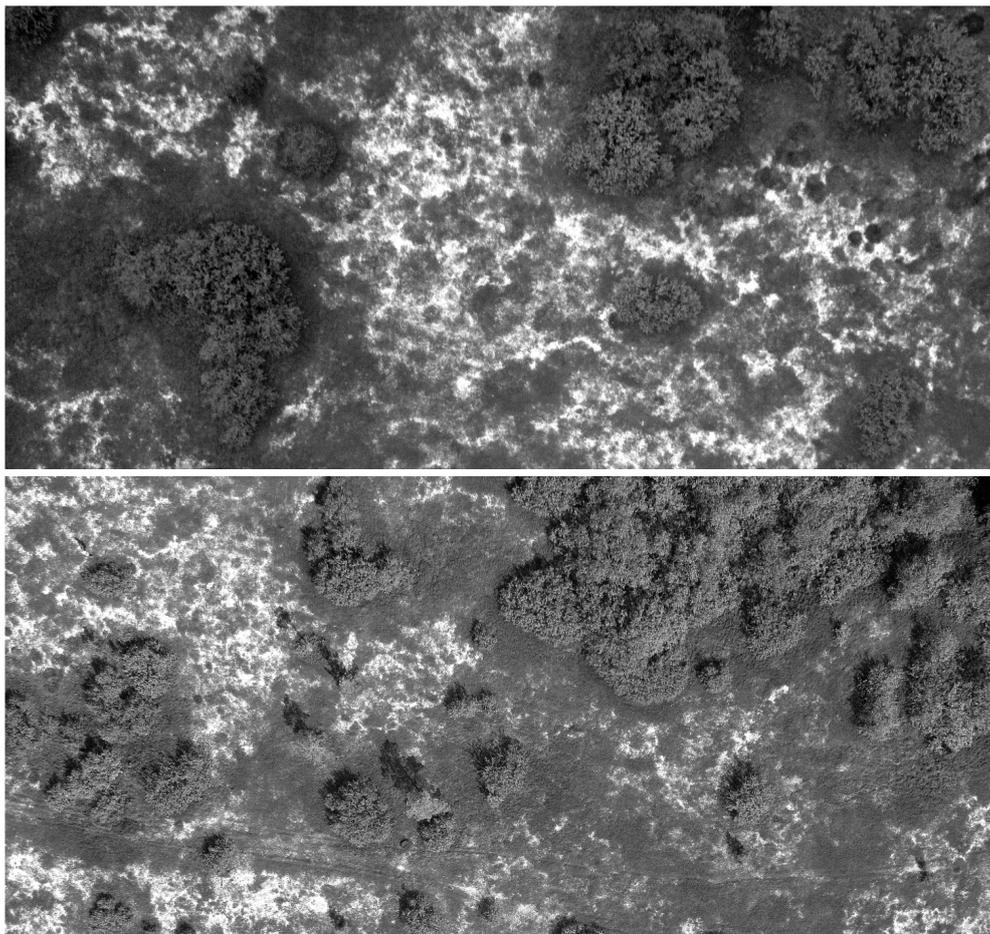


Рис. 2. Съёмка территории с БПЛА с высоты 50м (сверху) и 100м (снизу)

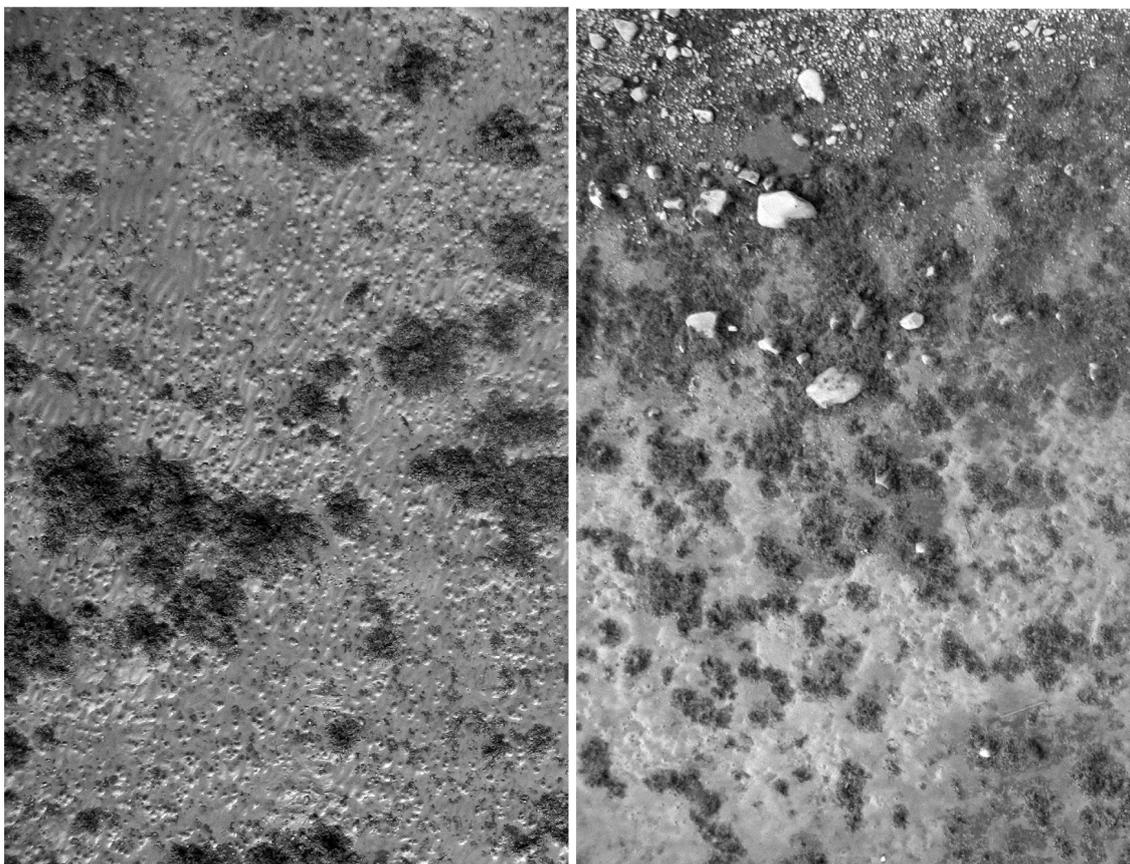


Рис. 3. Съёмка литорали с БПЛА с высоты 15м (слева) и 30м (справа)

Литература:

1. Инновационная парадигма устойчивого развития науки. Теория и практика 15–16 декабря 2016 года, г. Санкт-Петербург. — СПб: Изд-во «КультИнформПресс», 2016. — с. 55–56
2. Павлов, В. В. Структурное моделирование в CALS-технологиях / В. В. Павлов; [отв. ред. Ю. М. Соломенцев]; Ин-т конструкторско-технологической информатики РАН. — М.: Наука, 2006. — 307 с.

Интерактивный метод преподавания на кафедре технических дисциплин в Казахском университете инновационных и телекоммуникационных систем

Есенбекова Ажар Эдуардовна, магистр, старший преподаватель;
Дусталиева Самира Мейведдиновна, магистр, старший преподаватель
Казахстанский университет инновационных и телекоммуникационных систем (г. Уральск)

Иntenсивные процессы структурных изменений, протекающие в экономике Республики Казахстан обусловили высочайший спрос на специалистов новой формации, которые должны исходя из данной исторической, экономической и политической ситуации протекающей в стране успешно реализовать эти процессы. Практика, интересы экономики, интенсивные пути развития по которым движется наша страна, должна диктовать цели, методы и содержание высшего образования. [1]

В процессе интеграции Казахстана в общеевропейское образовательное пространство, конечно же выделило потребность государства в мобильных, компетентных, конкурентоспособных специалистах, которые могут справиться с трудностями решений поставленных задач в отношении технической компетентности. В учреждениях среднего и высшего профессионального образования, чтобы развить в учащих ключевые компетенции используют выражение — активные и интерактивные методы и приемы обучения. Возникает вопрос: Что такое интерактивный метод, какие виды есть? В специальной литературе есть разные трактовки терминов «метод обучения» и «прием обучения». По сути — это способ взаимодействия учителя и учащихся, с помощью которого происходит передача знаний, умений и навыков.

Интерактивным называется такое обучение, которое основано на взаимоотношении и взаимодействии обучающихся с преподавателем, а также друг с другом и на доминировании активности студентов в процессе обучения, находясь в режиме беседы, диалога. Главной задачей преподавателя является взаимодействия учащихся, которые обсуждают вопросы, спорят и соглашаются между собой, стимулируют и активизируют друг друга. При применении интерактивных методов сильнее всего действует на интеллектуальную активность дух соревнования, состязательности, который проявляется, когда люди коллективно ищут истину. [2]

Во время таких занятий от преподавателя и студентов требуется гораздо больше активности и творчества, чем тогда, когда оно проходит в форме пересказа вычитанных

в книгах или давно известных истин. В современном мире много информации прямо под рукой, и как следствие мы теряем интерес к познанию, а интерактивный метод дает возможность разбудить интерес студентов к знаниям. Формы участия преподавателя на занятиях, используя интерактивный метод, могут быть самыми разнообразными, но ни в коем случае не навязыванием своего мнения. Лучше всего это делать путем тонко рассчитанного управления ходом занятий, через постановку проблемных вопросов, требующих продуктивного мышления, творческого поиска истины.

Активные методы предполагают равнозначное участие учителя и учащихся в образовательном процессе. Признаки активных методов обучения является активизация мышления, причем студент вынужден быть активным, говорить и доказывать свою точку зрения, при этом студент работает не эпизодически, а в течение всего учебного процесса.

Рассмотрим часто используемые методы активного обучения в нашем университете:

Презентации — наиболее простой и доступный метод для использования на уроках. Это демонстрирование слайдов, подготовленных самими учащимися по теме. [2]

Кейс-технологии — используются в педагогике с прошлого века. Строится на анализе смоделированных или реальных ситуаций и поиске решения. Причем различают два подхода к созданию кейсов. Американская школа предлагает поиск одного-единственного правильного решения поставленной задачи. Европейская школа, наоборот, приветствует многогранность решений и их обоснование. [2]

Дидактические игры — в отличие от деловых игр, дидактические игры регламентируются жестко и не предполагают выработку логической цепочки для решения проблемы. Игровые методы можно отнести и к интерактивным методам обучения. Все зависит от выбора игры. [2] Так, популярные игры-путешествия, спектакли, викторины, КВН, «Поле чудес», «Что? Где? Когда?», ребусы, пантомима, крокодил, умник и умница — это приемы из арсе-

нала интерактивных методов, так как предполагают взаимодействие студентов друг с другом.

Методы и приемы интерактивного обучения

Мозговая атака — поток вопросов и ответов, или предложений и идей по заданной теме, при котором анализ правильности/неправильности производится после проведения атаки. Название метода родилось в системе управления, а также в сфере научных исследований. Он широко применяется в экономической управленческой деятельности, менеджменте. Метод заключается в поиске ответа специалистов на сложную проблему посредством интенсивных высказываний всевозможных приходящих в голову идей, догадок, предположений, случайных аналогий. Золотое правило мозговой атаки — ничего из произнесенного участниками не подвергать сомнению, не критиковать, а обеспечить полную свободу высказывания любых идей. Такая психологическая свобода позволяет вести себя раскованно, не бояться ставить себя в неловкое положение неудачной репликой, показаться неумным, смешным и т. д. В такой обстановке рождаются самые невероятные, поистине сумасшедшие идеи, многие из которых в дальнейшем, после тщательного анализа могут быть отсеяны, но неожиданно возникает то, что надо для решения данной проблемы. Ради этого и затевается мозговая атака. Метод мозговой атаки может быть использован в преподавании психологии, когда ставится цель убедить обучаемых в трудности разрешения какой-либо проблемы.

Кластеры, сравнительные диаграммы, пазлы — поиск ключевых слов и проблем по определенной мини-теме. [2]

Интерактивный урок с применением аудио- и видеоматериалов, ИКТ. Например, тесты в режиме онлайн, работа с электронными учебниками, обучающими программами, учебными сайтами.

Круглый стол (дискуссия, дебаты) — групповой вид метода, которые предполагает коллективное обсуждение учащимися проблемы, предложений, идей, мнений и совместный поиск решения. Метод круглого стола был заимствован из области политики и науки. В обучении метод круглого стола используется для повышения эффективности усвоения теоретических проблем путем рассмотрения их в разных научных аспектах, с участием специалистов разного профиля. [2] Так, например, для студентов кафедры «Технических дисциплин» в Казахском университете инновационных и телекоммуникационных систем, изучающих дисциплину «Теория электрических связей», мы (Дусталиева С. М., Есенбекова А. Э.), провели занятие по теме «Виды связи и применение их в Западно-Казахстанской области в г. Уральск», используя комбинированные групповые интерактивные методы, которые включали в себя дебаты, дискуссию, тренинг, игры. На занятии присутствовали и другие преподаватели с кафедры, они задавали студентам вопросы, уточняли их высказывания, давали разъяснения, приводили примеры. Студенты были тщательно подготовлены к занятию. Они высказывали свои мнения, взаимодействовали друг с

другом и с преподавателями, сумели полностью раскрыть тему, выступали и давали полные ответы на поставленные вопросы, приводили примеры из жизни. Такие занятия дают возможность создать условия для творчества студентам, их фантазии и выдумки и умение применить их в обучении, в работе.

Деловые игры (в том числе ролевые, имитационные, луночные) — достаточно популярный метод, который может применяться даже в начальной школе. Во время игры учащиеся играют роли участников той или иной ситуации, примеривая на себя разные профессии. [2]

Аквариум — одна из разновидностей деловой игры, напоминающая реалити-шоу. При этом заданную ситуацию обыгрывают 2–3 участника. Остальные наблюдают со стороны и анализируют не только действия участников, но и предложенные ими варианты, идеи. [2]

Метод проектов — самостоятельная разработка учащимися проекта по теме и его защита. [2]

Эвристическая беседа. Метод получил название от восходящего к Сократу метода обучения «эвристика» (гр. — нахожу, отыскиваю, открываю). Данный метод путем искусно сформулированных наводящих вопросов и примеров побуждал учеников прийти к самостоятельному правильному ответу. По своей психологической природе эвристическая беседа, в современном понимании — это коллективное мышление или беседа как поиск ответа на проблему. В педагогике этот метод принято считать методом проблемного обучения (проблемно-поисковая беседа). Объясним, почему эвристическую беседу мы рассматриваем не в ряду методов проблемного обучения, хотя она построена на мыслительном поиске решения учебной проблемы. Дело в том, что в беседе мыслительный поиск превращается в поиск коллективный, где происходит обмен мнениями, предположениями, догадками, различными вариантами промежуточных решений, когда учащиеся ищут истину во взаимодействии и во взаимопомощи, активизируя мышление друг друга. Следует иметь в виду, что этот метод предполагает наличие у учащихся определенного запаса знаний, представлений, понятий. При подготовке к беседе преподаватель должен: а) четко определить цель; б) составить план-конспект; в) подобрать наглядные средства; г) сформулировать основные и вспомогательные вопросы. Важно правильно формулировать и задавать вопросы: — они должны быть логически связаны; — они должны соответствовать уровню развития учащихся; — они не должны подсказывать ответ. [2]

Помните: вопрос задается всей группе. После небольшой паузы для обдумывания вызывается студент. Необходимо привлекать других студентов исправлять, уточнять, дополнять ответ. Беседа — сложный метод, так как требует определенного напряжения сил, соответствующих условий, мастерства преподавателя, который внимательно слушает ответы, правильные одобряет, ошибочные комментирует, уточняет и вовлекает в процесс работы всю группу.

Дискуссия как метод интерактивного обучения успешно применяется в системе учебных заведений на Западе, в последние годы стала применяться и в нашей системе образования. Смысл данного метода состоит в обмене взглядами по конкретной проблеме. Это активный метод, позволяющий научиться отстаивать свое мнение и слушать других. Обычно предполагается, что из мышления рождается ответ на высказывание оппонента в дискуссии, поэтому разномыслие и рождает дискуссию. Однако дело обстоит как раз наоборот: спор, дискуссия рождает мысль, активизирует мышление, а в учебной дискуссии к тому же обеспечивает сознательное усвоение учебного материала как продукта мыслительной его проработки. Метод дискуссии используется в групповых формах занятий: на семинарах-дискуссиях, собеседованиях по обсуждению итогов выполнения заданий на практических и лабораторных занятиях, когда студентам нужно высказываться. На лекции дискуссия в полном смысле развернуться не может, создает атмосферу коллективного размышления и готовности слушать преподавателя, отвечающего на этот дискуссионный вопрос. [2]

Все активные и интерактивные методы обучения призваны решать главную задачу — научить студента учиться.

Литература:

1. «Концепция современного образования в Казахском университете инновационных и телекоммуникационных систем». Есенбекова А. Э., Кубегенова А. Д. Педагогика: традиции и инновации: материалы VIII междунар. науч. конф. (г. Челябинск, январь 2017 г.). — Челябинск: Два комсомольца, 2017.
2. «Использование интерактивных методов обучения как средство активизации познавательной деятельности учащихся» Виноградова Е., Головенко Т., Воронович В., Кудрявцева С. А., Телеш Н., Деменковец И., в рамках проекта Ассоциации по международным вопросам при поддержке программы TRANS Министерства иностранных дел Чешской Республики.

Методы оценки рисков в области техносферной безопасности

Спатарь Екатерина Валерьевна, магистрант;
Чемезов Егор Николаевич, доктор технических наук, профессор
Северо-Восточный федеральный университет имени М.К. Аммосова (г. Якутск)

Данная статья посвящена методам оценки рисков. Была сделана попытка рассмотрения понятия оценки рисков в области техносферной безопасности.

Ключевые слова: *техносферная безопасность, методы оценки рисков, анализ рисков*

При разработке проблем риска и обеспечении безопасности технических систем самое пристальное внимание уделяется системному подходу к учету и изучению разнообразных факторов, влияющих на показатели риска, именуемому анализом риска.

Анализ риска, или риск-анализ (risk analysis), — процесс идентификации опасностей и оценки риска для отдельных лиц, групп населения, объектов, окружающей природной среды и других объектов рассмотрения.

То есть истина не должна преподноситься «на блюдечке». Гораздо важнее развивать критическое мышление, основанное на анализе ситуации, самостоятельном поиске информации, построению логической цепочки и принятию взвешенного и аргументированного решения.

В заключении хотелось бы нам сказать, что не только можно преподавать, используя интерактивный метод, но и использовать интерактивные методы для закрепления и контроля знаний. Для закрепления и контроля знаний мы используем уровневые задания, они очень удобные, потому что студентам дается возможность оценить свои знания, по выполненным заданиям и как следствие они эффективны на любых курсах. Мы можем сказать, что использование методов зависит от самого преподавателя и научной значимости содержания изучаемой темы. А цель занятия у всех одна — достичь целостного представления об изучаемом явлении, событии, процессе, которые отражаются в теме или в разделе программы. Интерактивные методы обучения в преподавании создают обстановку, в которой взаимоотношения между преподавателем и студентами не только придают учебным занятиям активный характер в познавательном смысле, но и превращают их в процесс воспитательный.

Особенность анализа риска заключается в том, что в ходе его рассматриваются потенциально негативные последствия, которые могут возникнуть в результате отказа в работе технических систем, сбоев в технологических процессах или ошибок со стороны обслуживающего персонала. Разумеется, можно рассматривать и негативные воздействия на людей и окружающую природную среду при безаварийном функционировании производства (за счет выбросов или утечки вредных, или опасных ве-

ществ, неочищенных стоков и т. д.). Результаты анализа риска имеют существенное значение для принятия обоснованных и рациональных решений при определении места размещения и проектировании производственных объектов, транспортировании и хранении опасных веществ и материалов. В процессе анализа риска находят широкое применение формализованные процедуры и учет разнообразных ситуаций, с которыми может столкнуться управляющий персонал в процессе своей деятельности, особенно при возникновении чрезвычайной обстановки. Неопределенность, в условиях которой во многих случаях должны приниматься управленческие решения, накладывает отпечаток на методику, ход и конечные результаты анализа риска. Методы, используемые в процессе анализа, должны быть ориентированы прежде всего на выявление и оценку возможных потерь в случае аварии, стоимости обеспечения безопасности и преимуществ, получаемых при реализации того или иного проекта. Анализ риска имеет ряд общих положений независимо от конкретной методики анализа и специфики решаемых задач. Во-первых, общей является задача определения допустимого уровня риска, стандартов безопасности обслуживающего персонала, населения и защиты окружающей природной среды. Во-вторых, определение допустимого уровня риска происходит, как правило, в условиях недостаточной или непроверенной информации, особенно когда это касается новых технологических процессов или новой техники. В-третьих, в ходе анализа в значительной мере приходится решать вероятностные задачи, что может привести к существенным расхождениям в получаемых результатах. В-четвертых, анализ риска нужно рассматривать как процесс решения многокритериальных задач, которые могут возникнуть как компромисс между сторонами, заинтересованными в определенных результатах анализа. Анализ риска может быть определен как процесс решения сложной задачи, требующий рассмотрения широкого круга вопросов и проведения комплексного исследования и оценки технических, экономических, управленческих, социальных, а в ряде случаев и политических факторов.

Анализ риска должен дать ответы на три основных вопроса:

— Что плохого может произойти? (Идентификация опасностей).

— Как часто это может случаться? (Анализ частоты).

— Какие могут быть последствия? (Анализ последствий).

Основной элемент анализа риска — идентификация опасности (обнаружение возможных нарушений), которая может привести к негативным последствиям. [1, с. 11]

Методы оценки рисков

1. Статистические методы

Методы статистического анализа обычно применяются для установления (или отрицания) факта существования риска при наличии определенного и часто значительного объема информации, отражающей частоту негативных со-

бытий, уровни понесенных прямых и косвенных ущербов, реальные и нормативные показатели силы воздействия и т. п.

Статистические методы условно можно разделить на прямые и косвенные. К косвенным относятся методы корреляционного анализа, основанные на использовании коэффициентов корреляции и эластичности. В частности, на существование риска заболеваемости может указывать высокое значение коэффициента корреляции между уровнем концентрации загрязнителя в той или иной сфере окружающей среды и уровнем заболеваемости населения, рассчитанного по информации, отражающей соответствующие показатели на совокупности территорий. Корреляционный анализ, например, подтверждает существование прямых взаимосвязей между концентрацией СО в атмосфере и частотой заболеваний астмой, концентрацией свинца в атмосфере, воде и заболеваниями крови, концентрацией азотсодержащих и хлорсодержащих соединений в воде и заболеваниями желудка и почек, уровнем бактериального загрязнения вод и кишечными заболеваниями и т. д.

Аналогичным образом высокие показатели коэффициента корреляции между характеристиками качества окружающей среды (например, ПДК воздуха) и показателями скорости износа фондов (оборудования, зданий и т. д.), рассчитанного на основе информации, собранной по территориям и имеющимся на них предприятиям, могут служить подтверждением существования риска материальных, имущественных потерь у предприятий и населения, находящихся на загрязненной территории.

2. Экспертные методы

Экспертные методы находят все большее применение при решении задач идентификации рисков, в том числе и в области промышленной безопасности. Это связано с тем, что в некоторых случаях еще не собрана статистическая база о частоте негативных событий, возможных ущербах от них, в других — затруднено системное представление процессов формирования риска. В данных условиях использование статистических и аналитических методов для его идентификации не представляется возможным и приходится призывать на помощь опыт и интуицию специалистов (экспертов).

Экспертные методы обычно сочетаются с математическими методами обработки результатов экспертиз, позволяющими отсеять случайные решения (выводы), выявить оригинальные мнения экспертов, свободные от влияния устаревших «традиций», установить группы экспертов, придерживающихся сходных или противоположных взглядов на проблему риска, и определить причины такого сходства или различия.

Экспертные мнения относительно факта существования риска в различных ситуациях субъективны в том смысле, что различные люди по одному и тому же вопросу могут высказывать не совпадающие суждения. Но поскольку в основе каждого из них обычно лежит вполне определенная информация, накопленный опыт, резуль-

таты анализа объективной действительности, то предполагается, что различия между высказанными мнениями могут быть устранены, например, путем их взаимной коррекции, произведенной с учетом дополнительных сведений, полученных от других экспертов. [3, с. 46]

3. Логико-графические методы анализа опасностей и риска

Анализ причин промышленных аварий показывает, что возникновение и развитие крупных аварий, как правило, характеризуется комбинацией случайных локальных событий, возникающих с различной частотой на разных стадиях аварии (отказы оборудования, человеческие ошибки при эксплуатации/проектировании, внешние воздействия, разрушение/разгерметизация, выброс/утечка, пролив вещества, испарение, рассеяние веществ, воспламенение, взрыв, интоксикация и т. д.). Для выявления причинно-следственных связей между этими событиями используют логико-графические методы.

Модели процессов в системах «человек — машина» должны отражать процесс появления отдельных предпосылок и развития их в причинную цепь происшествий в виде соответствующих диаграмм причинно-следственных связей — **диаграмм влияния**. Такие диаграммы являются формализованными представлениями моделируемых объектов, процессов, целей, свойств в виде множества графических символов (узлов, вершин) и отношений — предполагаемых или реальных связей между ними.

Из анализа структуры диаграммы влияния следует, что основными ее компонентами служат узлы (вершины) и связи (отношения) между ними. В качестве узлов обычно выступают простейшие элементы моделируемых категорий (переменные или константы) — события, состояния, свойства, а в качестве связей — активности, работы, ресурсы и другие взаимодействия. Отношения или

связи между переменными или константами в узлах диаграммы графически представляются в виде линий, называемых дугами (**ребрами**).

Каждые два соединенных между собой узла образуют ветвь диаграммы. В тех случаях, когда узлы связаны направленными дугами таким образом, что каждый из них является общим ровно для двух ветвей, возникают **циклы (петли)**.

Переменные в узлах характеризуются **фреймами данных** — множеством выходов (значений, принимаемых переменными, неизменных во времени и между собой не пересекающихся) и условными распределениями вероятностей появления каждого из них.

С помощью предварительно построенных диаграмм — графов, сетей и деревьев — могут быть получены математические модели аварийности и травматизма.

В исследовании безопасности широкое распространение получила диаграмма влияния ветвящейся структуры, называемая **деревом событий** (отказов, происшествий). Это неориентированные графы, не имеющие циклы, являющиеся конечными и связными.

Структура дерева происшествий обычно включает одно, размещаемое сверху нежелательное событие — происшествие (аварию, несчастный случай, катастрофу), которое соединяется с набором соответствующих событий-предпосылок (ошибок, отказов, неблагоприятных внешних воздействий), образующих определенные их цепи или вещи. Листьями на ветвях дерева происшествий служат предпосылки — инициаторы причинных цепей, рассматриваемые как постулируемые исходные события, дальнейшая детализация которых не целесообразна. В качестве узлов дерева происшествий могут использоваться как отдельные события или состояния, так и логические условия их объединения (сложения или перемножения).



Рис. 1. «Дерево причин происшествия L» [2, с. 65]

Идея прогнозирования размеров ущерба от происшествий в человеко-машинных системах основана на использовании деревьев специального типа — деревьев исходов (вероятностных графов). Их построение позволяет учитывать различные варианты разрушительного воздействия потоков энергии или вредных веществ, высвободившихся в результате происшествия.

Анализ дерева происшествий связан с определением возможности появления или не появления головной со-

бытия — происшествия конкретного типа. Данные условия устанавливаются путем выделения из всего массива исходных предпосылок двух подмножеств, реализация которых либо приводит, либо не приводит к возникновению головной события. Такие подмножества делятся на аварийные сочетания предпосылок, образующие в совокупности с условиями их появления каналы прохождения сигнала до этого события, и отсекающие сочетания, исключающие условия формирования таких путей к головному

событию. Самым удобным способом выявления условий возникновения и предупреждения происшествий является выделение из таких подмножеств так называемых минимальных сочетаний событий, т. е. тех из них, появление которых минимально необходимо и достаточно для достижения желаемого результата.

При анализе методом деревьев отказов выявляются комбинации:

- отказов (неполадок) оборудования;
- ошибок персонала и внешних (техногенных, природных) воздействий, приводящих к основному событию (аварийной ситуации).

Данный метод используется для анализа возникновения аварийной ситуации и расчета вероятности (на основе знания вероятностей исходных событий).

Дерево отказов — это топологическая модель надежности и безопасности, которая отражает логико-веро-

ятностные взаимосвязи между отдельными случайными исходными событиями в виде первичных отказов или результирующих отказов, совокупность которых приводит к главному анализируемому событию. Таким образом, дерево отказов — это ориентировочный граф в виде дерева.

Структура дерева отказа включает одно головное событие (аварию, инцидент), которое соединяется с набором соответствующих нижестоящих событиями (ошибок, отказов, неблагоприятных внешних воздействий), образующих причинные цепи (сценарии аварий).

Для связи между событиями в узлах деревьев используются знаки «И» и «ИЛИ».

Логический знак «И» означает, что вышестоящее событие возникает при одновременном наступлении нижестоящих событий (соответствует перемножению их вероятностей для оценки вероятности вышестоящего события).

Литература:

1. Анализ техногенного риска: учебное пособие / Р. А. Шубин. — Тамбов: Изд-во ФГБОУ ВПО «ТГТУ», 2012. — 80 с.
2. Ноксология: учебное пособие / О. С. Власова — Волгоград: ВолгГАСУ, 2015. — 76 с.
3. Методы анализа и управления эколого-экономическими рисками: Учеб. пособие для вузов / Под ред. проф. Н. П. Тихомирова. — М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2015. — 350 с.

Об оценке несущей способности бруса круглого поперечного сечения пористой структуры при поперечном изгибе

Шляхов Станислав Михайлович, доктор физико-математических наук, профессор;

Гаврилов Данила Юрьевич, аспирант

Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А.

Рассмотрим напряженно-деформированное состояние бруса круглого поперечного сечения пористой структуры при поперечном изгибе. При изгибе бруса под действием поперечной силы Q , в поперечном сечении возникают не только нормальные напряжения, но и касательные.

Известно, что упругая характеристика материала — касательные напряжения τ_y является функцией пористости материала [1], [2]. На основе экспериментальных

данных для пористой стали, приведенных в таблице 1, зависимость $\tau_y(p)$ может быть представлена полиномом

Сглаживая заданную функцию методом наименьших квадратов, коэффициенты b_i найдем с помощью минимизации отклонения сглаживающей функции от заданных точек в некотором среднеинтегральном смысле.

$$\tau_T = b_1 + b_2 p + b_3 p^2 \quad (1)$$

Конечным результатом МНК будут являться значения соответствия τ_z пористости в границах от 0 до 0,43.

На рис. 1 приведен график функции (1) при значениях коэффициентов (МПа), приведенных в табл. 2. Точками обозначены экспериментальные значения упругих характеристик.

Таблица 1

Пористость	τ_T , Мпа
0	115,47
0,12	43,88
0,21	37,53
0,31	25,40
0,37	17,90
0,43	13,86

Таблица 2

b_1	109,87
b_2	-515,67
b_3	708,15

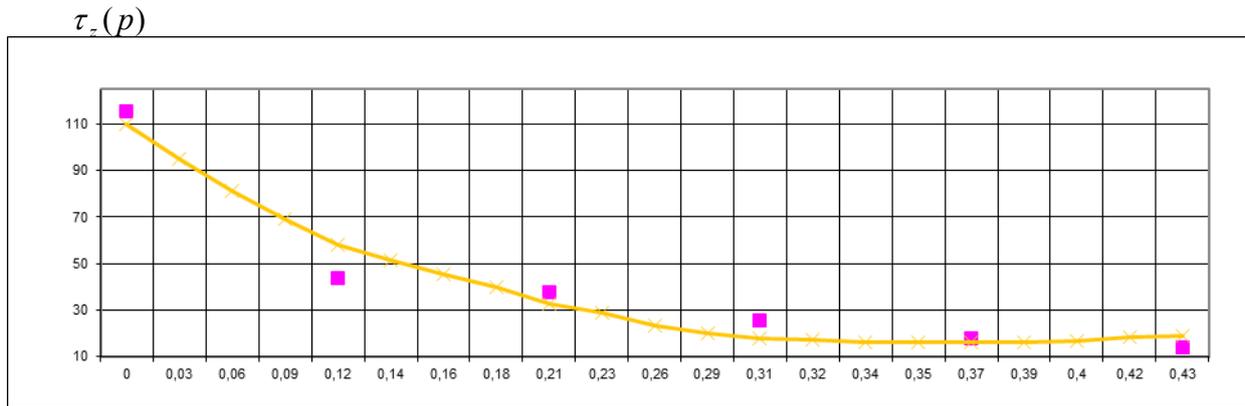


Рис. 1

В качестве примера рассмотрим брус радиусом 0,2 м. Для приближенного решения разобьем все сечения бруса по радиусу на «*n*» кольцевых элементов с наружными высотами $r_i, i=1,2,\dots,n$ с шагом $\Delta r = \frac{r}{2n}$ где r — радиус сечения бруса и «*m*» секторов с углом сектора $\varphi_j, j=1,2,3,\dots,m$ с шагом $\Delta\varphi = \frac{\varphi}{m}$.

Распределение пористости по поперечному сечению определено исходя из предельных нормальных напряжений и представлены на рис. 2

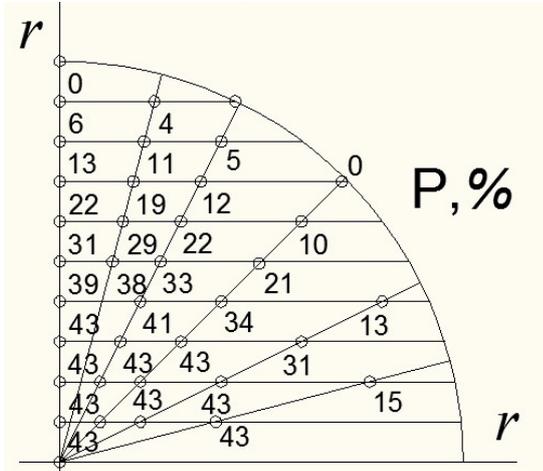


Рис. 2

Касательные напряжений в каждом элементе найдем по (1).

Эпюра распределения касательных напряжений представлена на рис. 3

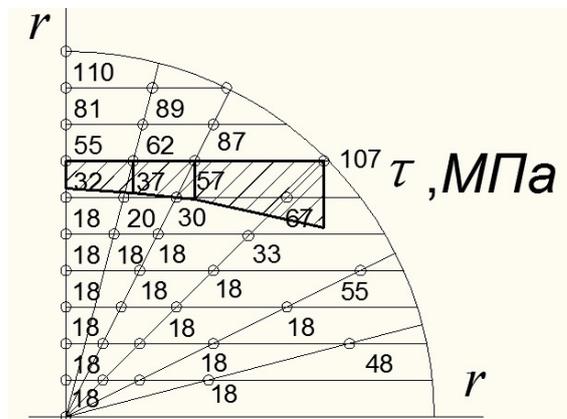


Рис. 3

Как известно,

$$Q = \int_A \tau_y = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m \tau_j (\varphi_j - \varphi_{j-1}) \cdot (r_i^2 - r_{i-1}^2) \quad (2)$$

Производя вычисления по (2), получаем, что суммарная поперечная сила Q , воспринимаемая брусом с рационально распределенной по сечению пористостью равна 1,590 кН, средняя пористость в сечении 29%.

При распределении пористости по квадратной параболе $P = P_0 \left(1 - \left(\frac{r}{R} \right)^2 \right)$ суммарная перерезывающая сила равна 1,493 кН, что на 6,1% ниже, чем при рационально подобранной пористости.

При средней пористости $Q=0,654$ кН, что на 59% ниже, чем при рационально подобранной пористости.

Таким образом, при рациональном подборе пористости подтверждено повышение несущей способности бруса круглого поперечного сечения при изгибе.

Литература:

1. Кашталян, Ю. А. Характеристики упругих материалов при высоких температурах. /Ю. А. Кашталян. Киев. Наукова думка, 1970. 112 с.
2. Белов, С. В. Пористые металлы в машиностроении. / С. В. Белов. Москва. Машиностроение, 1981. 247 с.

НОВЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ

Системы с приставкой «нано»: трубки, волокна, мембраны

Варенцов Владимир Андреевич, студент

Ухтинский государственный технический университет (Республика Коми)

Сегодня наносистемы распространены почти во всех сферах и науках, они представляют огромный интерес для фундаментальной науки и практических приложений. В России нанотехнологии рассматриваются как одно из наиболее приоритетных направлений в инновационном развитии страны. Практически во всех развитых странах в данной области существуют крупные национальные проекты. Для современных ученых и специалистов, в какой бы области они не работали, знание наносистем становится необходимым элементом общей эрудиции и квалификации. В данной работе мы рассмотрим основные понятия об системах с приставкой «нано-», их характеристику и способы применения в нашей жизни.

Приставка «нано» в наши дни является едва ли не символом передовых технологий. И действительно, наукоёмкие отрасли промышленности полным ходом используют пресловутые нанотехнологии для достижения большего эффекта в производстве.

Под наносистемой понимают систему, содержащую объект, хотя бы одно из измерений которого составляет величину 1–100 нм, «определяющие основные свойства и характеристики этой системы» [1]

Нано-дольная приставка в системе единиц СИ, означающая множитель 10^{-9} степени с греческого переводится как «гном», «карлик»

Нановолокна производят посредством самосборки, формования из расплава, электропродувки, синтеза на темплатах, силового спиннинга и других методов. Однако электроформование сегодня остаётся единственным промышленным способом изготовления, при котором раствор из полимеров формирует нановолокна и является источником высокого электрического напряжения. Промышленное же использование нановолокна началось с 1938 года. Правда, первые попытки не приносили существенных успехов. А поточное производство и использование нановолокон началось в 80-х годах прошлого столетия. За 25 лет наука сильно шагнула вперёд в этом направлении. И ныне применение нановолокна поистине многообразно: строительство, сельское хозяйство, транспортное сообщение, медицина, военная промышленность — трудно представить себе значимую отрасль человеческой деятельности, в которой бы сегодня не использовали нановолокна. Наиболее часто их применяют в технологиях очистки воздуха, так как они прекрасно из-

бавляются от самых мелких частиц, включая вирусы и бактерии. А американские ученые из научной лаборатории ВМС разработали полимерные нановолокна, которые способны удалять химические и биологические загрязнения. Это изобретение наверняка найдёт своё применение в производстве средств индивидуальной защиты для военнослужащих и мирного населения.

Кроме того, нановолокна позволяют улучшать принципиальные характеристики различных материалов, влияя на их электропроводность, прочность, химическую активность и многие другие качества.

В сфере медицины нановолокна используются в области лечения ран и инженерии тканей. В частности, они применяются в мануфактуре повязок, а также для создания искусственных костей, восстановления кровеносных сосудов и нервной системы. Изобретённый чешской фирмой «Contiprog» лабораторный прибор 4SPIN (R) может изготавливать волокно с упорядоченной структурой из органического вещества, которое не отторгается человеческим организмом. Нановолокно производится данным прибором из гиалуроновой кислоты — полисахарида, содержащегося в коже человека и внутренней части глаза. Создатели прибора утверждают, что данное нановолокно способно создавать новые хрящи, восстанавливать поврежденные нервы. [4]

Нанотрубки — это аллотропная модификация углерода. Чтобы представить себе их строение, обратимся к самой устойчивой форме углерода — графиту. Его кристаллическая решетка состоит из отдельных плоских слоев, образованных правильными шестиугольниками. Каждый атом углерода в слое находится в sp^2 -гибридном состоянии и связан с тремя соседними атомами, угол между связями составляет 120° . В образовании связей внутри слоя принимают участие 3 из 4 валентных электронов каждого атома. Электронные облака оставшихся электронов слабо перекрываются друг с другом, соединяя между собой отдельные слои. Связи между слоями намного слабее, чем связи внутри слоя.

Плоский двумерный слой правильных шестиугольников из атомов углерода называют *графеном*. В 2004 г. группе ученых из Англии и России удалось выделить такой слой из монокристалла графита и разместить его в виде пленки на поверхности кремниевой подложки. Слой оказался неплоским — он имел волнообразную структуру

(рис. 1), что подтвердило предположения ученых о неустойчивости двумерных кристаллов. Если же несколько

слоев графена разместить один на другом, то поверхность становится плоской.

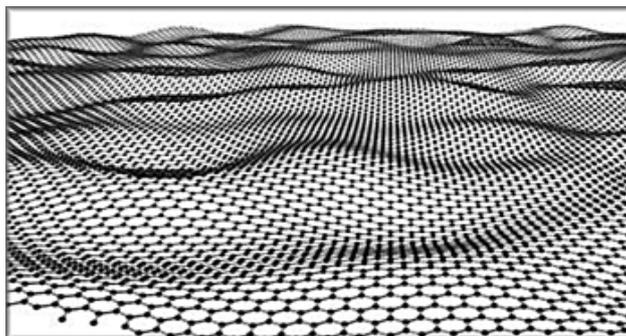


Рис. 1. Структура графенового слоя

Если из графенового слоя вырезать прямоугольник и соединить его противоположные края, получится полый цилиндр. Объекты такой формы называют *одностенными*, или *однослойными*, углеродными нанотрубками. Типичные трубки имеют диаметр несколько нанометров

и длину от одного до нескольких микрометров, что позволяет считать их одномерными структурами. Трубки могут быть вложены одна в другую наподобие матрешек — такие трубки называют *многостенными*, или *многослойными* (рис. 2).

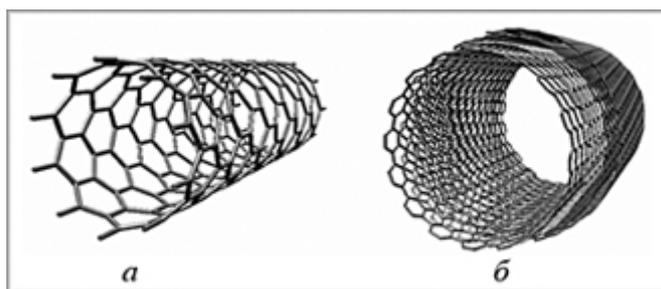


Рис. 2. Одностенные (а) и многостенные (б) углеродные трубки

Как правило, получают однослойные нанотрубки благодаря изменению температуры реакции. Осаждение из газовой фазы. Метод осаждения паров углерода был изобретен в конце 50-х годов. Но никто даже и не предполагал, что с помощью него можно получать углеродные нанотрубки. Итак, для начала необходимо подготовить поверхность с катализатором. В качестве него могут служить мелкие частицы разных металлов, например, кобальта, никеля и многих других. Нанотрубки начинают появляться из слоя катализатора. Их толщина напрямую зависит от размера катализирующего металла. Поверхность нагревается до высоких температур, а затем происходит подвод газа, содержащего углерод. Среди них — метан, ацетилен, этанол и т. д. В качестве дополнительного технического газа служит аммиак. Данный способ получения нанотрубок является самым распространенным. Сам процесс происходит на различных промышленных предприятиях, благодаря чему затрачивается меньше финансовых средств для изготовления большого количества трубок. Еще одним преимуществом такого метода является то, что вертикальные элементы могут получиться из любых частиц металла, служащих катализатором. Получение стало

возможным благодаря исследованиям Суоми Ииджима, который наблюдал под микроскопом за их появлением в результате синтеза углерода.

Среди достоинств углеродных нанотрубок можно выделить особые свойства. Они являются прочным материалом, который под действием механических воздействий не разрушается. Кроме того, они хорошо работают на изгиб и растяжения. Это стало возможным благодаря замкнутой каркасной структуре. Их применение не ограничивается одной отраслью. Трубки нашли применение в автомобилестроении, электронике, медицине и энергетике. Огромным недостатком является негативное воздействие на здоровье человека. Частички нанотрубок, попадая в организм человека, приводят к возникновению злокачественных опухолей и рака. Существенной стороной является финансирование этой отрасли. Многие люди не хотят вкладываться в науку, так как для получения прибыли необходимо много времени. А без функционирования научно-исследовательских лабораторий развитие нанотехнологий невозможно. [3]

Часто объемная доля наночастиц в композитах обычно мала, и они расположены друг относительно друга нере-

гулярным образом. Это приводит к тому, что длинные полимерные цепочки, образующие матрицу, перепутываются между собой, вследствие чего прочность композита падает.

Авторы работы [К.Е. Mueggenburg et al, Nature Mater. 6, 656 (2007)] приготовили нанокompозит, соответствующий противоположному предельному случаю: в нем сферические наночастицы Au образуют плотноупакованный квазидвумерный монослой и прочно сцеплены

друг с другом посредством молекул додекантиола (ДТ). Расстояние между соседними наночастицами (1.7 нм) намного меньше их диаметра (6 нм), и поэтому молекулы ДТ, соединяющие разные наночастицы, не перепутываются. Это приводит к значительному увеличению прочности монослоя. Если такой монослой сформировать на подложке, в которой предварительно проделано круглое отверстие диаметром ~ 1 мкм, то на отверстии образуется мембрана (см. рис. 3).

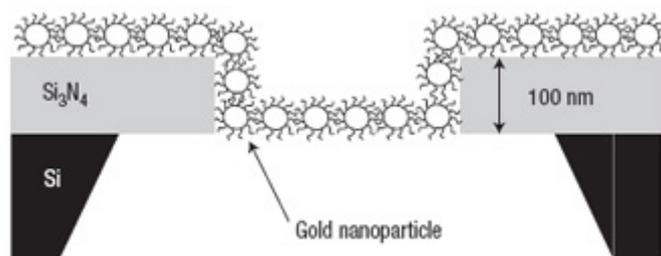


Рис. 3. Схематическое изображение монослоя из наночастиц Au и молекул ДТ закрывающего отверстие в подложке Si₃N₄

Измерения, выполненные с помощью атомного силового микроскопа, показали, что такие мембраны хоть и тонкие, но очень прочные: их модуль Юнга в среднем составляет около 6 ГПа. Высокая прочность мембран прекрасно сочетается с их эластичностью: изгиб под прямым углом вблизи краев отверстия имеет место на длине ~ 10 нм (несколько диаметров наночастиц) Мембраны сохраняют свои упругие свойства при нагревании (механические повреждения после воздействия иглы микроскопа отсутствуют вплоть до $T \approx 400$ К).

Такая термостойкость обусловлена, по-видимому, тем, что край мембраны жестко фиксирован, и поэтому расстояние между наночастицами при нагревании почти не изменяется. В отличие от большинства полимеров, системы плотноупакованных наночастиц проводят электри-

ческий ток (за счет туннельного механизма). Поскольку туннельное сопротивление экспоненциально зависит от расстояния между наночастицами, наномембраны можно использовать в качестве очень чувствительных электронных датчиков давления. [5]

На сегодняшний день, в материаловедении заметно повысился практический интерес к наноматериалам. Они играют важную роль в инновационных технологиях. Многие специалисты прогнозируют рост данной отрасли в ближайшие годы. Будет наблюдаться значительное увеличение производственных возможностей, что приведет к снижению стоимости на товар. С уменьшением цены «нано» трубки, волокна и мембраны будут пользоваться огромным спросом и станут незаменимым материалом для многих устройств и оборудования.

Литература:

1. С приставкой «Нано» // <http://newnano.ru>. URL: <http://newnano.ru/novosti-i-tehnologii/tehnologii/s-pristavkoi-nano.html> (дата обращения: 20.12.2016)
2. Золотухин, И. В. Углеродные нанотрубки. Сорос. образоват. журн., 1999, № 3, с. 111–115
3. Углеродные нанотрубки. Применения. Свойства // <http://fb.ru>. URL: <http://fb.ru/article/231011/uglerodnyie-nanotrubki-proizvodstvo-primenenie-svoystva> (дата обращения: 20.12.2016)
4. Нановолокно. Технология будущего // <http://femina-maskulina.ru>. URL: <http://femina-maskulina.ru/katalog-statej/obschetematicheskie/tehnika/nanovolokno-tehnologija-buduschego> (дата обращения: 20.12.2016)
5. Наномембраны // <http://www.nanonewsnet.ru>. URL: <http://www.nanonewsnet.ru/news/2007/nanomembrany> (дата обращения: 20.12.2016)

Механизация возделывания хлопчатника на основе ресурсосберегающих почвозащитных технологий в условиях Туркменистана

Данатаров Агахан, кандидат технических наук, главный специалист

Государственный комитет Туркменистана по охране окружающей среды и земельным ресурсам (г. Ашхабад)

Рустамов Сердар, преподаватель, соискатель;

Джумаев К., студент;

Сейтимметова Азиза, студент

Туркменский сельскохозяйственный университет имени С.А. Ниязова (г. Ашхабад)

Среди работ по уходу хлопчатниками особое значение имеют разные виды обработки почвы в междурядьях: рыхление, прополка, прореживание, окучивание, подкормка.

С целью резкого сокращения затрат труда в последние годы коренным образом пересмотрены агротехнические приемы и соответственно изменена технология возделывания хлопчатника. Решающее значение для почти полного исключения затрат ручного труда имеет возделывание пропашных культур квадратно-гнездовым и квадратным способами, обеспечивающими перекрестную обработку в двух направлениях, а также применение гербицидов.

Для сохранения почвы как основного средства производства необходимо обеспечить научно обоснованные технологические операции по обработке почвы и возделыванию хлопчатника в соответствии с агротехническими требованиями. При этом обработка почвы, посев и уход за хлопчатниками должны способствовать сохранению и увеличению почвенного плодородия.

Агротехнические требования, которые предъявляются к комплексу машин для возделывания какой-либо культуры, составляются с учетом специфичных требований хлопчатника к условиям произрастания. Агротехнические требования устанавливают рациональные значения для определенных показателей состояния почвы, при которых обеспечиваются наилучшие условия для роста и развития хлопчатника. К основным таким показателям можно отнести плотность почвы, ее структуру (пористость), влажность и температуру.

Таким образом, установление научно-обоснованных критериев и оценок технологической устойчивости средств механизации трудоемких процессов хлопководства и технологических процессов, выполняемых отдельными сельскохозяйственными агрегатами и их рабочими органами, разработка, обоснование методов и средств, обеспечивающих их технологическую устойчивость и соблюдение агротехнических требований, а также повышение качества обработки почвы путем разработки и совершенствования рабочих органов машин.

Цель работы заключается в разработке и обосновании параметров навесной системы хлопкового культиватора, позволяющих повысить производительность.

Новизна технических решений, использованных в работе, подтверждена патентам (ТМ № 14/1 01286. 2016 г.

Устройство для внесения жидких минеральных удобрений в прикорневую зону посевов хлопчатника).

Объектом исследования служил хлопковый пропашной агрегат, состоящий из трактора МТЗ-80Х и культиватора КРТ-4.

Культиватор-растениепитатель 5-рядный КР-5—40 предназначен для предпосевной обработки почвы, междурядной обработки и подкормки пропашных культур, высеянных с междурядьями 90 см во всех почвенно-климатических зонах Туркменистана на почвах, не засоренных камнями и не подверженных ветровой эрозии. Культиватор-растениепитатель агрегируется с тракторами тягового класса 1,4; 2,0 (МТЗ-80/82; МТЗ-1221)

Культиватор-растениепитатель в зависимости от установленных рабочих органов и приспособлений выполняет следующие технологические операции: подрезание сорной растительности, рыхление почвы и одновременное внесение жидких минеральных удобрений с двух сторон от рядка на расстоянии защитных зон, исполнение КР-5—40 с комплектом рабочих органов и подкормочным приспособлением для междурядья 90 см;

Испытанное культиватора-растениепитателя КР-5—40 соответствует требованиям НД по показателям назначения, надежности и безопасности. Выявленные недостатки не требуют изменения конструкции: отсутствует чистовая обработка в местах реза заготовок деталей после газовой резки; места строповки не обозначены; отсутствует быстросоединяющее сцепное устройство и механизм перевода для междурядья 60 см; нет надписей по технике безопасности; не обозначены места смазки; нет приспособлений для очистки рабочих органов; нет световозвращателей; низкое качество сварных соединений; лакокрасочное покрытие культиватора-растениепитателя КР-5—40 низкого качества.

Культиватор-растениепитатель КР-5—40 рекомендуется к применению в сельскохозяйственном производстве после устранения недостатков, выявленных при испытаниях, и проведения квалификационных испытаний.



На основании 215 приказа министра сельского хозяйства Туркменистана от 11 декабря 2013 года составленная Экспертная комиссия провела научно-исследовательские испытания и в соответствии с протоколом испытаний составила акт испытаний, одобренный и подтвержденный в Отделе механизации сельского хозяйства Научно-техническим советом при министерстве 15 января 2014 года, универсальной культиватора-растениепитателя КР-5—40

предложили для широкого внедрения в производство сельского хозяйства страны.

Технология разработана с учетом грунтовых условий и биологических требований к развитию корневой системы хлопчатника. Предложенные разработки формируют новое поколение универсальных технических средств для тяжелых уплотненных почв. Результаты исследований могут быть широко использованы хозяйствами.

О междисциплинарном подходе к оценке техногенной безопасности

Извеков Юрий Анатольевич, кандидат технических наук, доцент, профессор;

Рыбакова Екатерина Викторовна, студент;

Хрипунова Светлана Сергеевна, студент

Магнитогорский государственный технический университет имени Г.И. Носова

В последнее время все чаще становится известно об авариях, катастрофах, террористических актах, различных инцидентах. Особое место в этом ряду принадлежит инцидентам техногенной направленности. Из ранее опубликованных работ [1, 3, 4] видно, что существенная доля приходится, в том числе, на грузоподъемное оборудование, а ущербы от таких аварий и катастроф могут быть сопоставимы с валовым внутренним продуктом региона, а в отдельных случаях, и страны в целом. Оценка техногенной безопасности представляет собой достаточно насущную и актуальную проблему. Эта проблема требует новых подходов.

Оценка техногенной безопасности может быть произведена новыми методами с позиций классической теории вероятности и математического анализа и набирающей обороты нелинейной динамики и теории катастроф.

В качестве объектов исследования выбраны несущие конструкции металлургических мостовых кранов (стальковши, разливные, заливные).

В этом случае выходит на первый план задача оценки конструкционной безопасности, которая, в конечном итоге, будет влиять на все параметры технологического процесса, качества и безопасности.

Обобщающее условие анализа и управления безопасностью можно представить в форме

$$R(t) = \sum_i P_i(t) \cdot U_i(t) \leq [R(t)] = \frac{R_c(t)}{n_R} = m_Z Z(t), [3] \quad (1)$$

$R(t)$ — риск — сочетание вероятностей $P(t)$ — возникновения аварий и катастроф и ущербов $U(t)$ от них; n_R — запас по рискам ($n_R \geq 1$); $R_c(t)$ — критический риск; $Z(t)$ — затраты, связанные с формирующимися рисками $R(t)$; m_Z — коэффициент эффективности затрат ($m_Z \geq 1$).

Для выявления элементов или участков конструкции, которые определяют параметр $P(t)$, будем использовать метод преобразования вероятностей [2]. Определим закон распределения выходных параметров по известному закону распределения вероятностей входных параметров.

Будем рассматривать следующие случайные величины, связанные функциональной зависимостью: уровень пластической (упругой) деформации и величина действующей нагрузки; статистические характеристики случайной величины Y (выход) определяются как функции случайного аргумента X (вход), если задан закон распределения X , что позволит выявить больше характеристик процесса и позволит правильно определить контролируемый параметр.

Возвращаясь к исходным (входным) параметрам очень важно применять адекватные способы сравнения поведения математической модели и объекта. Здесь необходимо использовать функционалы от траектории, так называемых количественных характеристик хаоса. Важным здесь представляется вероятность обнаружения траектории в той или иной области — инвариантная мера динамической системы.

Несущая конструкция всегда подвержена равновесию, устойчивости и потере устойчивости — элементам, которые могут быть исследованы теорией катастроф. Для описания реальной конструкции вводим координаты системы $x_1, x_2, \dots, x_n, c_1, c_2, \dots, c_k$, которые будут представлять нагрузку, эксплуатационные дефекты и дефекты, возникающие при изготовлении элементов.

Для металлургических мостовых кранов основной причиной снижения несущей способности конструкции могут быть соответствующие динамические нагрузки. Такая система остается в локально устойчивом состоянии при нулевых и малых колебаниях до тех пор, пока кинетическая энергия не станет настолько большой, что система может перейти потенциальный барьер в другую равновесную конфигурацию.

Основная балка моста крана — конструкция, работающая на изгиб. Если малые нагрузки не вызывают деформации балки, то чрезмерные нагрузки могут привести к потере ею несущей способности — разрушению. Как определяющий параметр можно использовать критическую нагрузку. Равновесная форма такой балки при отсутствии нагрузки определится:

$$y(x) = a_1^0 \sin \frac{\pi x}{l} \quad (2)$$

Вычисления ряда Фурье могут быть выполнены в бесконечномерном пространстве состояний, в котором переменными состояниями являются его коэффициенты a . Дальнейшие рассуждения и расчеты приводят к выводу, что разрушение конструкции или потеря несущей способности происходят при превышении критической нагрузки.

Полученное теоретическое обоснование междисциплинарного подхода к оценке техногенной безопасности

позволяет с известным уровнем допущения принципиально оценить риски, связанные с этим важным моментом конструкций.

Используя такие подходы, можно определить вероятность возникновения техногенных инцидентов и ущербов от них. По результатам дальнейших исследований можно провести расчеты и построить нормы рисков для определенного класса оборудования. Это позволит существенно влиять на обеспечение техногенной безопасности и управление ею.

Литература:

1. Бархоткин, В. В., Извеков Ю. А., Миникаев С. Р. Обзор аварий на крановом оборудовании металлургических производств. // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. — Москва, РАЕ, 2013. — № 10–1. с. 9–11.
2. Бирюков, М. П. Динамика и прогнозирующий расчет механических систем. // «Высшая школа». — Минск, 1980. — 189 с: ил.
3. Извеков, Ю. А. Анализ техногенной безопасности кранового хозяйства России. // Современные наукоемкие технологии. — Москва, РАЕ, 2012. — № 12. с. 18–19.
4. Извеков, Ю. А. Прогнозирование надежности несущих конструкций кранов металлургических производств. Вопросы. Гипотезы. Ответы: Наука XXI века: Коллективная монография. — Краснодар, 2013. Книга 6, часть 3, глава 9. с. 189–211.

Добыча полезного ископаемого при помощи гидроразмыва массива

Подопрыгоров Сергей Юрьевич, студент

Технический институт (филиал) Северо-Восточного федерального университета имени М.К. Аммосова в г. Нерюнгри (Республика Саха (Якутия))

Подводная разработка россыпных месторождений делится на четыре способа производства работ это: дражный, земснарядный, штанговыми агрегатами, подводными землеройными машинами. Они применяются для разработки континентальных россыпей и россыпей континентального шельфа.

Дражный способ хорошо используют для добычи подводных залежей месторождений полезных ископаемых. Главные производственные процессы по добыче и переработке горных пород под водой осуществляются драгой. Драга представляет собой совокупность машин и механизмов, сконструированная на плавучей базе или судне. Драги делятся на два вида континентальные и морские, первые служат для добычи россыпей на материках, а вторые — для разработки месторождений полезных ископаемых мирового океана.

Подготовительные работы для добычи месторождения обычно представляют собой формирование котлована, являющегося местом монтажа драги. После монтажа драги котлован заполняют водой, например, путем перегораживания долины реки плотиной. При заполнении котлована водой драга всплывает и начинается расширение выемки и углубление ее до коренных пород, называемых плотиком, на которых залегают россыпное месторождение полезных ископаемых.

Добычные работы заключаются в выемке полезного ископаемого горизонтальными слоями черпающим устройством драги, начиная от поверхности россыпи к плотику (рис. 1), иногда применяют выемку с подработкой толщи (рис. 1). Вслед за перемещением фронта очистного забоя перемещается фронт отвалов.

Дражный способ очень хорошо применяют на, неглубоких месторождениях в Южной Якутии.

Земснарядный способ применяют для разработки горных пород, находящихся под водой. Способ основан на всасывании частиц мягких пород вместе с водой землесосом, за счет создаваемого в нем напора и перемещении пульпы по трубам к пунктам приемки: гидроотвалам, гидроскладам и обогатительным установкам.

Землесосы размещают на понтонах. Такие плавучие установки называют земснарядами (рис. 2). На одном земснаряде может быть один или несколько землесосов.

Штанговый способ или скважинная гидродобыча хорошо подходит для разработки месторождений Южной Якутии

Скважинная гидродобыча (СГД) — метод подземной добычи твердых полезных ископаемых, основанный на приведении полезного ископаемого, на месте залегания в подвижное состояние путем гидромеханического воздействия и выдачи его в виде гидросмеси на поверхность.

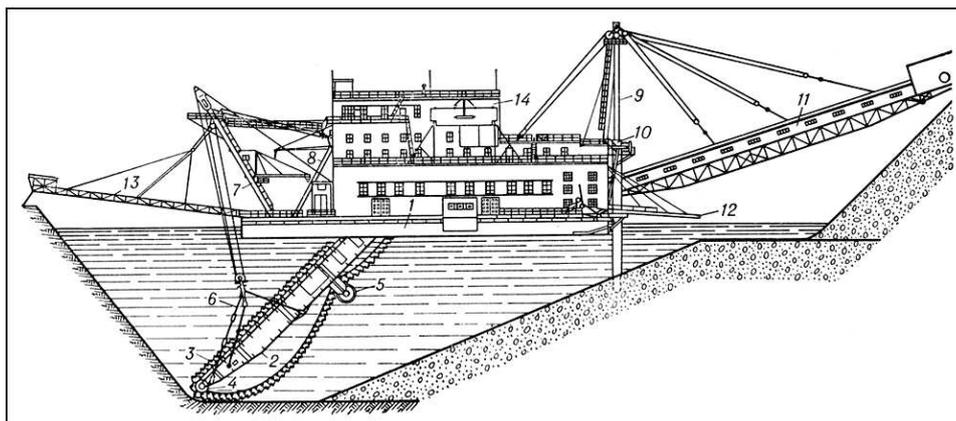


Рис. 1. Драга ОМ-431: 1 – понтон; 2 – черпаковая рама; 3 – черпаковая цепь; 4 – нижний черпаковый барабан; 5 – поддерживающий барабан; 6 – подвес черпаковой рамы; 7 – передняя мачта; 8 – главная ферма; 9 – задняя мачта; 10 – сваи; 11 – отвалообразователь; 12 – хвостовые колоды; 13 – береговой мостик; 14 – надстройка

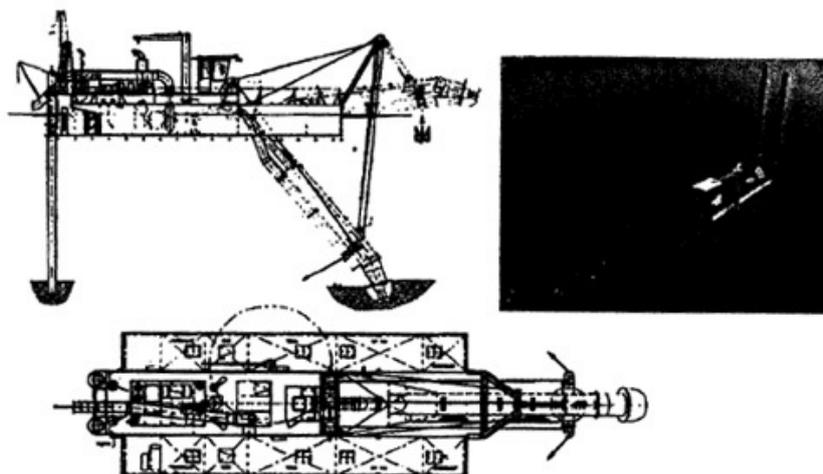


Рис. 2. Земснаряд ИНС Beaver 1200 с фрезерным рыхлителем

Основными технологическими процессами при скважинной гидродобыче являются: вскрытие месторождения с помощью скважин, гидравлическое разрушение (размыв) напорной струей воды (в осушенном или затопленном очистном пространстве), дезинтеграция и перевод в забое разрушенной массы в гидросмесь, транспортирование (самотечное или напорное) гидросмеси от забоя до пульпоприемной скважины (выработки), подъем гидросмеси на поверхность, обогащение, складирование хвостов обогащения, осветление оборотной воды и водоснабжение, управление горным давлением

Если породы трещиноватые, то их преждевременно заливают полиуретановым клеем.

Подводные машины. Такими установками могут быть прицепные или колесные скреперы, разрабатывающие подводную россыпь и доставляющие породу непосредственно на поверхность земли. Существуют также подводные экскаваторы и бульдозеры. Как самостоятельные добычные машины их можно использовать только на небольших глубинах вблизи берега. Но они могут работать

с выносными земснарядами для того чтобы подавать уже разрыхленную породу к всасу грунтового насоса, что позволит существенно увеличить объем породы, добываемой с одной стоянки платформы.

Для транспортировки породы на обогатительную фабрику или отвал гидравлическим способом существуют различные схемы устройства пульпопровода. Он может быть плавающим — поддерживаться на плаву помощью специальных поплавков, проходить по дну или же находиться на определенной глубине в подвешенном состоянии.

В другом варианте транспортирование осуществляется самоходными или буксируемыми шаландами.

Преимущества и недостатки подводного способа разработки:

Главное преимущество дражной и земснарядной разработки заключается в высокой производительности, законченности цикла работ, поточности технологий и возможности централизации управления. Правда работу драги нельзя считать полностью поточной. Она прерывается во время зашагивания драги. Однако в период между заша-

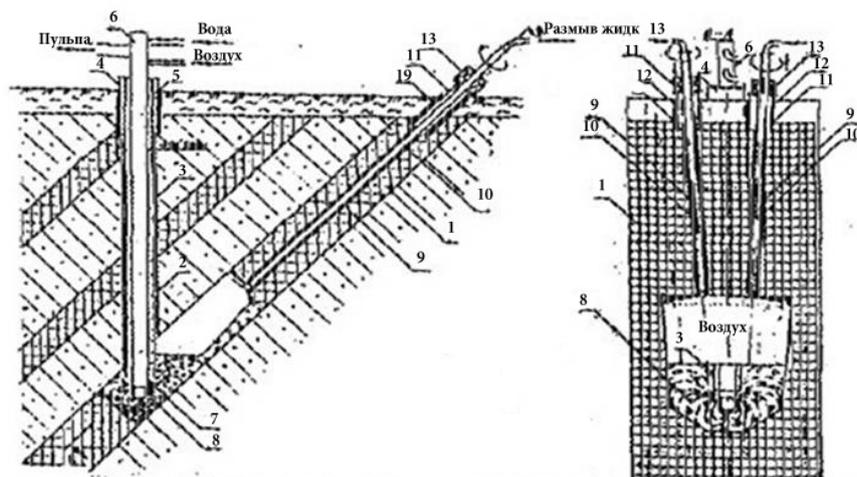


Рис. 3. 1 – разрабатываемый пласт; 2 – выданная скважина; 3 – обсадная труба; 4 – кондуктор; 5 – цементация; 6 – эрлифтная труба; 7 – воздушная насадка; 8 – вихревой поток; 9 – мониторинговая скважина; 10 – монитор; 11 – кондуктор; 12 – привентор

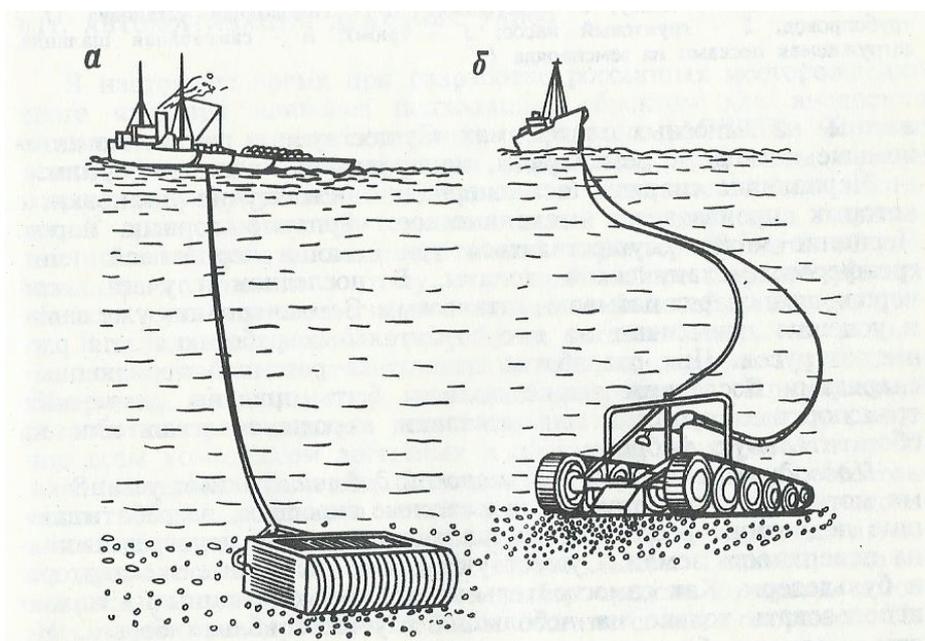


Рис. 4. Добычные установки, применяемые при разработке глубоководных морских месторождений: а – скрепер-волокуша с придонным обогащением; б – самоходный добычный агрегат, связанный с судном на поверхности

гиваниями работа поточная. Все указанные преимущества обеспечивают высокий уровень производительности, небольшое количество обслуживающего персонала и, как следствие, невысокую себестоимость добычи полезного ископаемого. Но в этих преимуществах кроется и главный недостаток способа: громоздкость и большая стоимость

оборудования, трудоемкость его перевозок и монтажа на месте. Поэтому для организации дражной разработки необходимы очень большие первоначальные затраты. Чтобы обеспечить погашение этих затрат, нужны месторождения, обеспечивающие достаточно продолжительную работу драги.

Литература:

1. С. В. Потемкин «Разработка россыпных месторождений».
2. Мучник, В. С., Голланд Э. Б., Маркус М. Н. Подземная гидравлическая добыча угля. — М.: Недра, 1986.

Научное издание

АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ ТЕХНИЧЕСКИХ НАУК

IV Международная научная конференция
Краснодар, февраль 2017 г.

Сборник статей

Материалы печатаются в авторской редакции

Дизайн обложки: *Е.А. Шишков*

Верстка: *П.Я. Бурьянов*

Издательский дом «Новация», г. Краснодар

Подписано в печать 24.02.2017. Формат 60x90 1/8.

Гарнитура «Литературная». Бумага офсетная.

Усл. печ. л. 4,75. Уч.-изд. л. 3,37. Тираж 300 экз.

Отпечатано в типографии издательства «Молодой ученый»

420029, г. Казань, ул. Академика Кирпичникова, д. 25.