

Международная научная конференция

СОВРЕМЕННЫЕ ТЕНДЕНЦИИ ТЕХНИЧЕСКИХ НАУК (II)



УДК 62(01)
ББК 30
С56

Редакционная коллегия сборника:

*М.Н. Ахметова, Ю.В. Иванова, К.С. Лактионов, М.Г. Комогорцев,
В.В. Ахметова, В.С. Брезгин, А.В. Котляров, А.С. Яхина*

Ответственный редактор: *Г.А. Кайнова*

Современные тенденции технических наук (II): материалы междунар. заоч. науч. конф.
С56 (г. Уфа, май 2013 г.). — Уфа: Лето, 2013. — iv, 86 с.

ISBN

В сборнике представлены материалы международной заочной научной конференции «Современные тенденции технических наук (II)».

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

УДК 62(01)
ББК 30

СОДЕРЖАНИЕ

1. ИНФОРМАТИКА И КИБЕРНЕТИКА

Ахметвалеев А.Ф., Программный модуль «Конструктор методик для расчета масс загрязняющих веществ»	1
Горшков Е.А., Саганова В.Н. Обзор и анализ инструментальных средств обеспечения кадровой деятельности	5
Зуева В.Н. Адаптивный поиск информации в Internet	7
Молодцов Д.А., Ковков Д.В. Мягкая вероятность ошибки при приближённых описаниях объектов	10
Ржеуцкая С.Ю., Мальцева Т.В. Программное обеспечение для формирования частотных словарей в процессе обучения английскому языку в техническом вузе	14
Шатдинов Р.С., Утопленников Д.С., Насретдинова Д.Р. Угрозы безопасности информации при работе в открытых беспроводных сетях Wi-Fi	16

2. ЭЛЕКТРОНИКА, РАДИОТЕХНИКА И СВЯЗЬ

Сурков В.О. Анализ состава существующих систем навигации для подвижных наземных объектов и выбор наиболее перспективного состава, исходя из требований точности и надежности	20
--	----

3. АВТОМАТИКА И ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА

Башлыков А.М., Есенков А.С., Попов Н.Н. Управление движением вращающегося тела с полостью, частично заполненной идеальной жидкостью.	25
Зинкин С.А., Белецкий П.А. Оптимизация размещения данных по узлам информационно-вычислительной сети	29

4. ЭЛЕКТРОТЕХНИКА

Осмоловский С.А. Параметры технологического процесса и надежность встроенных в основу печатной платы компонентов ..	32
---	----

5. ЭНЕРГЕТИКА

Кислякова Е.В. Частичные разряды в диагностике изоляционных систем высоковольтного оборудования	36
---	----

7. МАШИНОСТРОЕНИЕ

Жазыкбаева Ж.М. Пути совершенствования конструкций зерновых сеялок для посева по стерне	39
Мустюков Н.А., Зубкова Т.М. Повышение эффективности проектирования одношнекового экструдера за счет интеграции внешних компонентов CAD-систем	42

Саввинова М.Е., Петухова Е.С.

Физико-механические и технологические свойства полиэтилена марки ПЭ80Б,
содержащего nanoшпинель магния. 45

8. СТРОИТЕЛЬСТВО**Кожевников Д.Г., Лим В.Г.**

Структура информационно-аналитической системы анализа риска эксплуатации
инженерных коммуникаций. 48

Миклуш А.С., Арбузов Ю.А., Белов С.А., Ридченко А.Н.

Моделирование устойчивости участка магистрального газопровода в обводненной местности. 51

Николаев А.П., Сорокина Е.И.

Алгоритм получения матрицы жесткости четырехугольного конечного элемента. 53

Султанова Д.Н.

Символические ворота в современном градостроительстве Ташкента. 56

11. ОБЩИЕ ВОПРОСЫ ТЕХНИЧЕСКИХ НАУК**Герасименко И.В., Шошин А.А.**

Технологические аспекты повышения эффективности сельскохозяйственных опрыскивателей. 62

Герасименко И.В.

Методика определения основных конструктивно-геометрических параметров имитаторов сосков станда
для испытания доильных аппаратов. 65

Киябаева С.К.

Перспективы и проблемы антропометрических измерений населения Республики Казахстан. 68

Кулакова А.С., Власенко В.Д.

Математические модели поверхностных гравитационных волн в водоеме. 70

Молдагажиева З.Д., Таласпаева А.А., Жилисбаева Р.О.

Разработка нетканого материала с огнезащитными свойствами. 73

Пахомов А.Н., Баландина А.В., Козлова Л.А., Петрухина М.В.

О применении средств контроля в исследованиях сушильных процессов. 75

Рыскулова Б.Р., Байжанова Ж.Б., Мухамедиева М.Р.

Анализ современных высокотехнологичных материалов, используемых для изготовления
влагозащитной спецодежды. 77

Хамракулов З.А., Мастура М.Ш., Тухтаев С.

Исследование процесса отделения нерастворимых остатков при солянокислотной переработке
доломита. 81

Эрдэнэ-Очир М.У.

Оптимизация металлической конструкции. 83

1. ИНФОРМАТИКА И КИБЕРНЕТИКА

Программный модуль «Конструктор методик для расчета масс загрязняющих веществ»

Ахметвалеев Алмаз Фаритович, студент

Научный руководитель Белозеров А.Е., кандидат технических наук, доцент

Уфимский государственный нефтяной технический университет

Одним из основополагающих принципов законодательства Российской Федерации в области охраны окружающей среды является принцип платности природопользования. Все предприятия обязаны вносить плату за негативное воздействие на окружающую среду. Плата взимается ежеквартально, за фактические массы загрязняющих веществ, образующихся в результате хозяйственной деятельности предприятия, в том числе: за выбросы в атмосферу стационарными и передвижными источниками, за сбросы в водные объекты, за размещение отходов.

Фактические массы загрязняющих веществ определяются плательщиком самостоятельно на основании инструментальных замеров или расчетным способом — по утвержденным инструктивно-методическим документам.

Сложность ручного расчета образования загрязняющих веществ заключается в трудоемкости и специфике расчетов, большом количестве справочных данных (это

ГОСТы, СНиПы, распоряжения, приказы и др.), актуальность которых необходимо постоянно уточнять. Поэтому для выполнения расчетов используются программные средства, автоматизирующие выполнение расчетов.

Существует большое количество утвержденных расчетных методик. Разрабатывать под каждую методику отдельную программу не эффективно, поскольку: это трудозатратно для программиста; необходимо обеспечивать взаимную работу эколога и программиста, что — дорого; на выходе получается большое количество программ, которые неудобно сопровождать.

Таким образом, возникает проблема необходимости инструментальной среды, в которой специалист предметной области (инженер-эколог) сможет самостоятельно, без помощи программиста, создавать расчетные методики.

Все методики разные, поэтому необходим конструктор для создания параметров и форм, для связи этих параметров, а также механизм для ввода формул.

Нами разработана система, обеспечивающая, с одной стороны, простоту создания методик, а с другой — удобства их использования.

Система включает в себя два модуля: конструктор форм и расчетный модуль. Конструктор форм обеспечи-

вает визуальное проектирование формы, создание параметров методики и задание логики расчета. Расчетный модуль предназначен для выполнения расчетов по заданному алгоритму, формирования отчетов для печати и XML-файла для межмашинного обмена данными.

Рассмотрим подробнее принцип работы программы на примере методики «Чистые мебельные заготовки». Основное окно программного модуля Конструктор форм включает панель меню, дерево методик и информационную панель (рисунок 1).

При создании новой методики эколог заполняет общую информацию: название, вид деятельности, нормативно-правовой документ и др. Данные сохраняются в базе данных, в таблице «Методики». Даталогическая модель данных представлена на рисунке 2.

Далее создаются участвующие в расчете параметры методики (задаются название, тип, единица измерения и др.). Поля для заполнения информации о параметрах создаются и удаляются динамически. В некоторых методиках значение одного параметра зависит от выбранного значения второго параметра. Указав краткое имя главного параметра в поле «Зависимость», пользователь устанавливает зависимость между параметрами.

В панели веществ создаются образующиеся в результате расчета загрязняющие вещества (наименование вещества, код по Федеральному классификационному каталогу отходов и уточненное название) и формулы расчета (рисунок 3). Поля для ввода данных добавляются и удаляются динамически. Информация о созданных параметрах и загрязняющих веществах записываются в базу данных в таблицы «Параметры» и «Вещества» соответственно.

На следующем этапе создается форма методики — с помощью панели компонентов на форму добавляются элементы (кнопки, надписи, поля ввода и вывода и др.). Для каждого элемента можно определить подпись, размер и стиль шрифта (жирность, курсив и подчеркивание). Для удобства перемещения элементов по форме предусмотрена отключающаяся сетка.

Каждый параметр, созданный на предыдущем этапе, привязывается к соответствующему компоненту формы. Т.е. выделив необходимый компонент и выбрав из списка

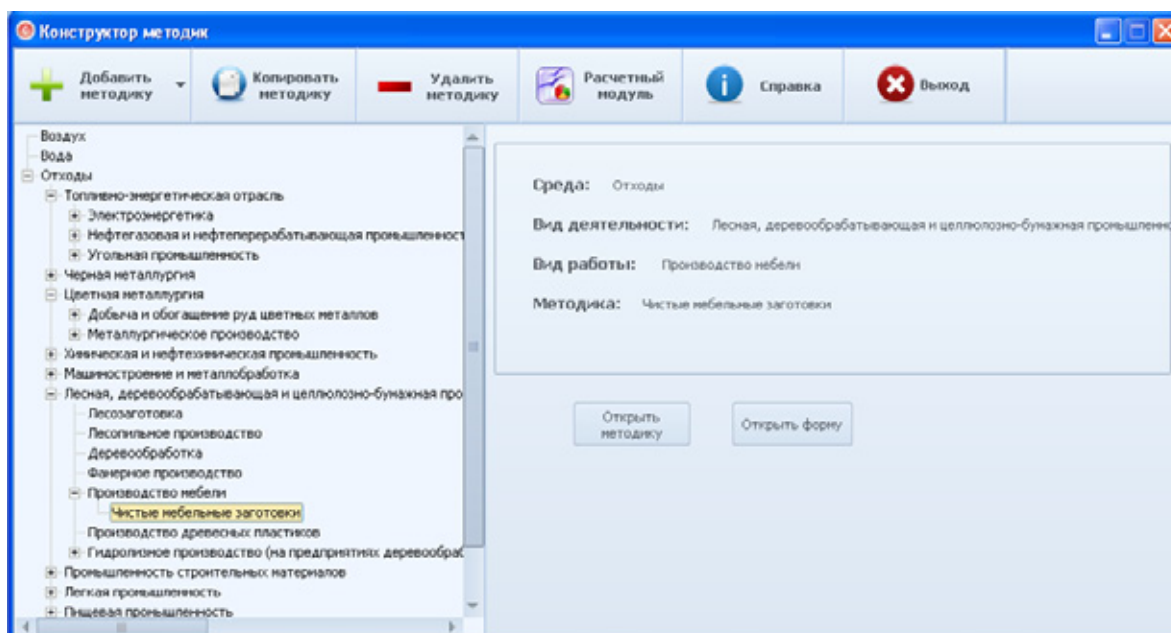


Рис. 1. Основное окно программного модуля Конструктор форм

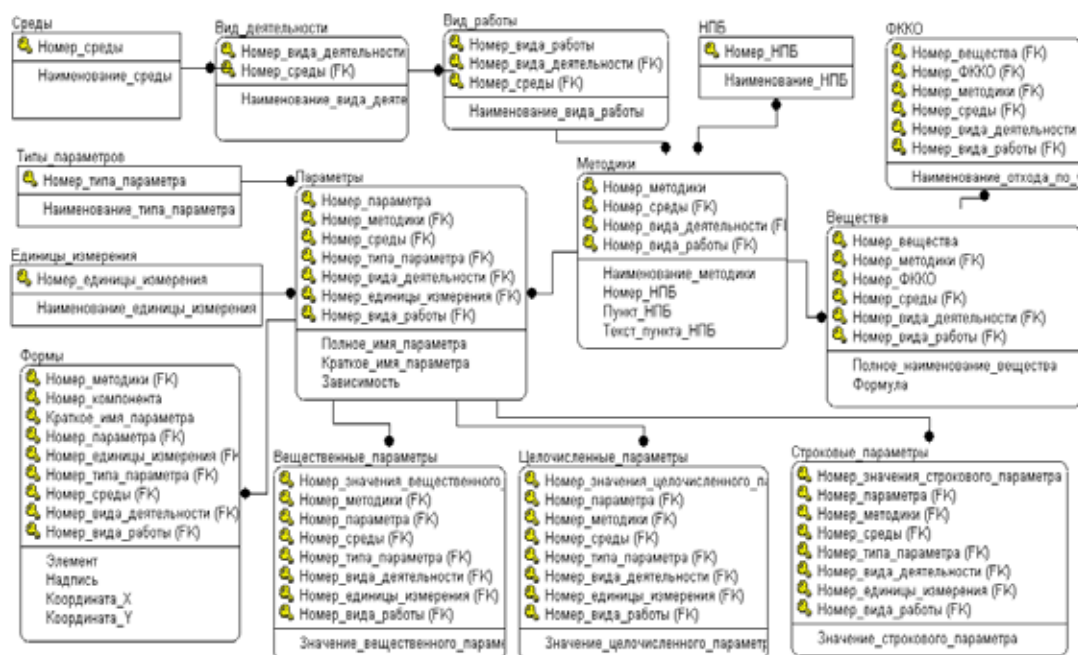


Рис. 2. Дatalogическая модель базы данных

в панели «Привязки» нужный параметр, осуществляется связь, определяющая, какой элемент формы будет отвечать за ввод/вывод значений выбранного параметра в Расчетном модуле. Все привязки отображаются списком в панели и при необходимости могут быть удалены (рисунок 4). Вся информация о форме методики сохраняется в базе данных в таблице «Формы».

На следующем этапе необходимо заполнить справочники параметров, т.е. возможные значения параметров,

выводящихся в расчетном модуле. Создать отдельную таблицу для каждого параметра невозможно, т.к. количество таблиц в базе данных ограничено. Поэтому в зависимости от типа параметра в базе данных предусмотрено 3 типа справочников: строковый, целочисленный и вещественный. При выборе в панели методик необходимой, формируется список параметров данной методики. Выбирая поочередно параметры, в таблицу вносятся их значения (рисунок 5).

Создание новой методики

Методика

Среда: Отходы

Вид деятельности: Лесная, деревообрабатывающая и целлюлозно-бумажная промышленность

Вид работы: Производство мебели

Название методики: Чистые мебельные заготовки

НПЗ: Отходы деревообработки, МРО-5-99 СПб, 1999

Пункт: 1

Текст пункта

Параметры

Добавить параметр Удалить параметр

Имя параметра	Ед. измерения	Тип	Краткое название	Зависимость
Вид древесины		строка	вид	
Плотность древесины	т/м3	вещественный	p	вид
Количество кусковых отходов	%	вещественный	Ск	вид
Количество отходов стружки	%	вещественный	Сст	вид

Вещества

Добавить вещество Удалить вещество

Имя вещества (ФККО)	Уточняющее название вещества	Формула расчета
Отходы обработки и переработки древесины	Кусковые отходы	$\text{сумма}(K * p * C_k / 100)$
стружка натуральной чистой древесины	Отходы стружки	$\text{сумма}(K * p * C_{ст} / 100)$
опилки натуральной чистой древесины	Отходы опилок	$\text{сумма}(K * p * C_o / 100)$

Сохранить Закрывать

Рис. 3. Создание новой методики

Создание новой формы

Панель компонентов

Button

Edit

CheckBox

Label

ComboBox

RadioButton

CheckBox

Редактор

Сетка

Среда: Отходы

Вид деятельности: Лесная, деревообрабатывающая и целлюлозно-бумажная промышленность

Вид работы: Производство мебели

Методика: Чистые мебельные заготовки

Выборите вид древесины: CheckBox

Плотность: ComboBox

Объем: Edit

Кусковые отходы: ComboBox

Стружки: ComboBox

Опилки: ComboBox

Панель управления

Расположение

Активный элемент: NewComboBox3

Расположение

X1: 545

Y1: 161

Ширина: 78

Высота: 21

Установить

Удалить

Привязки

Выберите параметр

NewCheckBox0 -> вид

NewComboBox0 -> p

NewEdit0 -> K

NewComboBox1 -> Ck

NewComboBox2 -> Cst

NewComboBox3 -> Co

Привязать

Удалить привязку

Сбросить все привязки

Рис. 4. Создание новой формы

Рис. 5. Заполнение базы данных

Порядок заполнения очень важен, если в методике существуют зависимости между параметрами. Таблицу необходимо заполнять, ставя в соответствие значению главного параметра значение зависимого, т.к. Расчетный модуль экспортирует данные из справочников построчно. Например, выбрав при расчете ель (5 строка справочник по видам древесины), в компоненте вывода плотности будет также выделено значение из 5 строки справочника по плотностям древесины (таблица 1).

В этом же окне можно редактировать ранее созданные справочники, обновляя данные в таблицах «Вещественные параметры», «Строковые параметры», «Целочисленные параметры» базы данных.

Теперь методика создана. При необходимости внести изменения в существующую методику, необходимо выбрать ее в дереве главного окна и, нажав кнопку «От-

крыть методику» или «Открыть форму», отредактировать данные. Для более быстрого создания однотипных методик реализована возможность создания копии существующей методики. Также предусмотрена возможность удаление методики.

Для выполнения расчетов необходимо запустить Расчетный модуль. Пользователь выбирает необходимую методику и расчетный период, и форма методики загружается из базы данных. При этом компоненты, ассоциированные со справочниками, заполняются предопределенными значениями соответствующих параметров.

Для расчета был разработан интерпретатор формул, преобразующий формулу, записанную в базе данных в текстовом формате, к виду, необходимому для вычислений. Осуществляется посимвольный разбор строки, выделяются параметры и на их места подставляются зна-

Таблица 1

Показатели плотности древесины

Вид древесины	Плотность древесины, ρ , т/м ³
Фанера и ДСП	0,8
Берёза	0,65
Бук	0,65
Дуб	0,72
Ель	0,45
Кедр	0,44
Лиственница	0,67
Сосна	0,51

Методика

Среда: Отходы

Вид деятельности: Лесная, деревообрабатывающая и целлюлозно-бумажная прог...

Вид работы: Производство мебели

Методика: Чистые мебельные заготовки

Загрузить форму

Ввод данных для расчета

Выберите вид древесины:

- ☒ Береза
- ☐ Бук
- ☐ Дуб
- ☒ Ель
- ☒ Кедр
- ☒ Пихта/Сосна

Плотность	Объем	Кусковые отходы	Стружки	Опилки
0,65	3	10,5	28,8	1,2
0,45	5	8,2	22	0,6
0,44	2	8,2	22	0,6
0,67	6	10,5	28,8	1,2

Расчет

TOTAL_NAME	MASS	ED_IJM	OTNOD	FKKO
Кусковые отходы	0,88400000333786	тонн	Отходы обработки и переработки древес.	1710000000000
Отходы стружки	2,40799999237061	тонн	стружка натуральной чистой древесины	1711060201005
Отходы опилок	0,0900000035762787	тонн	опилки натуральной чистой древесины	1711060101005

OK

Рис. 6. Расчетный модуль

чения из базы данных. Предусмотрена функция суммирования.

Введя значения всех требуемых для расчета параметров, пользователь получает таблицу с перечнем загрязняющих веществ и рассчитанных значений их масс (рисунок 6).

По результатам расчета программа позволяет сформировать отчет для печати, а также экспортировать результаты в XML файл для передачи в другие программы проекта.

Таким образом, время создания методики с помощью Конструктора составит приблизительно 20 минут. На разработку же отдельной программы уйдет порядка 3 месяцев.

Выполнение расчетов и формирование отчета с помощью расчетного модуля занимает 2–3 минуты. На расчет и составление отчета вручную уйдет приблизительно 2–3 часа.

Разработка системы велась в рамках проекта EcoReport компании «Центр информационных технологий».

Обзор и анализ инструментальных средств обеспечения кадровой деятельности

Горшков Евгений Александрович, кандидат технических наук, доцент;

Саганова Вероника Николаевна, студент

Балаковский институт техники, технологии и управления (Саратовская обл.)

На сегодняшний день, с интенсивным развитием информационных технологий и их активным использованием во всех отраслях человеческой деятельности, наблюдается существенный рост объемов обрабатываемой

в компьютерных системах информации. С увеличением объемов информации растет необходимость в разработке эффективных средств ее обработки, хранения, обеспечения доступа нескольким пользователям и т.д. Авто-

матерIALIZED информационные системы управления кадрами являются мощным инструментом по учету работников, графиков их отпусков, автоматизации документооборота, а также в получении различной аналитической информации и решении других задач.

На современном этапе рынок информационных технологий предлагает большое количество инструментальных средств разработки информационных систем, позволяющих оперативно решать проблемы управления кадрами, повышать эффективность бизнес-процессов в организациях любого уровня и различных направлений деятельности. Разнообразие таких программных продуктов позволяет выбрать оптимальное инструментальное средство, позволяющее удовлетворить потребности конечного пользователя в требуемом объеме.

При выборе инструментальных средств разработки информационных систем управления кадрами необходимо учитывать такие актуальные для разработчика критерии как: стоимость инструментального средства разработки, поддержка крупных баз данных, поддержка многопользовательского режима, компактность. Стоимость инструментального средства непосредственно влияет на стоимость конечного продукта, кроме того платные программы предлагают достаточно широкий спектр дополнительных инструментов и сервисов при разработке и сопровождении конечного продукта. Такой критерий как поддержка крупных баз данных является достаточно критичным при разработке программных продуктов для организации кадровой деятельности на крупных предприятиях, где необходимы обеспечение гибкости и масштабируемости базы данных. Кроме того важной является поддержка многопользовательского режима, то есть наличия в разрабатываемой системе внутренних блокировок, например, позволяющих одновременно одному из пользователей вносить данные в базу, а другому просматривать ее. Условие компактности должно обеспечиваться нормализацией данных в автоматизированной системе. Ведь с ростом данных, требуется все больше пространства для их хранения и дальнейшей обработки. Соответственно увеличение объема информации ведет к увеличению капитальных вложений в устройства для ее хранения.

Кроме того, при создании баз данных (БД) важным является выбор такого инструментального средства разработки, который бы удовлетворял такие потребности конечных пользователей как: актуальность информации для организации; производительность БД, обеспечивающая получение требуемых данных за короткое время; гибкость и возможность подстройки под пользователя; масштабируемость при реорганизации и расширении предметной области; кроссплатформенность; целостность базы данных; удобство использования. Рассмотрим более подробно инструментальные средства разработки информационных систем, используемые кадровыми службами.

Visual FoxPro — современная система управления базами данных (СУБД), включающая объектно-ориентиро-

ванный язык FoxPro, и широкие возможности для визуального программирования. Использует реляционные БД. Является платным программным продуктом с поддержкой разных программно-аппаратных платформ, поддерживает многопользовательский режим работы.

Firebird — кроссплатформенная (поддерживаются MS Windows, Linux и Unix платформы), компактная, бесплатная СУБД. К достоинствам СУБД можно отнести мультиверсионную архитектуру, поддерживающую одновременную обработку операционных и аналитических запросов (благодаря тому, что читающие БД пользователи не блокируют пишущих). Кроме того она обеспечивает высокую производительность работы, а также высокоэффективную языковую поддержку для триггеров и процедур в системе.

Microsoft Office Access — одна из самых производительных, простых при использовании и гибких при настройке СУБД, поддерживающая работу нескольких пользователей, позволяющая хранить и обрабатывать данные, проверять правильность вводимых данных, разрабатывать формы для удобной работы с базой данных, создавать отчеты. Ms Access это полная в функциональном отношении СУБД, имеющая встроенный язык программирования Visual Basic Application. Поддержка данного языка позволяет существенно расширить функционал СУБД, автоматизируя такие важные в кадровом деле функции как, например, запросы. Встроенный в Ms Access макроязык позволяет создавать автоматизированные приложения, не вводя ни одной процедуры в программу.

Microsoft SQL Server — мощная СУБД с поддержкой клиент — серверной архитектуры, позволяющая осуществлять тиражирование и параллельную обработку данных, обеспечивающая поддержку крупных БД на бюджетных компьютерах с поддержкой несмежного управления. На данную СУБД также следует обратить особое внимание, учитывая ее гибкость и возможности масштабирования. СУБД, разработанные с использованием данного инструментального средства можно эффективно использовать как на малых предприятиях в масштабах одного компьютера, так и в крупных организациях, где требуется поддержка больших БД.

Oracle Database — СУБД, работающая с огромными объемами данных, обеспечивающая высокую производительность, масштабируемость, информационную безопасность и самоуправляемость. Применяется в корпоративных сетях распределенной обработки данных.

Анализ вышеизложенных инструментальных средств разработки по различным критериям рассмотрен в таблице 1.

На основании проведенного анализа инструментальных средств создания информационных систем обеспечения кадровой деятельности можно сделать вывод о том, что для обеспечения кадровой деятельности небольшой организации наиболее удобным инструментальным средством разработки является Microsoft Office Access, т.к. он имеет удобный графический интерфейс, позволяющий создавать

Таблица 1

Анализ инструментальных средств разработки информационных систем обеспечения кадровой деятельности

Название программного продукта	Oracle Database	Microsoft SQL Server	Microsoft Office Access	Visual FoxPro	Firebird
Бесплатность	-	-	-	-	+/-
Кроссплатформенность	+	+	-	+	+
Поддержка многопользовательского режима	+	+	+	+	+
Поддержка крупных баз данных	+	+	+	+	+/-
Удобство пользователя	+/-	+	+	+/-	+
Компактность БД	+	-	+	-	+
Обеспечение целостности данных	+	+	+	+	+
Производительность СУБД	+	+	+	+	+
Легкость разработки	+	+	+	+	+

не только базы данных, но и собственные приложения, используя встроенные средства. Кроме того он поддержи-

вает многопользовательский режим и обеспечивает необходимый уровень защиты данных.

Литература:

1. Горев А., Ахаян Р., Макашарипов С. «Эффективная работа с СУБД». 1997 г., С.-Петербург.
2. Oracle и Microsoft SQL Server: прошлое, настоящее и будущее — http://www.omega.ru/notes/note_elmanova.html#00

Адаптивный поиск информации в Internet

Зуева Виктория Николаевна, кандидат технических наук, доцент

Армавирский механико-технологический институт (филиал) ФГБОУ ВПО «Кубанский государственный технологический университет»

Извлечение знаний можно определить как нахождение и анализ полезной информации. Данную область деятельности принято подразделять на две части. Первая — автоматический поиск информации в документах Сети — Web content mining. Вторая — обнаружение и обработка информации, касающейся работы пользователей с сервером, — Web usage mining. В рамках данной статьи нас будет интересовать вторая часть, использующая результаты первой.

Модуль добычи данных в Internet, назовем его Web-Miner, в свою очередь делится на три подсистемы:

- составление дайджеста по заданным темам с заданных сайтов;
- поиск интересующей информации через поисковые системы;
- загрузка данных.

Рассмотрим подсистему составление дайджеста по заданным темам.

Целевая функция: «Страница подготовленного дайджеста по определенной тематике (эти и только эти новые

данные должны быть нужны пользователю по указанной тематике)»

Основные положения:

- страница должна быть доступна к просмотру пользователем в любом браузере;
- приложение должно запускаться параллельно браузеру;
- приложение должно отслеживать страницы на Web, посещаемые пользователем, сохранять статистику и на базе этой статистики создавать дайджест;
- в дайджест должны попадать только новые материалы, появившиеся на самых часто посещаемых сайтах;
- дайджесты должны строиться в разрезе тематики — свой дайджест на каждую тематику;
- архитектура — HTTP Proxy, работающая на клиенте;
- система интеллектуального поиска информации в сети Internet должна быть адаптивна под конкретного пользователя.

В БД WebMiner используются:

- база знаний для данного пользователя (БЗП);

— база сайтов пользователя (БС).

Формат БЗП:

- слово;
- ранг слова (частота встречаемости);
- номер слова;
- ссылки на N номеров слов, наиболее встречающихся в сочетании с данным словом (с частотой смежности)

— страна пользователя.

Формат БС:

- название сайта;
- общее количество посещений за последнюю неделю;
- общее количество посещений за все время;
- количество посещений за последнюю неделю иницированных WebMiner;
- количество посещений за все время иницированных WebMiner;
- дата первого посещения;
- дата последнего посещения;

К наиболее посещаемых страниц на данном сайте (с датами последних посещений) — общее;

К наиболее посещаемых страниц на данном сайте (с датами последних посещений) — иницированное WebMiner.

Формулы расчета:

Примечание 1: слова размерностью меньше 2 символов учитываются, только в том случае, если они написаны заглавными буквами. Слова размерностью больше 2 символов учитываются, если они не попадают в список запрещенных слов. Например, для русскоязычных текстов, список запрещенных слов:

для
потому
что
и т.д.

Примечание 2: также необходимо добавить в этот список все зарезервированные слова языков программирования HTML, PHP и т.д.

Частота встречаемости:

$$\nu = \frac{K_s}{M}, \quad (1)$$

где ν — частота встречаемости данного слова;

K_s — количество повторений данного слова в тексте;

M — количество слов в тексте размерностью больше 2 символов и без запрещенных слов.

Частота взаимовстречаемости слова с данным словом:

$$\omega = \frac{\sum_i l_i}{K_s}, \quad (2)$$

где ω — частота взаимовстречаемости,

i — количество повторений взаимовстречаемого слова с заданным в тексте с длиной позиционирования не больше двух слов. Причем если слова разделяет точка, то взаимовстречаемое слово не учитывается;

l_i — коэффициент удаленности взаимовстречаемого слова от заданного (количество слов от).

Для примера текст: «Для прогнозирования спроса используются нейросети».

Заданное слово: нейросеть, тогда в i попадает слово из текста спрос. При этом должно учитываться, что глаголы и предлоги не попадают в анализ.

Примечание: очевидно, что частота взаимовстречаемости в одном тексте взаимовстречаемого слова и заданного слова равна обратной комбинации поиска взаимовстречаемости этих слов. Например $\omega_{сескромны} = \omega_{блондинка}$.

В случае если пользователь делает запрос на поисковой системе, то слова в тексте запроса добавляются с частотами равными единице. При этом страница, выданная поисковой машиной, не учитывается.

Алгоритм работы WebMiner состоит из следующих шагов:

При первом запуске иницируются БЗП и БС.

При последующих запусках алгоритм следующий:

1. В случае захода пользователя на любой сайт происходит сканирование и вычисление частот встречаемости и частот взаимовстречаемости слов. Обновление итоговой частоты слова происходит по формуле:

$$\nu = \sum \frac{K_{sj}}{M_j}, \quad (3)$$

где j — количество текстов, где встречалось заданное слово.

Итоговая частота взаимовстречаемости считается аналогично. Второй вариант — можно еще использовать коэффициент старения посещения страницы.

2. Происходит обновление БС.

3. С заданной периодичностью WebMiner посещает наиболее встречаемые сайты и ищет в заголовках (или в зависимости от настроек по всей странице) статей слова с наибольшим рангом. В случае нахождения заголовка (или непосредственно на странице) ранжируемого слова, пользователю посылается сообщение о новостях и в случае если пользователь зайдет по ссылке WebMiner на предлагаемую страницу обновляется количество наиболее посещаемых страниц (а также страниц иницированных WebMiner).

В системе можно использовать ранги по тематикам: юмор, спорт, новости, бизнес и т.д. Также можно периодически делать запрос на поисковые системы со списком наиболее встречаемых слов. Можно использовать перекрестные ссылки на другие страницы с данного сайта.

Все страницы просмотренные пользователем за период R ($R \sim$ неделя) должны храниться в папке программы (без картинок) с названием «URL страницы» без http://. В данном случае имеет смысл вести простую базу (файл DBF) с полями:

- имя страницы;
- ссылка на название сохраненного файла этой страницы (равна «имя страницы» без «http://»);
- количество слов, размером больше 2 двух символов.

В случае захода на любую страницу идет поиск по

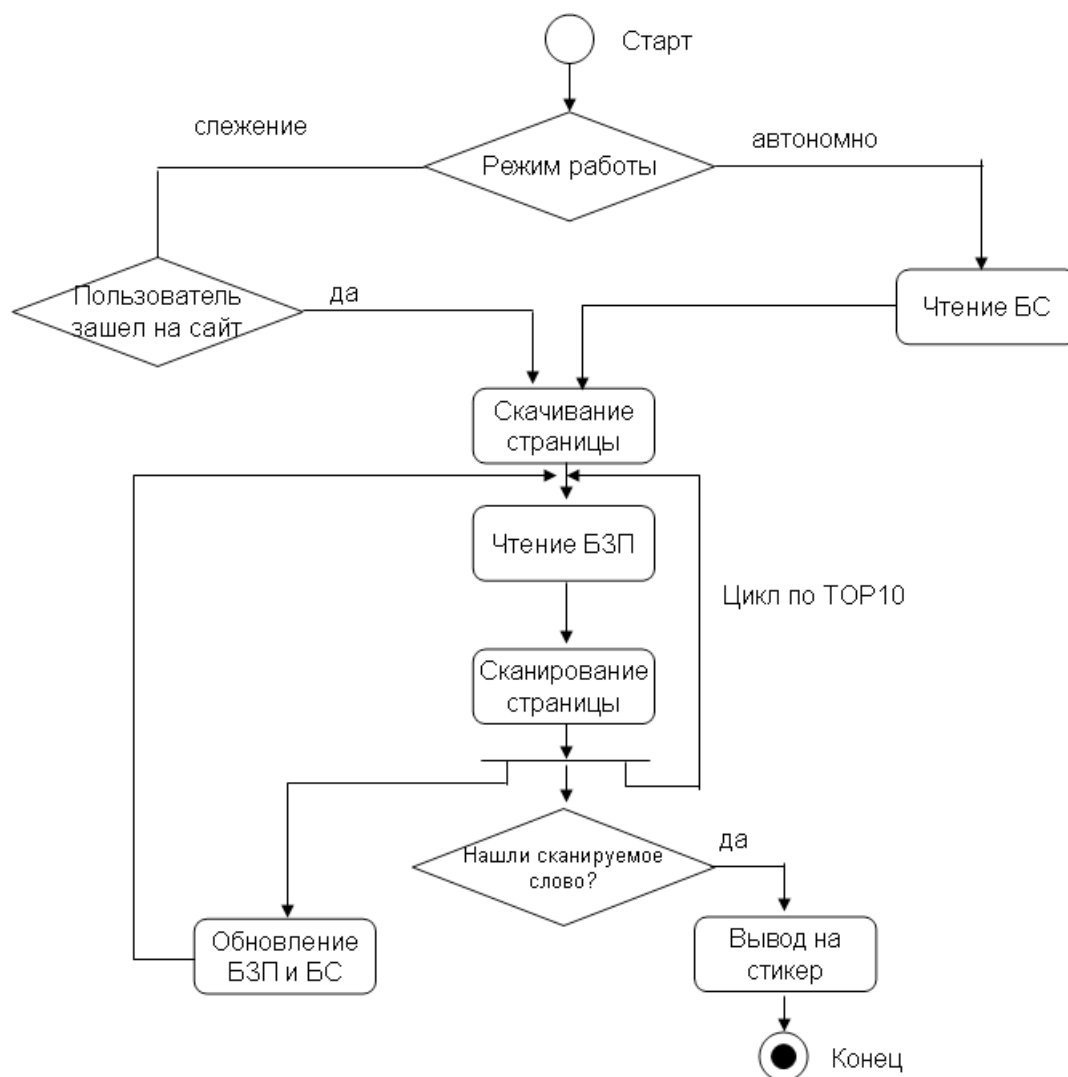


Рис. 1. Алгоритм работы WebMiner

данной базе — если есть эта же страница, то идет сверка по количеству слов размером больше двух символов.

Примечание 3: страницы можно не сохранять, обойтись только контрольной суммой.

Интерес пользователя к информации может быть долгосрочным и кратковременным.

Долговременным интересом пользователя будет называть, такой интерес, который не проходит в течение периода N (N первоначально равен неделе). Как пример можно привести, допустим, футбол, анекдоты и т.п.

Краткосрочным интересом пользователя будем называть, такой интерес, который продолжается не более периода K (K первоначально равен неделе). Как пример, можно привести, допустим, политический вопрос, например «революция в Киргизии».

При этом частоты по формулам (1) и (2) должны считаться как на неделю, так и за весь период. Варианты работы системы:

Вариант 1. Вариант сканирования только заголовков (ищем в тексте только то, что заключено в кавычках после href=:

Пример

<TITLE>Главные новости дня: политика, экономика, происшествия</TITLE>

<link rel=«stylesheet» href=«http://top.rbc.ru/topnews.css» type=«text/css»>

То есть, в данном случае есть ссылка «http://top.rbc.ru/topnews.css».

Слова для БЗС берутся между <TITLE> и </TITLE>

Вариант 2. Режим слежения за пользователем

1. Отслеживается, что пользователь зашел на сайт xxx;
2. Отслеживается ссылка, на которую перешел пользователь;

3. Обновляются БЗП и БС. Причем в БС добавляются как корень страницы, так и конечная страница. Обновляется БЗС по словам¹;

¹ Можно сканировать как ссылку, так и весь текст на странице.

4. и так далее по всем заходам пользователя.

Вариант 3. Режим автономной работы.

1. По таймеру делается обход наиболее посещаемых страниц пользователя (TOP10), то есть скрыто загружаются эти страницы;

2. Выбираются наиболее встречаемые слова пользователя из БЗП;

3. На каждой загруженной странице ищутся в заголовках и кратких аннотациях (то есть между двумя link) наиболее встречаемые слова;

4. В случае нахождения нужного слова (слов), эта ссылка попадает в дайджест;

5. После сканирования всех страниц пользователю выдается дайджест;

6. В случае перехода по ссылке дайджеста, включается «режим слежения за пользователем».

Рассмотрим подсистему поиска через поисковые системы. В качестве поисковой системы используется

связка двух лидеров в данном сегменте: Google (мировой лидер) и Yandex (русский лидер). Следует также отметить, что Google индексирует и российские сайты. Запрос обрабатывается скриптом, написанном на ЯП Perl.

Рассмотрим подсистему блока загрузки данных. Данный блок является самым простым по реализации. Алгоритм (автоматический):

1. Срабатывает таймер;

2. Открытие заданной станицы в Internet;

3. Парсировка страницы на наличие ссылки на заданный файл (формат xls) (учитываем, шаблон названия);

4. Скачивание файла;

5. Открытие файла (hidden);

6. По заданному шаблону выкачиваем данные в БД.

Таким образом, мы получаем простую систему помощника, позволяющую находить интересующую информацию в сети Internet в автоматическом режиме.

Литература:

1. Д. Ландэ «Поиск знаний в Internet» — М, Диалектика, 2005 г.
2. Christopher D. Manning, Hinrich Schutze. Foundations of Statistical Natural Language Processing.
3. Ethem Alpaydin. Introduction to Machine Learning (Adaptive Computation and Machine Learning).

Мягкая вероятность ошибки при приближённых описаниях объектов

Молодцов Дмитрий Анатольевич, доктор физико-математических наук, старший научный сотрудник;

Ковков Дмитрий Валерьевич, кандидат физико-математических наук, научный сотрудник

Вычислительный центр имени А.А. Дородницына Российской академии наук (г. Москва)

В работе приводится идеология мягкой вероятности, которая основана на концепции приближённых описаний объектов. Вводятся статистическая база и регулярность, а также приближённая дисперсия. Устанавливается аналог неравенства Чебышёва для мягкой вероятности.

Ключевые слова: мягкая вероятность, смена гипотез, мягкое неравенство Чебышёва.

1. Что такое мягкая вероятность?

Под статистической регулярностью обычно понимают статистическую устойчивость частот появления различных исходов. Обычно это понятие обсуждается на примере бросания монеты. Иногда [1] авторы намечают более конструктивные пути формирования этого понятия, но окончательной формализации статистической устойчивости так и не приводится. Таким образом, важнейший вопрос о применимости теории к реальным явлениям остается, по сути, не решённым. Мягкая вероятность [2–7] это просто логическое завершение конструкции статистической регулярности.

2. Статистическая база данных

Сначала введем основное пространство исходов Ω . При каждом испытании происходит появление в качестве результата испытаний одного из элементов множества Ω . Статистическая база данных это просто конечная упорядоченная последовательность исходов $Base = \{\omega_1, \dots, \omega_n\}$, $\omega_i \in \Omega$.

Событием A будем называть подмножество множества Ω , $A \subseteq \Omega$. Будем считать, что событие произошло при некотором испытании, если результат испытания принадлежит этому событию. Нам нужно описать статистическую регу-

лярность появления события A . Содержательно статистическая регулярность означает близость частот для заданного множества выборок. Поэтому для формализации этого понятия необходимо, прежде всего, задать множество выборок для статистической базы данных.

Под выборкой I будем понимать просто указание мест в последовательности $Base = \{\omega_1, \dots, \omega_n\}$, которые входят в эту выборку, другими словами выборка это подмножество $I \subseteq Ind(Base)$ множества $Ind(Base) = \{1, \dots, n\}$.

При задании множества выборок естественно, прежде всего, контролировать их мощность, поэтому мы введем параметр для задания мощности выборки. В качестве допустимого множества выборок мы будем рассматривать произвольные выборки мощности m , которые состоят из последовательных элементов множества $Ind(Base)$ и не являются слишком «старыми». Такое множество выборок обозначим $S(Base, m, \tau)$

$$S(Base, m, \tau) = \{(i, i+1, \dots, i+m-1), \quad i = \tau, \dots, N-m+1\}.$$

По-видимому, множество $S(Base, m, \tau)$ является минимальным набором выборок, которые естественно рассматривать для определения статистической регулярности. Возможны, конечно, и другие определения допустимого множества выборок, при этом получится другое определение статистической регулярности, важно чтобы эти множества выборок всегда были точно заданы.

Частотой события A на выборке I будем называть величину

$$\mu(Base, \chi(A, \cdot), I) = \frac{1}{|I|} \sum_{i \in I} \chi(A, \omega_i).$$

$$\text{Здесь обозначено } |I| - \text{мощность множества } I, \quad \chi(A, \omega) = \begin{cases} 1, & \omega \in A \\ 0, & \omega \notin A \end{cases}.$$

3. Статистическая регулярность

Теперь статистическую регулярность появления события A естественно понимать, как малое отличие частот события A на любых допустимых выборках из множества $S(Base, m, \tau)$. Сформулируем это понятие более формально.

Определение 1. Событие A называется статистически (m, τ, δ) -регулярным на базе $Base$, если для любых выборок $I, J \in S(Base, m, \tau)$ выполнено

$$|\mu(Base, \chi(A, \cdot), I) - \mu(Base, \chi(A, \cdot), J)| \leq \delta.$$

Случайной функцией f мы будем называть любую функцию, принимающую вещественные значения и заданную на множестве Ω , $f: \Omega \rightarrow E$, E — множество действительных чисел. Примером такой функции является характеристическая функция множества $\chi(A, \cdot)$.

Средним значением случайной функции f на выборке I будем называть величину

$$\mu(Base, f, I) = \frac{1}{|I|} \sum_{i \in I} f(\omega_i).$$

Определение 2. Случайная функция f называется статистически (m, τ, δ) -регулярной на базе $Base$, если для любых выборок $I, J \in S(Base, m, \tau)$ выполнено

$$|\mu(Base, f, I) - \mu(Base, f, J)| \leq \delta.$$

Таким образом, статистическая регулярность события это просто статистическая регулярность характеристической функции этого события.

Условию регулярности случайной функции можно придать другую эквивалентную форму. Обозначим

$$2a = \max_{I \in S(Base, m, \tau)} \mu(Base, f, I) + \min_{I \in S(Base, m, \tau)} \mu(Base, f, I),$$

$$2b = \max_{I \in S(Base, m, \tau)} \mu(Base, f, I) - \min_{I \in S(Base, m, \tau)} \mu(Base, f, I).$$

Нетрудно видеть, что статистическая регулярность функции f эквивалентна выполнению неравенства $2b \leq \delta$.

Для любых $I \in S(Base, m, \tau)$ выполнено неравенство $|\mu(Base, f, I) - a| \leq b$. Отсюда легко следует, что статистическая регулярность функции f эквивалентна выполнению неравенства $|\mu(Base, f, I) - a| \leq \delta/2$ или включения $\mu(Base, f, I) \in [a - \delta/2, a + \delta/2]$ для любых $I \in S(Base, m, \tau)$. Последнее включение также эквивалентно включению

$$\left[\min_{I \in S(Base, m, \tau)} \mu(Base, f, I) \quad \max_{I \in S(Base, m, \tau)} \mu(Base, f, I) \right] \subseteq [a - \delta/2, a + \delta/2]$$

Это обстоятельство делает естественным введение следующего определения.

Определение 3. Отрезок

$$\lambda(f, Base, m, \tau) = \left[\min_{I \in S(Base, m, \tau)} \mu(Base, f, I) \quad \max_{I \in S(Base, m, \tau)} \mu(Base, f, I) \right]$$

называется (m, τ) -приближенным средним случайной функции f на базе $Base$.

Левый и правый конец отрезка будем обозначать четами снизу и сверху

$$\lambda(f, Base, m, \tau) = [\underline{\lambda}(f, Base, m, \tau) \quad \bar{\lambda}(f, Base, m, \tau)]$$

4. Гипотезы о поведении случайной функции

Основываясь на понятии статистической регулярности случайной функции можно сформулировать два типа гипотезы о будущем поведении значений случайной функции. Фактически это гипотезы о будущих значениях статистической базы данных.

Определение 4. База данных $Base$ называется статистически (m, δ) -регулярной относительно случайной функции f , если для любых выборок $I, J \in S(Base, m, 1)$ выполнено

$$|\mu(Base, f, I) - \mu(Base, f, J)| \leq \delta$$

Определение 5. База данных $Base$ называется статистически значимо (m, δ, a) -регулярной относительно случайной функции f , если для любых выборок $I \in S(Base, m, 1)$ выполнено

$$|\mu(Base, f, I) - a| \leq \delta$$

Наряду со случайной функцией f рассмотрим случайную функцию g равную модулю отклонения функции f от отрезка $[a - \delta, a + \delta]$, то есть

$$g(\omega) = \max\{|f(\omega) - a| - \delta, 0\}$$

Определение 6. Будем говорить, что для базы данных $Base$ выполнена гипотеза (m, δ, a, Δ) -дисперсии относительно случайной функции f , если база данных $Base$ является статистически значимо $(m, \Delta, 0)$ -регулярной относительно случайной функции g , то есть для любых выборок $I \in S(Base, m, 1)$ выполнено

$$\mu(Base, g, I) \leq \Delta$$

5. Свойства приближенного среднего случайной функции

Приближенное среднее обладает свойствами аналогичными свойствам классического математического ожидания. Неравенства для интервалов понимаются покомпонентно, то есть для каждого из концов отрезка.

1. $\lambda(c, Base, m, \tau) = [c, c] \quad c \in E$.
2. Если $f(\omega) \geq g(\omega)$ для любых $\omega \in \Omega$, то $\lambda(f, Base, m, \tau) \geq \lambda(g, Base, m, \tau)$.
3. $\lambda(cf, Base, m, \tau) = c\lambda(f, Base, m, \tau)$, $c \in E$, $c \geq 0$.
4. $\lambda(f + c, Base, m, \tau) = \lambda(f, Base, m, \tau) + c$, $c \in E$.
5. $\lambda(-f, Base, m, \tau) = -\lambda(f, Base, m, \tau) = [-\bar{\lambda}(f, Base, m, \tau) \quad -\underline{\lambda}(f, Base, m, \tau)]$.
6. $\lambda(f + g, Base, m, \tau) \subseteq \lambda(g, Base, m, \tau) + \lambda(f, Base, m, \tau)$.
7. $\lambda(f, Base, m, \tau) \subseteq \lambda(f, Base, m, t)$, $\tau \geq t$.

6. Приближенная дисперсия случайной величины

В классической вероятности дисперсия случайной величины определяется как математическое ожидание квадрата разности этой величины и ее математического ожидания. Математическое ожидание случайной функции это просто некоторое число.

В нашем случае приближенное среднее является параметрическим семейством интервалов, которое характеризует случайную величину на некоторой базе данных. Если же говорить о гипотезах, использующих понятие статистической значимой регулярности, то они используют ограничения на приближенные средние. Сами эти отрезки, описывающие

ограничения, не обязаны быть равными приближенным средним. Поэтому и понятие приближенной дисперсии удобно формулировать, как меру отклонения случайной величины от некоторого отрезка, а не от приближенного среднего.

Определение 7. Приближенной (m, τ, a, δ) -дисперсией случайной функции f на базе $Base$ называется (m, τ) -приближенная средняя случайной функции $\max\{|f(\omega) - a| - \delta, 0\}$, то есть отрезок

$$D(f, Base, m, \tau, a, \delta) = \lambda(\max\{|f(\cdot) - a| - \delta, 0\} \mid Base, m, \tau)$$

Приведем простейшие свойства приближенной дисперсии.

1. $D(f, Base, m, \tau, a, \delta) \geq 0$.
2. $D(cf, Base, m, \tau, ca, c\delta) = cD(f, Base, m, \tau, a, \delta)$, $c \in E$, $c \geq 0$.
3. $D(-f, Base, m, \tau, -a, \delta) = D(f, Base, m, \tau, a, \delta)$.
4. $\overline{D}(f + g, Base, m, \tau, a + b, \delta + \gamma) \leq \overline{D}(f, Base, m, \tau, a, \delta) + \overline{D}(g, Base, m, \tau, b, \gamma)$.
5. $\underline{D}(f + g, Base, m, \tau, a + b, \delta + \gamma) \leq \underline{D}(f, Base, m, \tau, a, \delta) + \underline{D}(g, Base, m, \tau, b, \gamma)$.
6. $D(f, Base, m, \tau, a, \delta) \geq D(f, Base, m, \tau, a, \gamma)$, $\delta \leq \gamma$.
7. $D(f, Base, m, \tau, a, \delta) \supseteq D(f, Base, m, \gamma, a, \delta)$, $\tau \leq \gamma$.

7. Неравенство Чебышева для мягкой вероятности

Утверждение 1. Неравенство Чебышева. Пусть случайная функция f неотрицательна всюду на Ω и $\varepsilon > 0$. Тогда справедливо неравенство

$$\lambda(\chi(\{\omega' \in \Omega \mid f(\omega') \geq \varepsilon\}) \mid Base, m, \tau) \leq \frac{1}{\varepsilon} \lambda(f, Base, m, \tau).$$

Доказательство. Если случайная функция f неотрицательна всюду на Ω , тогда легко видеть, что при $\varepsilon > 0$ для любого $\omega \in \Omega$ выполнено

$$f(\omega) \geq \varepsilon \chi(\{\omega' \in \Omega \mid f(\omega') \geq \varepsilon\}, \omega).$$

По свойству 2 приближенного среднего имеем

$$\lambda(f, Base, m, \tau) \geq \varepsilon \lambda(\chi(\{\omega' \in \Omega \mid f(\omega') \geq \varepsilon\}, \omega), Base, m, \tau).$$

Приближенное среднее от характеристической функции множества это мягкая вероятность множества, поэтому для мягкой вероятности множества $\{\omega' \in \Omega \mid f(\omega') \geq \varepsilon\}$ имеем оценку

$$\lambda(\chi(\{\omega' \in \Omega \mid f(\omega') \geq \varepsilon\}, \cdot), Base, m, \tau) \leq \frac{1}{\varepsilon} \lambda(f, Base, m, \tau).$$

Напомним, что неравенство интервальное. Утверждение доказано.

Пусть f уже произвольная случайная функция. Для функции $|f|$ имеем

$$\lambda(\chi(\{\omega' \in \Omega \mid |f(\omega')| \geq \varepsilon\}, \cdot), Base, m, \tau) \leq \frac{1}{\varepsilon} \lambda(|f|, Base, m, \tau).$$

Поскольку неравенства $|f(\omega')| \geq \varepsilon$ и $|f^s(\omega')| \geq \varepsilon^s$, где $s > 0$, эквивалентны, получаем

$$\lambda(\chi(\{\omega' \in \Omega \mid |f(\omega')| \geq \varepsilon\}, \cdot), Base, m, \tau) \leq \frac{1}{\varepsilon^s} \lambda(|f|^s, Base, m, \tau),$$

а значит, имеет место и такое неравенство

$$\lambda(\chi(\{\omega' \in \Omega \mid |f(\omega')| \geq \varepsilon\}, \cdot), Base, m, \tau) \leq \inf_{s>0} \frac{1}{\varepsilon^s} \lambda(|f|^s, Base, m, \tau).$$

Возьмем теперь в качестве неотрицательной случайной функции функцию $g(\omega) = \max\{|f(\omega) - a| - \delta, 0\}$, где f произвольная случайная функция. Применим к g неравенство Чебышева и получаем

$$\lambda(\chi(\{\omega' \in \Omega \mid \max\{|f(\omega') - a| - \delta, 0\} \geq \varepsilon\}, \cdot), Base, m, \tau) \leq \frac{1}{\varepsilon} D(f, Base, m, \tau, a, \delta).$$

После элементарных преобразований имеем

$$\lambda(\chi(\{\omega' \in \Omega \mid |f(\omega') - a| \geq \delta + \varepsilon\}, \cdot), Base, m, \tau) \leq \frac{1}{\varepsilon} D(f, Base, m, \tau, a, \delta).$$

Отсюда следует другая форма этого неравенства

$$\lambda(\chi(\{\omega' \in \Omega \mid |f(\omega') - a| \geq \delta\}, \cdot), Base, m, \tau) \leq \inf_{0 < \varepsilon \leq \delta} \frac{1}{\varepsilon} D(f, Base, m, \tau, a, \delta - \varepsilon).$$

Итак, неравенство Чебышева дает оценку мягкой вероятности «больших» отклонений, используя приближенное среднее или приближенную дисперсию. Если мы имеем дело с известной нам базой данных, то эта информация малоценна, так как легко напрямую точно подсчитать любые вероятностные характеристики, включая вероятность «больших» отклонений. По-видимому, более интересно использовать это неравенство для оценки вероятности случайной функции для будущей базы данных. Естественно для этого необходимо сделать соответствующие гипотезы о приближенном среднем или приближенной дисперсии. Однако при наличии гипотез представляет интерес найти точные оценки вероятности больших отклонений.

9. Заключение

Итак, работать с мягкими вероятностями вполне возможно, невзирая на наличие параметров и интервальный вид мягкой вероятности. Конечно, теперь актуально решение более сложных задач по подсчету различных вероятностей и других характеристик при наличии нескольких гипотез, причем возможно разного типа.

Особый интерес представляет применение изложенных идей и результатов на реальной статистической задаче, где можно было бы на реальных данных проверить эффективность предлагаемого подхода. Одно из приложений представлено в [3,4].

Литература:

1. В. Н. Тутубалин. Теория вероятностей — краткий курс и научно-методические замечания. Издательство МГУ, 1972.
2. Д. А. Молодцов. Теория мягких множеств. Издательство УРСС, 2004.
3. Д. А. Молодцов. Управление портфелем с использованием мягкой вероятности. Вестник НАУФОР, №7–8, 2007.
4. Д. А. Молодцов. Управление портфелем с использованием мягкой вероятности. (короткие позиции). Вестник НАУФОР, №10, 2007.
5. Д. А. Молодцов. «Мягкие множества и прогнозирование» // Нечеткие системы и мягкие вычисления. Том 6, №1, июнь 2011.
6. Д. А. Молодцов. «Финитная устойчивость частот и вероятность» // Нечеткие системы и мягкие вычисления. Том 5, №1, июнь 2010.
7. Д. А. Молодцов. «Мягкая неопределенность и вероятность» // Нечеткие системы и мягкие вычисления. Том 3, №1, март 2008.

Программное обеспечение для формирования частотных словарей в процессе обучения английскому языку в техническом вузе

Ржеуцкая Светлана Юрьевна, кандидат технических наук, доцент;

Мальцева Татьяна Витальевна, магистрант

Вологодский государственный технический университет

Изучение иностранных языков — труд нелегкий, независимо от того, самостоятельно ли учится человек или под руководством преподавателя. Последний вариант, безусловно, представляется более предпочтительным, поскольку преподаватель, даже не являясь носителем языка, является носителем культуры изучения языков (или какого-либо конкретного иностранного языка), от-

ражающей громадный опыт предыдущих поколений, тщательно выбиравших наиболее оптимальный путь для достижения поставленной цели. Тем не менее, современные информационные технологии способны внести определенные новшества, оптимизирующие процессы запоминания иностранных слов, чтения оригинальных текстов в определенной предметной области.

Интересным и сравнительно новым средством обучения, которое может помочь в освоении англоязычной профессионально-ориентированной лексики, являются частотные словари. Частотные словари отражают относительную частоту использования слов в каком-либо тексте, коллекции текстов определенной тематики или в разговорной практике.

Чем же может помочь частотный словарь преподавателю, студенту технического вуза? Прежде всего, частотный словарь, полученный путем анализа достаточно большого текстового фрагмента на английском языке (например, подборка англоязычных материалов из Интернета по теме «Databases»), демонстрирует богатство используемых англоязычных технических терминов. Также преподаватель, используя частотный словарь, может определить необходимый словарный запас своих студентов для успешного чтения того или иного текста. При этом, если текст достаточно большой, студенту в первую очередь необходимо изучить слова и сочетания слов, наиболее часто встречающиеся в нем (например, более двух-трех раз). Выделить такие слова и сочетания можно автоматически, сформировав частотный словарь на основе изучаемого текста или коллекции текстов по определенной теме. Таким образом, частотные словари позволяют оптимизировать процесс освоения англоязычной лексики, соответствующей будущей профессии студентов.

В реалиях современного мира существует множество частотных словарей общеупотребительного английского языка. Однако словари по узким предметным областям найти достаточно сложно, да и самому преподавателю английского языка сложно составить подобный словарь или выбрать термины, которые необходимы для изучения студентами какой-то конкретной специальности. Ведь, как известно, профессиональная терминология студента-экономиста и студента-программиста сильно различается и для успешного делового общения в будущем таких студентов необходимо обучать разным нюансам языка, что позволит рационализировать процесс обучения. В связи с этим актуальной является задача построения частотных словарей для различных предметных областей с целью повышения качества профессионально-ориентированного обучения английскому языку.

Целью работы, представленной в докладе, является разработка программного обеспечения, которое будет анализировать коллекцию технических текстов определенной тематики на английском языке и автоматически формировать частотный словарь используемых слов или сочетаний слов, включая также и их перевод. Наличие такого словаря позволяет студенту быстрее изучить тему и запомнить сложные профессиональные термины вместе с их англоязычными эквивалентами.

Итак, функционально, разрабатываемая система должна позволять преподавателю английского языка выбрать тексты для частотного анализа, выбрать слова, которые следует исключить из частотного словаря, провести частотный анализ, просмотреть и сохранить частотный

словарь, выбрать параметры для формирования словаря, исключить уже изученные слова из словаря.

В процессе выполнения данного проекта была подобрана коллекция профессионально-ориентированных аутентичных текстов на английском языке по теме «Информационные технологии». Следует учитывать, что чем больше коллекция, тем более предметно-ориентированным получается частотный словарь.

При реализации проекта была выработана следующая стратегия обработки текстов:

1. Не учитываются слова, длина которых меньше трех букв.
2. Проводится процедура исключения словоформ (ведется поиск форм слов таких как: множественное/единственное число существительного, настоящее/прошедшее время глаголов)
3. Обрабатываются окончания -ing
4. Пропускаются слова из списка исключаемых слов (артикли, предлоги, союзы, а также слова, которые изучаются еще в школе).
5. Для словаря также исключаются слова, которые выбрал преподаватель, например, слова, которые студенты уже изучили.

При выборе методики решения были рассмотрены два способа представления данных: двоичные деревья и хэш-таблица. Приведем некоторые результаты сравнения:

1. Сортировка результата. Если результат должен быть отсортирован, хэш-таблицы представляются не вполне подходящими, поскольку их элементы заносятся в таблицу в порядке, определяемом только их хэш-значениями. При проходе дерева в обратном порядке получаем отсортированный список.

2. Память. Минимизация памяти, которая уходит на «накладные расходы», особенно важна, когда нужно хранить много маленьких узлов. Для хэш-таблиц требуется только один указатель на узел. Кроме того, требуется память под саму таблицу. Для двоичных деревьев необходимо хранить значения ключа, указатели на левое и правое поддерево.

3. Время. Алгоритм должен быть эффективным. Это особенно важно, когда ожидаются большие объемы данных. Хэш-таблица работает быстрее.

По результатам сравнения для реализации был выбран метод на основе построения хэш-таблицы как наиболее оптимальный для решения данной задачи. С учетом вышеизложенного было разработано программное обеспечение для формирования частотных словарей в среде Visual C++ (Microsoft Visual Studio).

Перечислим основные результаты выполненного проекта:

1. Выявлены требования к разрабатываемому программному обеспечению, определены функциональные особенности системы, выбрана методика решения.
2. Разработано программное обеспечение, которое будет анализировать коллекцию текстов на английском языке и автоматически формировать частотный словарь.

3. Подобрана коллекция профессионально-ориентированных аутентичных текстов по теме «Информационные технологии».

В будущем планируется доработка, включающая реализацию словаря по заданным преподавателем параметрам, доработка интерфейса с целью повышения эргономики программного продукта.

Применение разработанного программного обеспечения дает возможность повысить эффективность и качество обучения студентов технических вузов английскому языку, а также сделать это обучение профессионально-ориентированным и коммуникативно-направленным.

Литература:

1. Алексеев П.М. Частотные словари: Учебное пособие. — СПб.: Изд-во С.-Петерб. Ун-та, 2001 — 156 с.
2. Ахо А. Структуры данных и алгоритмы/ А.Ахо, Д. Хопкрофт, Д. Ульман; пер. с англ. — М.: Вильямс, 2000. — 384 с.

Угрозы безопасности информации при работе в открытых беспроводных сетях Wi-Fi

Шатдинов Раис Сагирович, кандидат технических наук, доцент;

Утопленников Дмитрий Сергеевич, студент;

Насретдинова Диана Рамилевна, студент

Башкирский государственный университет, Институт управления и безопасности предпринимательства (г. Уфа)

С развитием информационных технологий, огромную роль в жизни человека стал играть Интернет, так как он пользуется им повседневно: проверяя почту, погоду, общаясь в социальных сетях, просматривая фильмы и видео. И зачастую использование проводного интернета является нецелесообразным, так как он ограничивает наше перемещение, а провода путаются и мешаются. И на замену проводам пришли Wi-Fi технологии, которые позволили, подключаться к высокоскоростному Интернету не используя проводные соединения. Wi-Fi получил широкое распространение при организации беспроводного интернета во многих современных предприятиях, школах, домах, университетах и в публичных местах, как альтернатива проводному интернету. Большинство современных портативных устройств (ноутбуки, КПК, смартфоны) имеют встроенные средства для работы в беспроводных сетях. Количество точек беспроводного доступа в мире растет с каждым днем, и при этом мы можем выйти в интернет, откуда угодно и без особых проблем. Самое главное, чтобы под рукой оказался ноутбук, смартфон или планшетный компьютер. Находясь в кафе, торговом комплексе, дома или на работе мы используем Wi-Fi сети, так как это удобно, практично и мобильно. Но немногие задавались вопросом, безопасно ли это?

Wi-Fi или Wireless Fidelity переводится как «высокая точность беспроводной передачи данных». Это стандарт оборудования для построения локальных вычислительных сетей. В сети, созданной по технологии Wi-Fi, передача данных осуществляется без физического соединения устройств, посредством радиосигнала. Еще одним неоспоримым преимуществом (кроме отсутствующих проводов) является простота развертывания и на-

стройки Wi-Fi и при этом одна точка доступа может обеспечить охват в радиусе до 200 метров, в зависимости от роутера. Широкое распространение, помимо домашних и офисных сетей, Wi-Fi нашел в сфере организации публичного доступа в Интернет (хот-спотов). Например, в городе Уфа насчитывается около 160 хот-спотов, которые обеспечивают бесплатный выход в Интернет. С использованием этой технологии любой посетитель гостиницы, кафе, ресторана, бизнес-центра или аэровокзала получает возможность мобильного подключения к сети посредством своего ноутбука, КПК или телефона, поддерживающего стандарт беспроводного доступа. Для функционирования Wi-Fi сетей разработано множество стандартов, одним из часто используемых является IEEE 802.11n.

Стандарт IEEE 802.11n — один из передовых стандартов Wi-Fi, на данный момент. Используются частотные каналы в спектрах 2.4GHz и 5GHz. Совместим с 11b/11a/11g. Стандарт 802.11n использует совершенно новые технологии, повышающие скорость передачи данных и увеличивающие радиус покрытия. Так, например, заявленная скорость передачи данных для этого стандарта — около 430Мбит/с. Используется модуляция — MIMO (Multiple Input Multiple Output). Данная модуляция построена на основе применения множества антенн, соответственно, создается множество информационных потоков, что в разы увеличивает скорость передачи данных.

Для удобства передачи данных частота поделена на так называемые каналы.

Из изображения видно, что каналов всего 14, но в зависимости от страны, в которой мы находимся, разрешен-

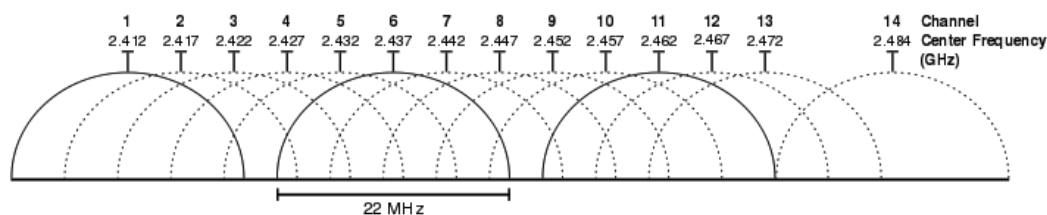


Рис. 1. Распределение частот по каналам

Номер канала	Частота	Страны
1	2412	Европа, Япония, США
2	2417	Европа, Япония, США
3	2422	Европа, Япония, США
4	2427	Европа, Япония, США
5	2432	Европа, Япония, США
6	2437	Европа, Япония, США
7	2442	Европа, Япония, США
8	2447	Европа, Япония, США
9	2452	Европа, Япония, США
10	2457	Европа, Япония, США
11	2462	Европа, Япония, США
12	2467	Европа, Япония
13	2472	Европа, Япония
14	2484	Япония

Рис. 2. Использование каналов

ными для использования могут быть только некоторые из них. Так, например, в России разрешено использовать с 1 по 13 канал в США с 1 по 11, а в Японии все 14.

При передаче данных по сети немаловажным аспектом является шифрование трафика, так как для перехвата передаваемой информации не нужно физическое воздействие, а достаточно просто подключиться к сети и, «подслушивая» канал, перехватывать информацию. На данный момент существуют несколько видов шифрования, таких как:

1. WEP. Самый простой алгоритм шифрования. Поддерживается всеми точками доступа и клиентами.

2. WPA. В основе используется все тот же RC4, но дополнительно применяются алгоритмы TKIP и MIC.

Суть алгоритма — проверка целостности данных, чтобы исключить возможность подделки пакетов. Протокол WPA так же поддерживается всеми устройствами без проблем в его двух вариантах:

WPA-PSK — здесь используется заранее предопределенная ключевая фраза в качестве пароля. Этот вариант часто применяется в домашних условиях.

WPA-802.1x — доступ к сети осуществляется после проверки дополнительным сервером аутентификации. Этот способ наиболее подходит для крупных организаций.

Из этих двух вариантов легче всего взломать WPA-PSK, однако это будет все равно тяжелее, чем WEP.

С целью обеспечения большей надежности защиты информации был разработан стандарт WPA2.

WPA2 Основное отличие от WPA заключается в использовании более стойкого алгоритма шифрования AES.

Технология Wi-Fi безусловно удобна и универсальна для организации беспроводного доступа к информации. Однако она несёт в себе множество серьёзных угроз информационной безопасности. Wi-Fi-соединение может быть взломано, а данные перехвачены посредством sniffing («прослушивания» сетевого трафика) либо атак по типу man-in-the-middle attack (MITM). Этот способ является наиболее простым, так как не нужно физическое воздействие.

Вопрос безопасности wi-fi сетей актуален, так как sniffing программы находятся в открытом доступе и на основе данных программ можно показать наглядно, как небезопасны беспроводные сети в независимости от сложности пароля и шифрования трафика.

Алгоритм перехвата может выглядеть следующим образом:

Пользователь, идентифицировавшийся в сети, как правило, отправляет данные на беспроводной маршрути-

http://www.apple.com
ip=192.168.XX.XX ID: -1492311944

http://www.vk.com
ip=192.168.XX.XX ID: -4471817981

http://www.facebook.com
ip=192.168.XX.XX ID: -5011310023

Рис. 3. IP-адрес и идентификатор сессии

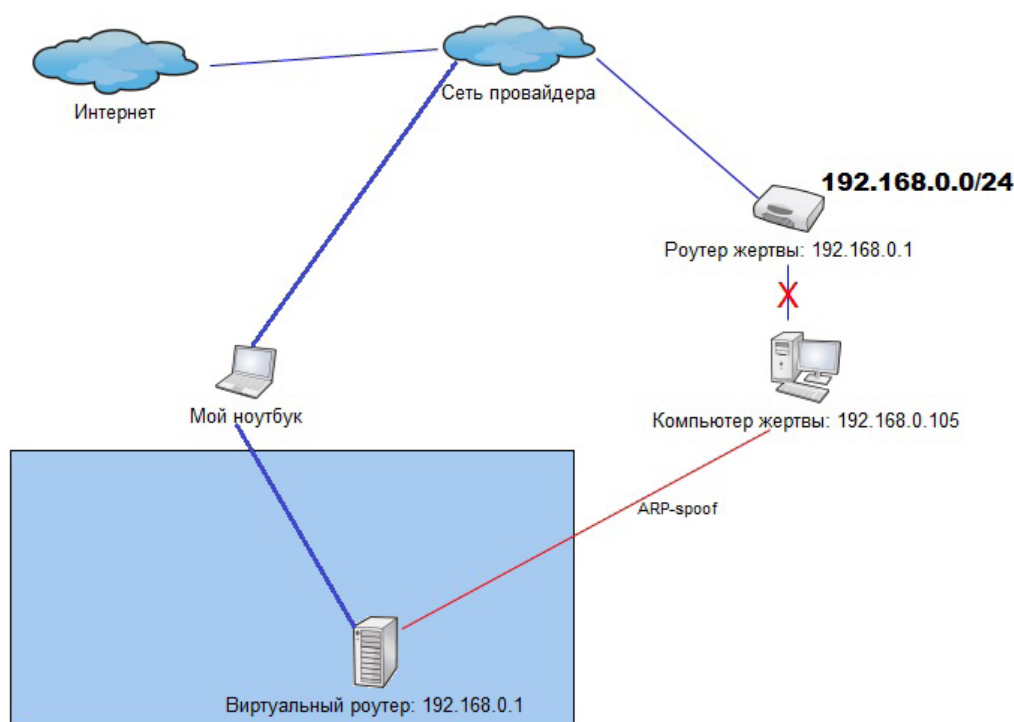


Рис. 4. Схема работы Spoofing

затор. Эту информацию в дальнейшем можно перехватить и прочитать, но не ту, что зашифрована, например пароль от почты или логин.

Для того чтобы после каждого клика пользователь не вводил пароль, сайт посылает ему «идентификатор сессии» после входа в систему, который нужен для работы с сайтом, которые хранятся в «куки». Как правило, только пользователь знает этот идентификатор, так как он получает его в зашифрованном виде. Но когда он использует Wi-Fi, он распространяет свой идентификатор сессии по Wi-Fi для всех. Злоумышленник принимает этот идентификатор сессии, и использует его.

Для защищенных WPA/WPA2 Wi-Fi-сетей программа использует DNS-Spoofing атаки. ARP-Spoofing означает, что она заставляет все устройства в сети думать, что программа — виртуальный роутер, и пропускает все данные через себя. Благодаря чему зашифрованная информация перехватывается, и злоумышленник получает доступ к вашей информации: почте, социальным сетям, запросам в поисковиках и других посещённых сайтах.

Таким образом, sniffing является одной из актуальных проблем в Wi-Fi сетях. И для того, чтобы обезопасить себя в беспроводных сетях, необходимо:

При подключении к сети устанавливать зашифрованное соединение HTTPS-протокол и SSL.

После каждого подключения к открытым сетям менять пароль или использовать антисниффинг программы заблаговременно проанализировав перед отправкой своих данных по сети.

Нужно отметить, что Wi-Fi технология в настоящее время является одной из самой популярной и удобной беспроводной сетью с точки зрения мобильности и удоб-

ства, но, в то же время она несёт в себе угрозы информационной безопасности, так как данные циркулирующие в данной сети могут быть перехвачены и расшифрованы. Поэтому, нужно быть осторожными при подключении к открытым сетям используя защищенное соединение https, ssl. И быть тщательными при организации точек в доме, офисе и на предприятии, так как кроме sniffing существуют и другие программно-аппаратные решения для взлома и перехвата данных в беспроводной сети.

Литература:

1. [электронный ресурс] macrodmin — 2011. Режим доступа: <http://macrodmin.blogspot.ru/2011/03/wifi.html>
2. [электронный ресурс] levinkv's blog — информационная безопасность — 2012. Режим доступа: <http://www.levinkv.ru/wi-fi/vzlom-wi-fi-seti-wpa-wpa2-perehvat-handshake-chast-1.html>
3. [электронный ресурс] habrahabr — 2011. Режим доступа: <http://habrahabr.ru/post/117761/>
4. [электронный ресурс] НИКС компьютерный супермаркет — 2012. Режим доступа: http://www.nix.ru/support/faq/show_articles.php?number=596&faq_topics=WiFi-802.11
5. [электронный ресурс] habrahabr — 2012. Режим доступа: <http://habrahabr.ru/post/127566/>
6. [электронный ресурс] habrahabr — 2010. Режим доступа: <http://habrahabr.ru/post/90678/>
7. Щербяков, А.К. Wi-fi: всё, что вы хотели знать, но боялись спросить/ А.К. Щербяков. — М.: Бук-пресс, 2005—11 с.

2. ЭЛЕКТРОНИКА, РАДИОТЕХНИКА И СВЯЗЬ

Анализ состава существующих систем навигации для подвижных наземных объектов и выбор наиболее перспективного состава, исходя из требований точности и надежности

Сурков Владимир Олегович, аспирант
Тамбовский государственный технический университет

В статье проанализирован состав существующих систем навигации и предложен наиболее перспективный вариант построения данных систем. Сбор необходимых данных проводился путем рассмотрения нескольких навигационных систем различных производителей и изучения их технической документации и характеристик. Анализ показал что, оптимальными на сегодняшний момент времени является навигационные системы, включающая в себя: инерциальную навигационную систему (ИНС), СРНС, системы сотовой связи. Такой состав систем не встречается в продаже, поэтому лучшими характеристиками обладают системы, включающие в себя БИНС и СРНС. К таким системам относится БИНС-Тек (ООО «ТеКнол») и система ГАЛС-Д2М различных модификаций (НПО ПРОГРЕСС). Данная статья может быть применена в качестве источника информации о составе существующих систем и помочь при его выборе, а так же стать источником идей для новых научных исследований.

Введение

Обычно под термином навигационная система принято понимать совокупность приборов, алгоритмов и программного обеспечения, позволяющих произвести ориентирование объекта в пространстве. Навигационные системы можно разделить на множество категорий в зависимости от назначения, объема получаемой навигационной информации и используемых методов навигации. В зависимости от области применения навигационные системы разделяют на системы морской, наземной и воздушной навигации. Система навигации подвижного наземного объекта (ПНО) решает задачи определения координат местоположения, параметров движения и углов ориентации подвижного объекта и выдачу необходимой информации. В [1] описываются схемы комплексирования и возможность их применения для определения местоположения подвижных объектов. В [2]–[4] исследуется поведение систем навигации для ПНО в условиях города. В этих статьях так же описывается и состав навигационных систем. Однако, анализ состава навигационных систем для ПНО, как военного, так и гражданского применения и предложения по выбору перспективного состава в литературе не встречается. Целью статьи является анализ состава существующих систем навигации и предложения по построению наиболее перспективного варианта

Общие сведения о навигационных системах для ПНО

Система навигации ПНО решает задачи определения координат местоположения, параметров движения и углов ориентации подвижного объекта и обеспечивает выдачу следующих данных: горизонтальные координаты, высота, путевая скорость, углы ориентации (крен, курс, тангаж), угловая скорость, ускорение. Обобщенную структурную схему навигационной системы ПНО можно представить в виде (рисунок 1).

Измерители автономной системы — измерители системы, работающей без сигналов от внешних источников. Основное их назначение — определение координат, параметров движения и пространственного положения продольных осей ПНО.

В качестве радиотехнических систем коррекции могут быть использованы: системы сотовой связи, спутниковые системы (ГЛОНАСС/GPS), наземные радиотехнические системы дальней навигации. Основное назначение данных систем — коррекция данных полученных от измерителей автономной системы для повышения точности показаний навигационной систем.

Навигационные системы могут работать в следующих режимах:

- Автономный;
- Автономный с коррекцией от СРНС.

Приведенная на рис. 1. блок — схема и её состав может варьироваться в зависимости от предъявляемых требований к конкретной системе. Обзор существующих навигационных систем для ПНО и их точностных харак-

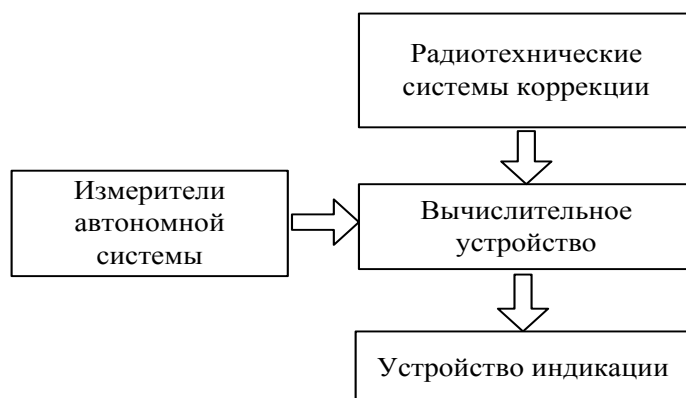


Рис. 1. Обобщенная блок-схема систем навигации для ПНО

теристик в [5] показывает, что в зависимости от состава навигационной системы и режима её работы изменяются и точностные характеристики. Поэтому появляется необходимость определить оптимальный состав навигационной системы при использовании, которого точностные характеристики были наилучшими при данном уровне развития науки и техники.

Анализ состава различных навигационных систем для ПНО

Навигационные системы являются в настоящее время развивающейся областью науки и техники. Производством навигационных систем занимаются как отечественные, так и зарубежные производители навигационной аппаратуры. Для анализа используем системы следующих фирм производителей: ООО «ТеКнол», НПО ПРОГРЕСС, ФГУП НКТБ «ФЕРРИТ», Концерн «Созвездие», ОАО НВП «ПРОТЕК». В таблице 2 приведен состав навигационных систем для ПНО, которые представлены на рынке в настоящее время.

Анализ состава показывает, что в качестве одного или нескольких измерителей автономной системы возможно использование:

- инерциальной навигационной системы (ИНС) как платформенной, так и бесплатформенной (БИНС-Тек, **КомпаНав-3**);
- курсовой системы магнитного и гироскопического типа («Азимут», ТНА-4);
- Блок чувствительных элементов и цифровой обработки сигналов, входящий в состав таких навигационных систем как **КомпаНав-2М** и **КомпаНав-2Т**, является по своей сути аналогом БИНС и широко используется в представленных навигационных системах.

Основной радиотехнической системой коррекции для большинства рассмотренных систем навигации являются системы спутниковой навигации (ГЛОНАСС/GPS). Однако в дополнении к СРНС в некоторых системах используются наземные радиотехнические системы дальней навигации «Чайка» и «LORAN-C» (Ориентир, КС-100М).

Применение курсовой системы магнитного или гироскопического типа совместно с датчиком скорости позволяет получить минимально необходимый объем навигационных данных для ориентации на местности. Эта комбинация широко применялась на начальных этапах построения навигационных систем.

На сегодняшний день широкое применение в навигационных системах нашли ИНС, которые имеют важные преимущества: универсальность применения, возможность определения основных параметров движения, автономность действия, высокая помехозащищенность, высокая точность при ограничении времени действия.

Однако ИНС присущи определенные недостатки, главными из которых являются: возрастание погрешностей с течением времени, что ограничивает возможность использования во времени без применения корректирующих средств; сложность устройства и необходимость применения высокопрецизионных базовых измерительных элементов и вычислительных устройств, высокая стоимость в эксплуатации. Наиболее перспективными в данный момент является БИНС вследствие небольших габаритов и не высокой стоимости.

Существуют множество способов повышения точности БИНС, например, за счёт повышения чувствительности датчиков угловой скорости путем уменьшения диапазона измеряемых угловых скоростей и обеспечения работы чувствительных элементов БИНС в менее жестких условиях. Это направлено на создание гибридной ИНС (ГИНС) [15].

Повышение точности БИНС может быть также достигнуто за счет коррекции от внешних источников информации — СРНС, систем сотовой связи, наземной РСДН.

Дополнительно в навигационных системах используют различные датчики, например барометрический высотомер, который позволяет обеспечить целостность информации СРНС [9]. Применение дополнительных датчиков приводит к:

- 1) необходимости установки дополнительных устройств на сам объект;

Таблица 2

Состав различных навигационных систем для подвижных наземных объектов

Система	Состав
«Азимут»	курсовая система магнитного типа (акселерометр, феррозонд), путевая система одометрического типа, СРНС
КомпаНав-2Т	блок чувствительных элементов и цифровой обработки сигналов (БЧЭ) (микроэлектромеханический акселерометр, микроэлектромеханический датчик угловой скорости, 3-осный магнитометр, барометрический высотомер), СРНС
КомпаНав-3	ИНС (микроэлектромеханический акселерометр, микроэлектромеханический гироскоп, барометрический высотомер), СРНС
КомпаНав-2М	БЧЭ (акселерометр, датчик угловой скорости), СРНС
БИНС-Тек	БИНС (кварцевый акселерометр, волоконно-оптический гироскоп), одометр, СРНС
Ориентир	датчики угловой ориентации (геомагнитный и гироскопический); датчик скорости; система дальней навигации («Чайка» и «LORAN-C»), СРНС
КС-100М	геомагнитный датчик курса, электромеханический одометр, система дальней навигации («Чайка» и «LORAN-C»), СРНС
Малогабаритная навигационная аппаратура ФГУП НКТЬ «ФЕРРИТ»	курсовая система магнитного типа (акселерометр, феррозонд), путевая система одометрического типа, СРНС
«Трона-1».	Гирокурсоуказатель (датчик угловой ориентации и датчик скорости); СРНС
ТНА-4	курсовая система «Маяк-2» (динамически настраиваемый гироскоп; датчик скорости)
«Гамма-1»	ССГККУ (динамически настраиваемый гироскоп), датчик скорости, СРНС
«Гамма-2»	ССГККУ (динамически настраиваемый гироскоп), датчик скорости, СРНС
ГАЛС-Д2М-1	БИНС-4 (волоконно-оптический гироскоп, акселерометр), доплеровский датчик скорости, СРНС
ГАЛС-Д2М-2	БИНС-4 (волоконно-оптический гироскоп, кремниевый акселерометр), доплеровский датчик скорости, СРНС
ГАЛС-Д2М-3	БИНС-4 (волоконно-оптический гироскоп, кремниевый акселерометр), доплеровский датчик скорости, СРНС
ГАЛС-Д2М-4	БИНС-4 (волоконно-оптический гироскоп, кремниевый акселерометр), доплеровский датчик скорости, СРНС

2) сложности монтажа оборудования и его ремонта;

3) необходимости усложнения алгоритма обработки информации и разработки дополнительных алгоритмов проверки и калибровки;

4) увеличению общей стоимости проекта.

Использование дополнительных датчиков возможно, если стоимость всех дополнительных работ не превышает допустимых пределов или уже включена в издержки производства и обоснована соответствующими требованиями и расчетами.

Среди недостатков СРНС можно выделить:

- низкую помехоустойчивость сигналов СРНС;
- наличие зон, где прием спутникового сигнала невозможен;
- невозможность приема спутникового сигнала в течение 24 часов.

Так же применение СРНС затруднено в густо застроенных городских кварталах, из-за многолучевого распространения сигналов СРНС, вследствие отражений от зданий и сооружений. В настоящее время также ведутся работы направленные на доступность сигналов СРНС в любом месте земного шара и в любое время суток, например с помощью совместного использования сигналов от СРНС, GPS и Galileo, а также применения схем обнаружения и устранения навигационных ошибок [10–13]. Все это направлено на повышения качества обслуживания и надежности приема сигналов СРНС потребителями. Однако точность приема сигналов зависит не только от надежности приемной аппаратуры потребителей, но и от космического сегмента, т.е. от условий его работы на околоземной орбите. Поэтому необходимость обеспечения работоспособности СРНС стала отправной точкой

для начала наблюдений за явлениями, происходящими в ионосфере и изучения их влияния на СРНС. Это приводится в статьях [6], [7] и [13].

В условиях города альтернативу СРНС могут составить системы сотовой связи вследствие их широкого распространения в большинстве городов. При их использовании в зависимости от применяемой технологии определения местоположения, возможно, получить точность до 50 м. [8]. Однако они так же не лишены недостатков, главный из которых в том, что указанные технологии не функционируют в местах вне покрытия сотовых сетей. Влияние так же может оказать рельеф местности, количество базовых станций и высота вышек сотовой связи. Для устранения возможных недостатков ведутся исследования направленные на усовершенствование старых и создание новых технологий определения местоположения в сетях сотовой связи («метод близости», технология на основе анализа «радиотпечатков»)[14].

Возможно, так же применение наземных радиосистем дальней навигации для получения координат местоположения в зонах, где вследствие совокупности факторов невозможна корректная работа систем сотовой связи и СРНС. Однако их использование сопряжено с недостатками, среди которых низкая точность определения дальности. Точность позиционирования зависит от: влияния пространственного сигнала, скорости распространения поверхностной волны и геометрического фактора. Поэтому погрешность определения местоположения, например для системы «ЛОРАН-С» составляет — 0,46 км. Применение РСДН не приводит к существенному повышению точности, а лишь усложняет систему, повышает её стоимость, и приведет к усложнению алгоритмов обработки информации.

Наиболее перспективный вариант структуры навигационной системы для ПНО и рекомендации для его улучшения

Таким образом можно предложить перспективную структуру навигационной системы для ПНО при текущем уровне развития техники. В неё могут входить: 1. ИНС (БИНС или ГИНС); 2. СРНС; 3) Системы сотовой связи; 4) Вычислительное устройство. 5) Различные дополнительные датчики.

В качестве дополнительных возможно применение таких датчиков, как барометрический высотомер, доплеровский измеритель скорости, механический датчик скорости и т.д. Введение дополнительных датчиков возможно при более жестких требованиях к данным системам.

Улучшение качества выработки информации и повышение точности навигационных систем возможно за счет применения комплексной оптимальной обработки информации.

Наиболее перспективными направлениями по повышению точности навигационных систем являются:

- совершенствование компонентов, входящих в систему навигации для ПНО. Данное направление обеспечивается созданием систем с более чувствительными элементами (лазерный и волоконно-оптический гироскопы, кварцевые акселерометры), дальнейшим развитием ГИНС и усовершенствованием радиотехнических систем коррекции.
- внедрение нового программного обеспечения — создание алгоритмов обработки информации, основанных на методах оптимальной комплексной нелинейной и линейной фильтрации;
- введение новых датчиков и систем.

Литература:

1. Мальцев А.Д., Праско Г.А., Якушенко С.А. Варианты интеграции систем подвижной связи и навигации в нестационарных условиях // Научный электронный архив.
2. Stephen, J and Lachapelle, G., 2000: Development of a GNSS-based multi-sensor vehicle navigation system. ProceedingsofIONNTMConference, Anaheim, CA, USA January 2000, 268—278.
3. Walcho, K.J., Nechyba, M.C., Schwartz, E., Arroyo, A., (2003), «Embedded Low Cost Inertial Navigation System», Florida Conference on Recent Advances in Robotics, FAU, Dania Beach-FL-USA.
4. R. T.Moreo, B.Ú. Miñarro A test of a GNSS/INS integrated navigation system for remote services in terrestrial vehicles. Journal del Instituto de Navegación de España: publicación técnica cuatrimestral de navegación marítima, aérea y terrestre. vol 23, pp. 4—11
5. Сурков В.О. Навигационные системы подвижных наземных объектов и их характеристики/ В.О. Сурков// Магистратура ТГТУ. — 2012. — №27. — С. 105—109.
6. Komjathy, A., Langley, R.B., Bilitza, D. Ingesting GPS-derived TEC data into International Reference Ionosphere for single frequency radar altimeter ionospheric delay corrections. Adv. Space Res. 22, 793—801, 1998.
7. Jakowski N., R. Leitinger and L. Ciraolo (2004): Behaviour of large scale structures of the electron content as a key parameter for range errors in GNSS applications, Ann. Geophysics, 47 (suppl. to no. 2/3), 1031—1047
8. Комраков Д.В. Технологии позиционирования наземных подвижных объектов в сетях GSM // Технические науки в России и за рубежом (II): материалы междунар. заоч. науч. конф. (г. Москва, ноябрь 2012 г.). — М.: Буки-Веди, 2012. — С. 38—40.

9. Иванов, А.В. Комплексные оптимальные алгоритмы обработки информации в навигационных системах подвижных наземных объектов с контролем целостности навигационного обеспечения / А.В. Иванов. — 2011 // Радиотехника /. — 2010. — N 12. — С. 15–25.
10. Kuusniemi, H., G. Lachapelle (2004) GNSS Signal Reliability Testing in Urban and Indoor Environments. Proceedings of NTM 2004 Conference (Session A2), San Diego, CA, January 26–28, 2004, The Institute of Navigation
11. Shanmugam S.K., A. Lopez, D. Lu and others. Wireless Location in IS–95 CDMA Cellular Radio Systems. Proceedings of Wireless 2005, Calgary, Canada
12. С. А. Синютин. Гибридная навигационная система для автомобиля / С.А. Синютин // Ползуновский вестник. — 2011. — № 3/1. — С. 179–183: ил.
13. S. Shanmugam, J. Jones, A. MacAulay and A.J. Van Dierendonck. Evolution to Modernized GNSS Ionospheric Scintillation and TEC Monitoring. IEEE/ION PLANS 2012 April 24, 2012
14. Ю. А. Громаков, А.В. Северин, В.А. Шевцов. Технологии определения местоположения в GSM и UMTS: Учеб. пособие. — М.: Эко-Трендз, 2005. — 144 с.: ил.
15. М. А. Сбитенькова. Гибридная инерциальная навигационная система// ТРУДЫ МАИ — 2011 — № 45 — С. 47–48.

3. АВТОМАТИКА И ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА

Управление движением вращающегося тела с полостью, частично заполненной идеальной жидкостью

Башлыков Александр Михайлович, кандидат физико-математических наук, научный сотрудник;
Есенков Александр Сергеевич, кандидат физико-математических наук, научный сотрудник;
Попов Николай Николаевич, кандидат физико-математических наук, старший научный сотрудник
Вычислительный центр им. А.А. Дородницына Российской академии наук (г. Москва)

Рассматривается в линейной постановке задача Коши для возмущённого относительно равномерного вращения движения динамически симметричного твёрдого тела с полостью, содержащей идеальную жидкость со свободной поверхностью. При этом никаких ограничений на форму полости и характер возмущённого движения не накладывается. На основе полученных уравнений исследуется устойчивость стационарного вращения тела с жидкостью и намечается постановка широкого класса задач оптимального управления, для которых используются классические подходы принципа максимума Понтрягина и принципа оптимальности Беллмана.

Ключевые слова: уравнения Навье-Стокса, принцип максимума Понтрягина, вихревые движения жидкости

В работе проводится анализ возмущённого относительно равномерного вращения всей системы как твёрдого тела с полостью, частично заполненной идеальной жидкостью. На основе полученных уравнений исследуется устойчивость свободного вращения тела с жидкостью. Найденная более сложная чем в [1,2] зависимость угловых скоростей от моментов позволяет ставить различные задачи оптимального управления. После преобразований устанавливается применимость формализма Гамильтона-Понтрягина, как и в [1–3].

Постановка задачи

Здесь используются результаты [4, 5, 7]. Рассмотрим твердое тело с полостью D , частично заполненной идеальной несжимаемой жидкостью плотности ρ , частично газом, давление которого $p_0 = \text{const}$, движущееся в поле массовых сил с потенциалом U . Область Q , занятая жидкостью, ограничена смоченной поверхностью S полости и свободной поверхностью Σ . Уравнения движения жидкости, граничные и начальные условия запишем в произвольной системе координат $Ox_1x_2x_3$, жестко связанной с твердым телом:

$$\mathbf{w}_0 + \boldsymbol{\omega} \times (\boldsymbol{\omega} \times \mathbf{r}) + \dot{\boldsymbol{\omega}} \times \mathbf{r} + 2\boldsymbol{\omega} \times \mathbf{V} + \frac{\partial \mathbf{V}}{\partial t} + (\mathbf{V} \cdot \nabla) \mathbf{V} = -\rho^{-1} \nabla P - \nabla U, \quad \text{div } \mathbf{V} = 0 \quad \text{в области } Q,$$

$$\mathbf{V} \cdot \mathbf{n} = 0 \quad \text{на } S, \quad P = p_0, \quad \frac{dF}{dt} = 0 \quad \text{на } \Sigma, \quad \mathbf{V} = \mathbf{V}_0(\mathbf{r}) \quad \text{при } t = 0. \quad (1)$$

Точкой обозначена производная по времени в системе координат $Ox_1x_2x_3$; \mathbf{w}_0 — абсолютное ускорение точки O , $\boldsymbol{\omega}$ — абсолютная угловая скорость тела, $\dot{\boldsymbol{\omega}}$ — его угловое ускорение, \mathbf{r} — радиус-вектор, отсчитанный от точки O , \mathbf{V} — скорость жидкости в системе координат $Ox_1x_2x_3$, t — время, P — давление, \mathbf{n} — орт внешней нормали к $S + \Sigma$, $F(x_1, x_2, x_3, t) = 0$ — уравнение свободной поверхности жидкости. Кинетический момент \mathbf{K} тела с жидкостью относительно центра инерции O_1 всей системы запишем в виде

$$\mathbf{K} = J\boldsymbol{\omega} + \rho \int_{Q_0} \mathbf{r} \times \mathbf{V} dQ \quad (2)$$

Здесь J — тензор инерции всей системы относительно точки O_1 , складывающийся из тензоров инерции тела J^1 и затвердевшей жидкости J^2 относительно той же точки. Область Q_0 ограничена смоченной поверхностью S и свободной поверхностью Σ в невозмущенном движении, которая в первом приближении имеет цилиндрическую форму. В рассматриваемом приближении тело с полостью, содержащей жидкость, является гириостатом — центр инерции системы O_1 неподвижен относительно системы координат $Ox_1x_2x_3$ [6], а тензоры J^1 , J^2 , J постоянны в этой системе координат. Второе слагаемое в равенстве (2), называемое гириостатическим моментом, не зависит от выбора полюса и может быть подсчитано относительно точки O , что и сделано в равенстве (2). Уравнение моментов относительно точки O_1 запишем в системе координат $Ox_1x_2x_3$, связанной с телом

$$\dot{\mathbf{K}} + \boldsymbol{\omega} \times \mathbf{K} = \mathbf{M}_1 \quad (3)$$

Здесь \mathbf{M}_1 — главный момент относительно точки O_1 всех внешних сил, действующих на тело с жидкостью. Уравнения (1) — (3) вместе с обычными уравнениями движения центра инерции, кинематическими соотношениями и начальными условиями полностью описывают динамику тела с жидкостью. Пусть невозмущенное движение тела с жидкостью относительно центра инерции O_1 представляет собой вращение всей системы вокруг оси O_1y_3 , проходящей через точку O_1 параллельно оси Ox_3 , с постоянной угловой скоростью $\boldsymbol{\omega}_0$ так, что свободная поверхность имеет цилиндрическую форму. В невозмущенном движении имеем: $\boldsymbol{\omega} = \boldsymbol{\omega}_0 = \omega_0 \mathbf{e}_3$, $\mathbf{V} \equiv 0$, $\mathbf{M}_1 = \boldsymbol{\omega}_0 \times J \boldsymbol{\omega}_0$, $F(r, \theta, z) = r_0 - r = 0$, где \mathbf{e}_3 — орт оси Ox_3 , r_0 — радиус свободной поверхности в невозмущенном движении, $x_1 = r \cos \theta$, $x_2 = r \sin \theta$, $x_3 = z$. Рассмотрим возмущенное движение системы. Положим

$$\begin{aligned} \boldsymbol{\omega} &= \boldsymbol{\omega}_0 + \boldsymbol{\Omega}(t), \quad P = \rho \left(-U - \mathbf{w}_0 \cdot \mathbf{r} + (\boldsymbol{\omega} \times \mathbf{r})^2 / 2 + p \right), \quad \mathbf{M}_1 = \boldsymbol{\omega}_0 \times J \boldsymbol{\omega}_0 + \mathbf{M}, \\ F(r, \theta, z, t) &= r_0 - r + h(\theta, z, t) = 0 \end{aligned} \quad (4)$$

и будем считать в возмущенном движении величины $\boldsymbol{\Omega}$, \mathbf{V} , \mathbf{M} , p , h малыми первого порядка. Подставляя соотношения (4) в уравнения (1) и отбрасывая малые высших порядков, приведем задачу о движении жидкости к виду

$$\begin{aligned} \frac{\partial \mathbf{V}}{\partial t} + 2\boldsymbol{\omega}_0 \times \mathbf{V} + \dot{\boldsymbol{\Omega}} \times \mathbf{r} &= -\nabla p, \quad \operatorname{div} \mathbf{V} = 0 \text{ в } Q, \quad \mathbf{V} \cdot \mathbf{n} = 0 \text{ на } S, \quad \frac{\partial p}{\partial t} = -(\boldsymbol{\omega}_0 \times \mathbf{V} + \dot{\boldsymbol{\Omega}} \times \mathbf{r}) \cdot (\boldsymbol{\omega}_0 \times \mathbf{r}), \\ \frac{\partial h}{\partial t} &= -\mathbf{V} \cdot \mathbf{n} \text{ на } \Sigma, \quad \mathbf{V} = \mathbf{V}_0(\mathbf{r}) \text{ при } t = 0. \end{aligned} \quad (5)$$

Аналогично уравнения движения тела с жидкостью примут вид

$$J \dot{\boldsymbol{\Omega}} + \boldsymbol{\Omega} \times J \boldsymbol{\omega}_0 + \boldsymbol{\omega}_0 \times J \boldsymbol{\Omega} + \rho \int_Q \mathbf{r} \times \dot{\mathbf{V}} dQ + \rho \int_Q \boldsymbol{\omega}_0 \times (\mathbf{r} \times \mathbf{V}) dQ = \mathbf{M}.$$

Рассмотрим гидродинамическую задачу (5). Положим в задаче (5) $\boldsymbol{\Omega} = 0$ и рассмотрим вспомогательную задачу о колебаниях жидкости в равномерно вращающемся сосуде, решение которой будем искать в форме гармонических колебаний $\mathbf{V} = \mathbf{u}(x_1, x_2, x_3) e^{\lambda t}$, $p = \varphi(x_1, x_2, x_3) e^{\lambda t}$, $h = f(\theta, z) e^{\lambda t}$. Таким образом, имеем следующую задачу: $\lambda \mathbf{u} + 2\boldsymbol{\omega}_0 \times \mathbf{u} + \nabla \varphi = 0$, $\operatorname{div} \mathbf{u} = 0$ в Q , $\mathbf{u} \cdot \mathbf{n} = 0$ на S , $\lambda \varphi = -(\boldsymbol{\omega}_0 \times \mathbf{u}) \cdot (\boldsymbol{\omega}_0 \times \mathbf{r})$, $\lambda f = -\mathbf{V} \cdot \mathbf{n}$ на Σ .

Воспользуемся линейным преобразованием $L(\sigma)$ [7]: $L\mathbf{b} = \mathbf{b} + \sigma^2 \mathbf{e}_3 (\mathbf{e}_3 \cdot \mathbf{b}) + \sigma (\mathbf{b} \times \mathbf{e}_3)$. Тогда для функции φ получаем краевую задачу на собственные значения

$$\begin{aligned} \Delta \varphi + \sigma^2 \frac{\partial^2 \varphi}{\partial x_3^2} &= 0 \text{ в } Q, \quad (L \nabla \varphi) \mathbf{n} = 0 \text{ на } S, \quad \lambda^2 \varphi + \frac{r_0}{1 + \sigma^2} (L \nabla \varphi) \mathbf{n} = 0, \\ (L \nabla \varphi) \mathbf{n} &= \lambda^2 (1 + \sigma^2) f \text{ на } \Sigma. \end{aligned} \quad (6)$$

Устойчивость динамической системы «тело – жидкость»

Рассмотрим вопрос об устойчивости свободного вращения описанной системы. В пространстве Лапласа характеристическое уравнение системы (11) при $\mathbf{M} = 0$ имеет вид (при $p = iq$)

$$Aq + (C - A)\omega_0 - q(q - \omega_0) \sum_{n=1}^{\infty} \left[\frac{H_n}{q - \gamma_n} + \frac{F_n}{q + \delta_n \gamma_n} \right] = 0,$$

$$H_n = \frac{2a_n(r_0 a_n + b_n)}{\eta_n^2 + r_0 \mu_n^2}, \quad F_n = \frac{2a_n(r_0 a_n \delta_n - b_n)}{\eta_n^2 + r_0 \mu_n^2}. \quad (7)$$

Для устойчивости стационарного вращения необходимо, чтобы все корни уравнения (7) были действительными. Ограничимся первым приближением, оставив вместо бесконечной суммы в (7) один главный член ($n = 1$). В этом случае характеристическое уравнение является многочленом третьей степени относительно q :

$$q^3 + z_2 q^2 + z_1 q + z_0 = 0. \quad (8)$$

Здесь

$$z_2 = z_3^{-1}(A\gamma_1(\delta_1 - 1) - \gamma_1(H_1\delta_1 - F_1) + (H_1 + F_1 + C - A)\omega_0),$$

$$z_1 = z_3^{-1}\gamma_1(\omega_0((C - A)(\delta_1 - 1) + H_1\delta_1 - F_1) - A\gamma_1\delta_1),$$

$$z_0 = z_3^{-1}(A - C)\gamma_1^2\delta_1\omega_0, \quad z_3 = A - F_1 - H_1.$$

Заменяя в уравнении (8) неизвестное q новым неизвестным \bar{q} , связанным с q равенством $q = \bar{q} - z_2/3$, получим неполное кубическое уравнение относительно \bar{q} : $\bar{q}^3 + x\bar{q} + y = 0$, где

$$x = z_1 - z_2^2/3, \quad y = z_0 - (z_2^2/9 + z_1)z_2^2/3.$$

Для устойчивости свободного вращения параметры системы должны удовлетворять условию $D = -4x^3 - 27y^2 \geq 0$. При этом на границе области устойчивости выполняется условие $D = 0$.

Для решения задачи оптимального управления вращением системы тело — жидкость необходимо иметь выражение возмущения угловой скорости Ω как функции управляющего момента M .

Для дальнейшего анализа оставим одно слагаемое в бесконечной сумме в первом уравнении системы (7).

Преобразование оригинала $S(t)$ по Лапласу будем обозначать $\hat{S}(p)$, т. е.

$$\hat{S}(p) = L[S(t)] = \int_0^{\infty} S(t)e^{-pt} dt.$$

Выполнив преобразование Лапласа, выразим $\hat{S}_1 = L[S_1]$ из второго и третьего уравнений и, подставив в первое уравнение, получим выражение $\hat{\Omega}(p)$ в пространстве Лапласа:

$$\hat{\Omega}(p) = \hat{M}(p)\hat{F}(p), \quad \hat{F}(p) = \frac{(p - i\gamma_1)(p + i\gamma_1\delta_1)}{z_3(p^3 + iz_2p^2 - z_1p - iz_0)}.$$

Для обратного преобразования Лапласа воспользуемся теоремой о свертке и теоремами разложения операционного исчисления [6]. Тогда

$$\Omega(t) = \int_0^t M(\tau)F(t - \tau) d\tau. \quad (9)$$

Возмущение как функция управляющего момента

Для решения задачи оптимального управления вращением системы тело — жидкость необходимо иметь выражение возмущения угловой скорости Ω как функции управляющего момента M .

Для дальнейшего анализа оставим одно слагаемое в бесконечной сумме в первом уравнении системы (7).

Преобразование оригинала $S(t)$ по Лапласу будем обозначать $\hat{S}(p)$, т. е.

$$\hat{S}(p) = L[S(t)] = \int_0^{\infty} S(t)e^{-pt} dt.$$

Выполнив преобразование Лапласа, выразим $\hat{S}_1 = L[S_1]$ из второго и третьего уравнений и, подставив в первое уравнение, получим выражение $\hat{\Omega}(p)$ в пространстве Лапласа:

$$\hat{\Omega}(p) = \hat{M}(p)\hat{F}(p), \quad \hat{F}(p) = \frac{(p - i\gamma_1)(p + i\gamma_1\delta_1)}{z_3(p^3 + iz_2p^2 - z_1p - iz_0)}.$$

Для обратного преобразования Лапласа воспользуемся теоремой о свертке и теоремами разложения операционного исчисления [6]. Тогда

$$\Omega(t) = \int_0^t M(\tau)F(t - \tau) d\tau. \quad (9)$$

Задача управления возмущенным движением

Вспомним, что $\Omega = \Omega_1 - i\Omega_2$, $M = M_1 - iM_2$. Введем следующие обозначения:

$$P_k(t) = -Z_k \int_0^t [M_1(\tau) \sin q_k(t - \tau) - M_2(\tau) \cos q_k(t - \tau)] d\tau,$$

$$Q_k(t) = -Z_k \int_0^t [M_1(\tau) \cos q_k(t - \tau) + M_2(\tau) \sin q_k(t - \tau)] d\tau.$$

Тогда имеем

$$\Omega_1 = \sum_{k=1}^3 P_k, \quad \Omega_2 = \sum_{k=1}^3 Q_k. \quad (10)$$

Окончательно получаем эквивалентную систему обыкновенных дифференциальных уравнений, которую вместе с начальными условиями, введя обозначения

$$\mathbf{x} = (\Omega_1, \Omega_2, P_1, P_2, P_3, Q_1, Q_2, Q_3),$$

$$A = \begin{pmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & q_1 & q_2 & q_3 \\ 0 & 0 & -q_1 & -q_2 & -q_3 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & q_1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & q_2 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & q_3 \\ 0 & 0 & -q_1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & -q_2 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & -q_3 & 0 & 0 & 0 \end{pmatrix},$$

$$B = \begin{pmatrix} 0 & -\sum_{k=1}^3 Z_k & 0 & 0 & 0 & -Z_1 & -Z_2 & -Z_3 \\ \sum_{k=1}^3 Z_k & 0 & Z_1 & Z_2 & Z_3 & 0 & 0 & 0 \end{pmatrix}^T,$$

запишем в виде

$$\dot{\mathbf{x}} = A\mathbf{x} + B\mathbf{M}, \quad \mathbf{x}(0) = 0.$$

Заключение

В работе рассмотрено возмущенное относительно равномерного вращения движение тела с полостью, содержащей идеальную жидкость со свободной поверхностью. Задача исследована в линейной постановке. Это означает, что угловые скорости, перпендикулярные основному вращению, много меньше угловой скорости основного вращения. Это достигается выбором времени в функционалах оптимизации, либо искусственным поддержанием достаточно большой угловой скорости продольного вращения. Проблема совместного решения уравнений гидродинамики и механики сведена к решению некоторой задачи на собственные значения. Происходящее при этом отделение временной координаты от пространственных координат позволило авторам анализировать произвольное возмущенное движение тела, а решение

краевых задач находить для полостей произвольной формы. Методом возмущений решена задача об устойчивости свободного вращения тела с жидкостью. Ставится широкий класс задач оптимального управления, для которых применим формализм Гамильтона — Понтрягина.

Литература:

1. Гурченков А.А., Есенков А.С., Цурков В.И. Управление движением ротора с полостью, содержащей идеальную жидкость ч.1 // Изв РАН. ТСУ. 2006. №1. С. 135—142.
2. Гурченков А.А., Есенков А.С., Цурков В.И. Управление движением ротора с полостью, содержащей идеальную жидкость ч.2 // Изв РАН. ТСУ. 2006. №3. С. 82—89.
3. Гурченков А.А., Есенков А.С., Цурков В.И. Управление движением ротора с полостью, содержащей вязкую жидкость // АиТ. 2007. №2. С. 81—94.
4. Гурченков А.А., Корнеев В.В. Носов М.В. Динамика слабозмущенного движения заполненного жидкостью гироскопа и задача управления // ПММ, 2008. Т. 72. Вып. 6. С. 904—911.
5. Гурченков А.А. Динамика завихренной жидкости в полости вращающегося тела. М.: Физматлит, 2010.
6. Диткин В.А., Прудников А.П. Интегральные преобразования и операционное исчисление. М.: Наука, 1974.
7. Гурченков А.А., Грдина Е.Д., Башлыков А.М. Задача о колебаниях ротора, содержащего жидкость со свободной поверхностью // ЖВМиМФ. 2002. V.42. N.1. P.101—105.

Оптимизация размещения данных по узлам информационно-вычислительной сети

Зинкин Сергей Александрович, доктор технических наук, доцент;
Белецкий Павел Андреевич, аспирант
Пензенский государственный университет

В статье представлен метод для оптимизации размещения данных по узлам информационно-вычислительной сети.

Ключевые слова: оптимизация, данные, информационно-вычислительные сети.

Одним из приоритетных и необходимых направлений развития информационных технологий является географически распределенная обработка информации в информационно-вычислительной сети. Это вызвано необходимостью интеграции информационных ресурсов, находящихся в разных географических локациях. Важной задачей проектирования таких сетей становится размещение файлов по узлам сети.

Для достижения поставленных задач повсеместно используют распределенные базы данных. Оптимальное размещение баз данных и файлов в узлах распределенных систем с учетом приведенных затрат на размещение и обслуживание позволит получить значительный экономический эффект при создании и эксплуатации больших кластерных систем.

С начала построения информационно-вычислительных систем для работы с базами данных они имели централизованную структуру. Необходимая информация хранилась на одном сервере. Достоинством использования такой организации является облегчение задачи обеспечения безопасности и целостности файлов и таблиц.

Но при использовании сетей, работающих с централизованной организацией, с увеличением объема хранимых данных и прибавлением все новых клиентов, обращающихся к ней, а также с распределенным территориальным размещением кластерных систем, возникает потребность в распределенной обработке информации, выявляются значительные недостатки, присущие централизованной организации. В результате возрастает объем обмена информацией, происходит снижение надежности процесса обмена файлами, уменьшение общей производительности, и в значительной степени увеличивается объем средств, необходимых на организацию и эксплуатацию баз данных.

Выходом из сложившейся ситуации является построение распределенной базы данных. При таком способе организации сети появляются возможности увеличения параметра эффективности обработки файлов, снижение затрат при эксплуатации, упрощение процесса управления информационно-вычислительной системой. В распределенной базе данных файлы хранятся на нескольких узлах. Обработка информации и передача между различными узлами осуществляется в результате выполнения запросов. Процесс распределения файлов по узлам может осуществляться посредством размещения таблиц по разным узлам или распределения различных составляющих одной таблицы по узлам.

Оптимальный выбор количества файлов и их размещение в узлах сети может значительно увеличить эффективность сети. Поэтому первоочередной задачей становится наилучшее распределение файлов по узлам. Из-за большой размерности очень трудно получить точное решение. По решению этой проблемы неоднократно проводились исследования [1–3].

В данной статье предлагается алгоритм оптимального размещения файлов. Критерием является суммарный объем запросов. Файлы хранятся в базах так, что имеется только единственная копия файла.

Введем обозначения: a — множество узлов информационной сети. b — множество файлов. F_i — файл i . Y_j — узел j . V_j — объем памяти узла Y_j . v_i — объем файла F_i . λ_{ij} — интенсивность запросов узла Y_j к файлу F_i . w_i — объем запроса к файлу F_i . c_{ij} — затраты на хранение файла F_i на узле Y_j .

$$x_{jik} = \begin{cases} 1, & \text{если } j\text{-й узел посылает запросы к } i\text{-му файлу в } k\text{-м узле} \\ 0, & \text{в противном случае} \end{cases}$$

$$\alpha(m) = \begin{cases} 1, & \text{если } m > 0; \\ 0, & \text{в противном случае.} \end{cases}$$

где m — числовой аргумент функции α .

Необходимые для правильного выполнения ограничения функции перечислены ниже:

$$\sum_{k=1}^a x_{jik} = 1, \quad i = \overline{1, b}, \quad j = \overline{1, a} \quad (1);$$

$$\sum_i v_i \alpha(p) \leq V_j, \quad j = \overline{1, a}, \quad (2)$$

где

$$p = \sum_{k=1}^a x_{kij}$$

$$x_{jik} \in \{0, 1\}, \quad j, k = \overline{1, n}, \quad i = \overline{1, m} \quad (3).$$

Функция размещения, определяющая наименьшую стоимость хранения файлов, будет иметь следующий вид:

$$\min \sum_{j=1}^a \sum_{i=1}^b c_{ij} \alpha(p) \quad (4)$$

В данной статье для решения поставленной задачи предлагается использование разработанного алгоритма:

1. Для каждой пары i, j вычисляем значения величины $Z_{ij} = \lambda_{ij} w_i$.
2. Распределяем значения Z_{ij} по убыванию.
3. Очередному Z_{ij} определить номер файла F_i и номер узла Y_j . Если файл F_i пока не размещен в Y_j узле, проверить выполнимость ограничений (1)–(3). Если поставленные ограничения выполняются — происходит размещение файла.
4. Если файлы размещены в сети, вычисляем значения функции (4).

Компьютерные системы развиваются со стремительной скоростью. Но даже такое стремительное развитие зачастую не способно удовлетворить требованиям инженеров. В большинстве случаев для вычислений необходим по меньшей мере кластер персональных машин. В итоге выполнение инженерных целей может стать очень труднодостижимой задачей, а в отдельных случаях невыполнимой. В случае выполнения задачи, когда получается использовать множество компьютеров, серверов, кластеров, баз данных, размещенных по всему миру, можно добиться решения проблемы.

Литература:

1. Захаров Г.П. Методы исследования сетей передачи данных. — М: Радио и связь. — 1982. — 208 с.
2. Мартин Дж. Вычислительные сети и распределенная обработка данных: программное обеспечение, методы и архитектура.. — М.: Финансы и статистика. — 1979. — 256 с.
3. Шастова Г.А., Коекин А.И. Выбор и оптимизация структуры информационных систем. — М.: Энергия. — 1972. — 256 с.

4. ЭЛЕКТРОТЕХНИКА

Параметры технологического процесса и надежность встроенных в основу печатной платы компонентов

Осмоловский Сергей Александрович, студент

Национальный технический университет Украины «Киевский политехнический институт»

В данной работе исследована надежность встроенных в основу печатной платы пассивных компонентов. Была разработана и представлена технология их создания. Показано, что выбор технологических параметров сильно влияет на качество встроенных компонентов, и следственно, на их надежность. Представлены результаты исследований для разных вариаций параметров. Были разработаны, произведены с помощью описанной технологии и протестированы на надежность тестовые прототипы. В результате сравнивается надежность встроенных компонентов с надежностью компонентов поверхностного монтажа и оценивается влияние производственных параметров на надежность.

Ключевые слова: встроенные компоненты, технология встраивания компонентов в плату, надежность.

В настоящее время в электронной промышленности наблюдается тенденция к миниатюризации устройств и увеличению общей плотности упаковки. Особенно актуально это для рынка мобильных устройств, где с одновременным повышением функциональности, размеры продуктов постоянно уменьшаются, что требует внедрения новых способов упаковки компонентов. На сегодняшний день это достигается либо благодаря уменьшению размеров электронных компонентов, либо с помощью перехода от 2D к 3D решениям. Одним из перспективных 3D методов является разработанная технология встраивания электронных компонентов в основу печатной платы (ПП), которая позволяет уменьшить размеры современных электронных устройств вместе с повышением их функциональности. Наряду с очевидным уменьшением размеров, эта технология обеспечивает ряд таких преимуществ, как лучшая надежность в сравнении с поверхностным монтажом, защита от механических воздействий и защита от влияния окружающей среды.

На сегодня надежность встроенных пассивных дискретных компонентов не достаточно исследована. [1]. А наряду с надежностью компонентов, важным вопросом является выбор правильных технологических параметров при встраивании компонентов в печатную плату. При недопустимых параметрах, возникают ошибки, которые напрямую влияют на надежность компонентов. К тому же сам технологический процесс может оказывать влияние на электрические параметры компонентов. В настоящее время в коммерческом секторе технология встроенных компонентов только начинает широко внедряться, что показывает важность, необходимость и своевременность данных исследований.

Обзор технологии

Для изучения вопроса надежности и выбора правильных параметров были произведены и протестированы прототипы, для производства которых была разработана технология встраивания дискретных компонентов в печатную плату. В общем случае интеграцию дискретных компонентов в плату можно совершить двумя концептуальными подходами (Рис. 1): с помощью гальванизации соединительных отверстий (слева) и паяными соединениями (справа)

Недостатками первого варианта является необходимость в специальных компонентах, контакты которых подходят для гальванического осаждения, специальном оборудовании и дополнительных технологических шагах. Поэтому для исследований был выбран способ с паяными соединениями, поскольку он позволяет использовать обычное оборудование для поверхностного монтажа наряду со стандартными материалами и компонентами. В следующем абзаце он будет подробно рассмотрен.

Основные технологические шаги представлены на рис. 2а.: Сначала на печатную плату устанавливаются компоненты с помощью поверхностного монтажа (1). Затем добавляются несколько слоев препрега и внутренний слой стеклотекстолита с отверстиями под компоненты (2–3). На рис. 2б представлена увеличенная структура этих слоев. После этого вся плата с установленными слоями подвергается нагреву и давлению (т.н. ламинирование) в стандартном вакуумном прессе для создания многослойных плат. При этом полимер препрега (чаще всего эпоксидная смола) расплавляется и под действием дав-

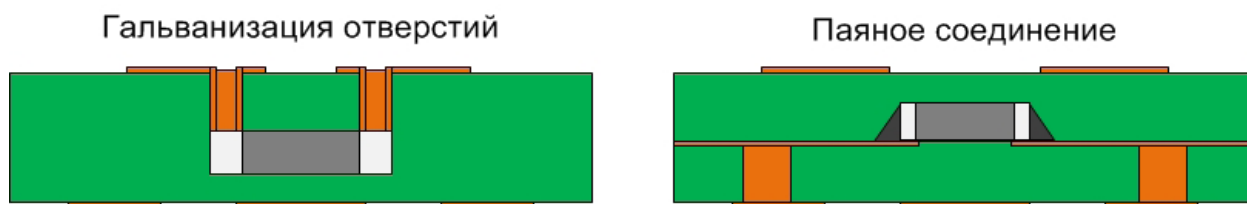


Рис. 1. Методы встраивания дискретных компонентов в печатную плату

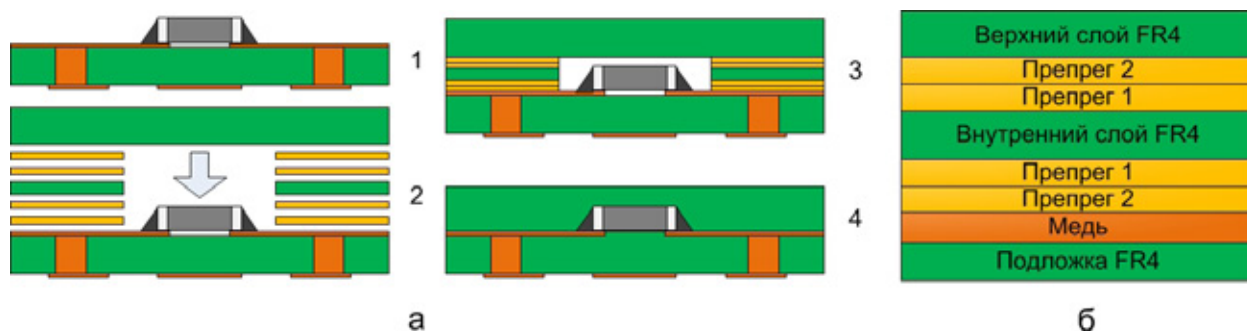


Рис. 2. Технологический процесс создания встроенных компонентов (а) и увеличенная структура внутренних слоев (б)

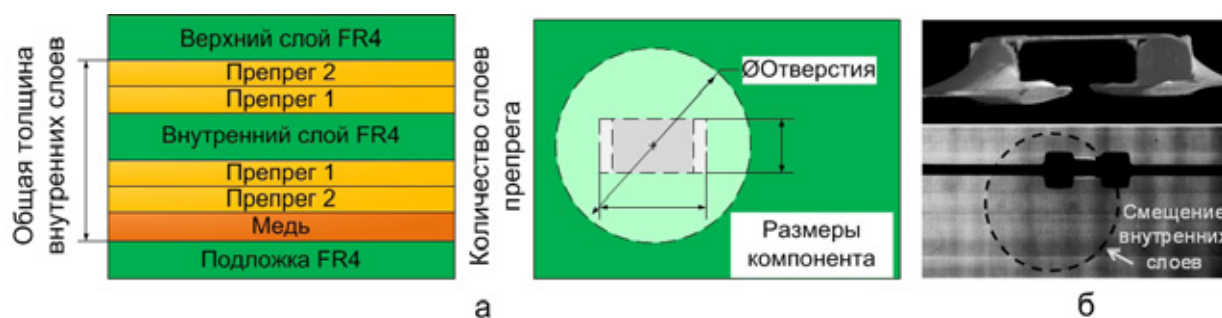


Рис. 3. Наиболее важные параметры технологического процесса (а) и проблемы при неправильном выборе параметров (б)

ления полностью заполняет отверстия. В результате, компоненты являются монолитно интегрированными в основу печатной платы (4).

Параметры технологического процесса

Было показано, что выбор технологических параметров имеет большое значения для качества, и соответственно, для надежности встроенных компонентов. Наиболее важными параметрами, которые приводят к ошибкам производства, являются (Рис. 3а): толщина внутренних слоев, количество слоев препрега и относительный размер отверстия к размеру компонента. Неправильный выбор параметров приводит к таким ошибкам, как впечатывание компонента в монтажные площадки и смещение внутренних слоев (Рис. 3б).

Измерения

С помощью этой технологии было произведено больше чем 30 печатных плат с 16 встроенными компонентами на каждой. Дополнительно для сравнения надежности были изготовлены 16 идентичных плат по технологии поверхностного монтажа. В качестве компонентов использовались SMD резисторы и конденсаторы размеров 0805, 0603 и 0402.

Для того, чтобы исследовать влияние параметров на технологический процесс, они варьировались в широких пределах. При этом изменялся только один параметр — остальные оставались постоянными, как и профили температуры и давления для пресса.

Толщина внутренних слоев изменялась от 686μm до 1720μm при встраивании конденсатора размера 0603

Таблица 1

Общая толщина внутренних слоев и разница к высоте компонента

Общая толщина, μm	686	860	886	920	960	986	1020	1120	1226	1720
Разница к компоненту, μm	-114	60	86	120	160	186	220	320	426	920



Рис. 4. Вариация количества препрегов

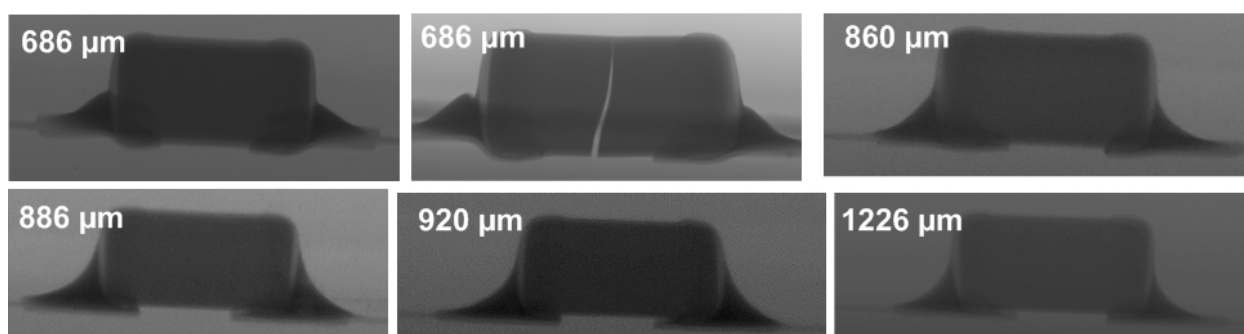


Рис. 5. Впечатаывание компонента при разных толщинах внутренних слоев

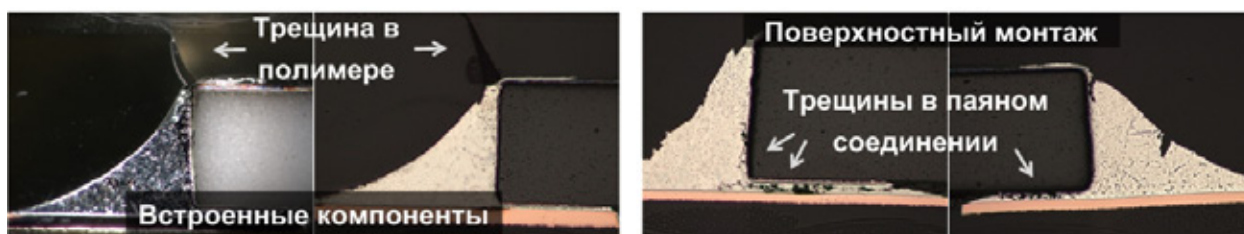


Рис. 6. Встроенные компоненты и поверхностного монтажа после 2500 циклов ТСТ

с высотой $800\mu\text{m}$, как показано в табл. 1. Количество препрегов варьировалось, как показано на рисунке 4. Диаметр отверстия под компонент изменялся от 1,8 до 12 мм при размерах компонента 0603. Это соответствует отношению объемов отверстия и компонента от 2,2 до 100.

Для исследования надежности, платы со встроенными компонентами и с компонентами поверхностного монтажа были протестированы с помощью температурного теста (Thermal Cycling Test — ТСТ) и механических тестов. Платы подверглись 2500 циклам изменения температуры от -40°C до $+125^{\circ}\text{C}$.

Результаты

Эксперименты показали, что во время процесса ламинирования при недостаточной толщине внутренних слоев, из-за чрезмерного давления на верхнюю поверхность, компонент впечатаывается в монтажные площадки. На рис. 5 показаны результаты рентгеновского исследования для различных толщин внутренних слоев.

При толщине $686\mu\text{m}$, т.е. когда толщина слоев меньше высоты компонента эффект проявляется особенно сильно и в некоторых случаях приводит к трещинам в компонентах. При $860\mu\text{m}$ эффект отчетливо наблюдается, а при

886µm все еще встречается, но уже крайне редко. При толщинах 920µm и выше впечатывание уже не происходит.

Исследование показывают, что при использовании трех либо больше слоев препрега, происходит смещение внутренних слоев (Рис. 3б). Причиной этому является очень маленькое трение между препрегами после расплавления полимера. Смещение оказывает прямое влияние на надежность компонентов, т.к. после температурного теста рисунок трещины в полимере отличается для образцов с ошибкой и без.

Результаты температурного теста показали, что вместо трещины в паяном соединении у компонентов поверхностного монтажа, у встроенных компонентов возникает трещина в слое полимера. Это объясняется тем, что часть термо-механической нагрузки, возникающей из-за

разных температурных коэффициентов расширения компонента и материала, поглощается с помощью окружающего компонент полимера.

Выводы

Была разработана технология создания встроенных компонентов, исследована их надежность и показано, что выбор параметров технологического процесса имеет большое влияние на нее. Результаты температурного теста показали, что встроенные компоненты обладают лучшей надежностью в сравнении с компонентами поверхностного монтажа. В целом можно заключить, что технология работает отлично. Учитывая результаты работы при выборе параметров, компоненты могут быть просто и надежно встроены в ПП.

Литература:

1. H. S. Cho, S. Cho, J. Jo, H. Seo, B. Kim, J. Yoo, «Highly reliable processes for embedding discrete passive components into organic substrates», *Microelectronics Reliability* 48 (5), 2008, pp. 739–743

5. ЭНЕРГЕТИКА

Частичные разряды в диагностике изоляционных систем высоковольтного оборудования

Кислякова Елена Васильевна, кандидат педагогических наук
Смоленский государственный университет

1. Введение. Частичные разряды могут развиваться в газовых включениях диэлектрика и приводить к старению и, как следствие, пробое изоляции. Интерес к изучению закономерностей и механизмов протекания частичных разрядов обусловлен широкими возможностями их использования в диагностике состояния изоляционной системы высоковольтного оборудования, в частности, выявления локальных дефектов, скрытых в толще диэлектрика.

2. Физическая модель частичного разряда. Частичный разряд — электрический разряд, локализованный внутри изоляционной среды, расположенной между двумя электродами [1]. Рассмотрим механизм возникновения частичного разряда в сферическом включении (поре), заполненном газом с диэлектрической проницаемостью ε_B , и находящимся в толще диэлектрика с диэлектрической проницаемостью ε_D .

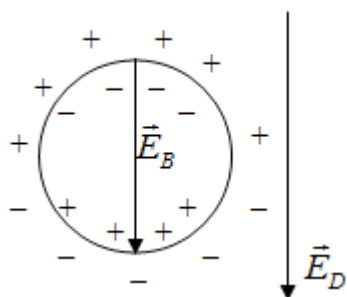


Рис. 1. Поляризация диэлектрика при наличии газового включения

Под действием внешнего электрического поля диэлектрик поляризуется (рис. 1), и на границах поры появляются нескомпенсированные связанные заряды, которые приводят к усилению внешнего поля внутри газового включения. Ориентация зарядов внутри поры, заполненной газом, приводит к незначительному уменьшению результирующего поля ($\varepsilon_B \ll \varepsilon_D$). Электрическое поле внутри газового включения [6, с. 151] оказывается равным:

$$E_B = \frac{3\varepsilon_D}{\varepsilon_B + 2\varepsilon_D} E_D$$

Таким образом, электрическое поле внутри поры превышает поле в диэлектрике ($E_B > E_D$). Если напряженность электрического поля внутри включения достигнет значения, достаточного для пробоа газового диэлектрика ($E_B \geq E_u$), то начнется процесс ударной ионизации и возникнет электронная лавина. Предельное значение напряженности, при котором возникает частичный разряд, определяется законом Пашена:

$$E_u = \frac{44 \cdot 10^6 \cdot P}{\ln(P \cdot d) + 12,8},$$

где P — давление (атм.), d — диаметр сферического включения [5, с. 99].

Исследованиям В.С. Дмитриевского доказано, что с увеличением размера пор напряжение ионизации сначала уменьшается, а затем возрастает, поэтому для малых газовых включений следует ожидать увеличение износа изоляции при уменьшении напряжения начала ионизации U_u , а для больших газовых включений — наоборот, при увеличении U_u [4, с. 12]. Если внешнее электрическое поле — переменное, то частичные разряды будут повторяться с определенной частотой.

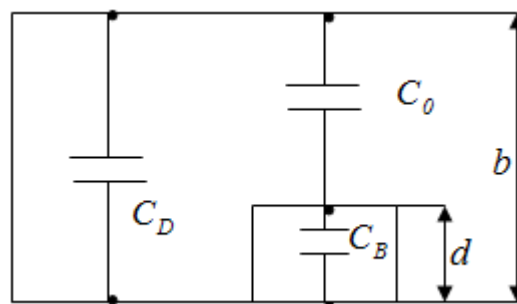


Рис. 2. Схема замещения изоляционного промежутка с включением

Механизм развития частичных разрядов удобно рассматривать, используя схему замещения (рис. 2) изоляционного промежутка с включением [2, с. 41]. В соответствии со схемой замещения напряженность электрического поля во включении:

$$E_B = \frac{C_0}{C_B + C_0} \cdot \frac{b}{d} \cdot E_D,$$

где C_B — емкость включения, C_0 — емкость изоляции между поверхностью включения и электродом, d — толщина газового включения, b — толщина изоляции.

3. Характеристики частичных разрядов. Для диагностики частичных разрядов необходимы количественные показатели, анализ которых позволит оценить степень развития дефектов. Наиболее полный перечень характеристик частичных разрядов приведен в работе В.П. Вдовико [2, с. 49–51]. Условно характеристики частичных разрядов можно разделить на три группы: электрические, временные и характеристики распределения.

К электрическим характеристикам следует отнести:

- кажущийся заряд (q) — абсолютное значение такого заряда, при мгновенном введении которого на электрода испытываемого объекта напряжение между электродами кратковременно изменится так же, как и при частичном разряде;

- средний ток — сумма абсолютных значений кажущихся зарядов, деленная на интервал времени, в течение которого они регистрировались:

$$\bar{I} = \frac{\sum q_i}{t};$$

- мощность — сумма произведений кажущихся зарядов на мгновенные значения действующего на изоляцию напряжения, деленная на интервал времени измерения:

$$P = \frac{\sum q_i \cdot U_i}{t};$$

- напряжения возникновения (U_u) и погасания (U_z) частичных разрядов — приложенное к изоляции напряжение, при котором впервые появляются и, соответственно, прекращаются повторяющиеся частичные разряды.

Временные характеристики включают:

- регулярность возникновения частичных разрядов (R) — доля периодов действующего напряжения, в которых регистрировались частичные разряды с кажущимся зарядом, равным или превышающим q ;

- время появления импульса частичного разряда (t) — интервал времени от начала отсчета до момента образования частичного разряда в периоде переменного напряжения, действующего на изоляцию;

- частота повторения импульсов (n) — число импульсов, зарегистрированных в определенном временном интервале, деленное на интервал времени измерения.

К характеристикам распределения можно отнести:

- распределение количества импульсов по значениям кажущихся зарядов ($q(N)$) — зависимость количества частичных разрядов, зарегистрированных за время проведения измерений, от величины кажущегося заряда;

- распределение значений кажущихся зарядов по фазе действующего напряжения ($q(\varphi)$) — зависимость величин кажущихся зарядов от фазовых углов их появления в периоде напряжения, действующего на изоляцию [2, с. 49–51].

4. Диагностика состояния изоляции при помощи частичных разрядов. На сегодняшний день частичные разряды достаточно широко используются в диагностике изоляционных систем высоковольтного оборудования, разработаны методики оценки состояния изоляции по измеренным характеристикам частичных разрядов.

Традиционный подход к измерению частичных разрядов определен ГОСТ 20074–83 Электрооборудование и электроустановки. Метод измерения характеристик частичных разрядов [3]. Однако интерпретация полученных количественных характеристик частичных разрядов с позиции оценки состояния изоляционной системы и прогнозирования возможностей ее дальнейшей эксплуатации не является столь однозначной.

В работе В.П. Вдовико [2], посвященной использованию частичных разрядов в диагностике высоковольтного оборудования, приводится алгоритм анализа диагностических параметров и формирования заключения о возможностях и сроках дальнейшей эксплуатации объекта измерения. В основу анализа положено сравнение полученных при диагностике значений параметров, в частности, кажущегося заряда, с их предельными значениями. Так, для трансформаторов с бумажно-масляной изоляцией при приложенном напряжении $\frac{1,1}{\sqrt{3}}U$ (U — наибольшее рабочее напряжение трансформатора) кажущийся разряд не должен превышать 10 пКл. Для маслянонаполненных трансформаторов также используется значение опасности частичного разряда. Уровень опасности зависит от величины кажущегося заряда частичного разряда при испытаниях: 100 пКл — допустимый, 1000 пКл — высокий, 10 000 пКл — критический уровень опасности. Сравнение кажущегося заряда с нормированным значением позволяет сделать вывод об общем состоянии изоляции, но не позволяет выявлять локальные дефекты и, тем более, причины их появления и развития.

Комплексная оценка вида частичного разряда может проводиться по результатам хроматографического анализа растворенных в масле газов. По соотношению концентраций четырех основных газов H_2 , CH_4 , C_2H_2 и C_2H_4 может быть определен вид дефекта, развивающегося в изоляции (таблица 1) [2, с. 144].

Работа Р. Ван Бранта [1] посвящена рассмотрению общих механизмов протекания физических и химических процессов в газе при частичном разряде, а также затрагивает вопросы старения изоляции под действием частичных разрядов. Изменения диэлектрического материала происходят под воздействием быстрых электронов лавины с энергией более 10 эВ, в месте действия частичного разряда материал разрушается и исчезает. Однако автор отмечает, что до настоящего времени химические процессы,

Таблица 1

Диагностирование дефекта изоляции методом хроматографического анализа

Концентрации газов			Прогнозируемый дефект
C_2H_2 / C_2H_4	CH_4 / H_2	C_2H_4 / C_2H_6	
$<0,1$	$0,1-1$	≤ 1	Нормальное старение
$<0,1$	$<0,1$	≤ 1	Частичные разряды с низкой плотностью энергии
$0,1-0,3$	$<0,1$	≤ 1	Частичные разряды с высокой плотностью энергии
$>0,1$	$0,1-1$	$1-3$	Разряды малой мощности
$0,1-3$	$0,1-1$	≥ 3	Разряды большой мощности

сопровожающие частичные разряды, остаются недостаточно исследованными, поэтому наиболее перспективными являются методы компьютерного моделирования развития частичных разрядов с учетом изменений химического состава диэлектрика.

В работе Ф.Р. Исмагилова и Д.В. Максудова [4] представлена математическая модель протекания частичного разряда в газовом включении, в рамках которой определена зависимость между интенсивностью частичных разрядов и размерами газовых включений в диэлектрике. Экспериментально доказано — спад интенсивности частичных разрядов является свидетельством того, что размеры газовых включений соизмеримы с толщиной диэлектрика, что свидетельствует о переходе диэлектрика в

предпробойную стадию.

5. Вывод. Частичные разряды в газовых включениях являются одной из причин электрического старения и разрушения изоляционных систем высоковольтного оборудования. На сегодняшний день общие закономерности протекания частичных разрядов изучены достаточно полно, интерес для исследования представляют механизмы протекания частичных разрядов в различных условиях, в частности, химические процессы в стареющей изоляции. Количественные характеристики частичных разрядов, определенные в ГОСТ 20074—83, позволяют оценить общее состояние изоляционной системы, перспективным является исследование возможностей выявления локальных дефектов, скрытых в изоляции.

Литература:

1. Ван Брант Р. Физика и химия частичных разрядов и короны: последние достижения и будущие последствия. — Уайтхедовские чтения. — 1994. — <http://sibdiag.ru>.
2. Вдовико В.П. Частичные разряды в диагностировании высоковольтного оборудования. — Новосибирск: Наука, 2007.
3. ГОСТ 20074—83 Электрооборудование и электроустановки.
4. Метод измерения характеристик частичных разрядов.
5. Дмитриевский В.С. О минимуме напряжения начала ионизации в газовом включении. — Известия томского политехнического института. — Т. 204. — 1971. — с. 9—13.
6. Исмагилов Ф.Р., Максудов Д.В. Математическое моделирование развития частичных разрядов в процессе старения диэлектрика. — Вестник УГАТУ. — №3. — 2011. — с. 98—100.
7. Матвеев А.Н. Электричество и магнетизм: Учеб. пособие. — М.: Высшая школа, 1983. — С. 148—152

7. МАШИНОСТРОЕНИЕ

Пути совершенствования конструкций зерновых сеялок для посева по стерне

Жазыкбаева Жазира Меирхановна, кандидат технических наук, доцент
Казахский агротехнический университет им. С. Сейфуллина (г. Астана)

В статье рассматриваются пути совершенствования конструкций зерновых сеялок, используемых для посева по стерне, применяемая при противозерозионной технологии. В течение последних лет в Казахском агротехническом университете им. С. Сейфуллина разрабатывается стерневая зерновая сеялка с винтовым высевальным аппаратом и сошником-распределителем, которая одновременно с посевом семян вносит минеральные удобрения. Предлагаемый агрегат снижает неравномерность высева семян и удобрений, повышает равномерность глубины заделки семян, а также уменьшает металлоемкость сеялки.

Ключевые слова: посев, зерновые культуры, посевные комплексы, посевные машины, зерновые сеялки, высевальный аппарат, сошник, неравномерность высева

В зерновой отрасли Республики Казахстан в последние годы наблюдается снижение, как валового сбора, так и качества, несмотря на увеличение посевных площадей. Сложившаяся ситуация требует принятия кардинальных мер — совершенствования структуры посевных площадей, сохранения плодородия земель, улучшения качества обработки почвы и посевного материала, внедрения прогрессивных технологий возделывания культур, применения современных сельскохозяйственных машин, использования минеральных удобрений...

Перечисленные требования, а также низкая технологическая дисциплина способствуют снижению качества зерна. Если в 1986—1991 годах среднее содержание клейковины в казахстанской пшенице доходило до 32%, то за последние 10—12 лет данный показатель снизился до 20—23%. Известно, что на мировом рынке хороший спрос на сорта пшеницы с высоким содержанием клейковины, а также усилилась конкуренция в сегменте среднего и низкого качества.

Северные регионы Казахстана по производству зерна занимают ведущее место в стране. Посевные площади под эти культуры покрывают порядка 73% от общего объема пашни нашей республики.

Повышение урожайности сельскохозяйственных культур и получение стабильной продукции возможно только с внедрением новых научно обоснованных технологий их возделывания, использованием высокопроизводительной универсальной техники, позволяющей изменять технологические параметры в зависимости от состояния почвы и биологических особенностей возделываемой культуры. При этом, основной целью агротехнических мероприятий является создание для сохранения и повышения продуктивности почвы как важнейшего компонента экосистемы. Последнее невозможно без анализа

и определения показателей, характеризующих технологические процессы посева семян и внесения минеральных удобрений.

В структуре технологии возделывания зерновых культур одним из важных этапов является посев семян. Цель — заложить основу для оптимального использования потенциальной урожайности данного сорта в конкретных почвенно-климатических условиях путем заданного и равномерного распределения числа растений на единицу площади для создания одинаковых условий развития. Достижение этой цели будет зависеть от качества семенного материала, качества созданного семенного ложа, нормы высева, времени посева, глубины заделки семян, распределения семян по площади. Выполнение этих условий должны обеспечить посевные машины.

Развитие рынка посевных машин идет в направлении повышения производительности техники, повышения качества посева и надежности технологического процесса. Создание самостоятельных универсальных сеялок и комбинированных агрегатов, а также посевных комплексов является одним из направлений совершенствования машин для посева сельскохозяйственных культур.

Посев должен обеспечивать наиболее благоприятные условия для прорастания семян и дальнейшего развития растений, повышая, таким образом, полевую всхожесть и урожайность. Эти условия создаются обоснованным определением сроков посева, нормы высева, площади питания растений и способом заделки семян в почву.

Применяемые сеялки и посевные комплексы в основном имеют катушечный высевальный аппарат или центральный дозатор — катушки с большими параметрами желобка и распределительную головку, распределяющую семена по сошникам с помощью воздушного потока. Катушечный аппарат имеет один недостаток — порционность

высева, которая заложена в его конструкции. Это показатель особенно заметен при низкой норме высева, которая принята в зоне Северного Казахстана. Анализ существующих и применяемых посевных машин, в частности современных сеялок и посевных комплексов с центральной высевающей системой (ЦВС), показал, что в этих агрегатах в качестве основного дозатора применяются катушечно-желобчатые аппараты с увеличенными размерами. Основными недостатками таких машин являются порционность высева и высокая степень травмирования семян. Эффект порционности усиливается и при увеличении секундной производительности катушечного высевающего аппарата.

Равномерность распределения семян по площади зависит также от работы сошника. Современные дисковые и стрелчатые сошники располагают семена в рядке пунктирно. При этом площадь питания отдельного семени представляет собой сильно вытянутый, узкий прямоугольник, а идеал — круг или квадрат. В результате растения угнетают друг друга, получают неравноценное питание.

Процесс посева состоит из двух основных операций — равномерной подачи семян из семенного ящика к сошникам, а также подготовки бороздок, укладки в них семян и дальнейшей заделки влажной почвой на одинаковую глубину.

К посеву предъявляются три основных требования:

- 1) высев заданного количества семян на единицу площади поля;
- 2) равномерное распределение их по площади поля;
- 3) заделка на определенную глубину.

Соблюдение данных агротехнических требований позволит повысить качество посева и получить высокий урожай, решив, таким образом, проблему посева зерновых культур за счет применения усовершенствованных технических средств.

В настоящее время для посева семян зернобобовых и масличных культур выпускаются сеялки с индивидуальными катушечными аппаратами и приспособлениями для послепосевого прикатывания почвы, либо без них. Совершенствование конструкции сеялок идет в следующих направлениях:

- увеличение вместимости емкостей для семян и туков;
- возможность высева мелкосеменных культур;
- обеспечение отдельного подпочвенного внесения семян и туков;
- поиск оптимальной схемы приспособления для послепосевого прикатывания;
- возможность перевода широкозахватных агрегатов в положение для дальней транспортировки [1].

Несмотря на разнообразие применяемых посевных машин, по компоновке рабочих органов можно разделить на моноблочные, раздельно-агрегатные и секционные.

Моноблочные сеялки оборудованы общей рамой, на которой смонтированы все рабочие органы. Данная

группа сеялок снабжена одним или двумя бункерами, из которых семена поступают сразу в несколько высевающих аппаратов далее по семяпроводам в сошники.

В эту группу входят сеялки производства стран СНГ — типа СЗ-3,6, СЗС-2,1, СЗС-6, СЗС-12, СЗД-2,1, СКП-2,1, СКСП-4, ЛДС-6, СТС-2,1. Из зарубежных образцов моноблочных сеялок можно выделить такие агрегаты, как AMAZONE D9—60, D9—120, GASPARDO MOD M. Эти машины, в отличие от аналогов из ближнего зарубежья, отличает применение более современных материалов и быстрый перевод из рабочего положения в транспортное, а также высокая надежность и производительность.

В северных областях Республики Казахстан широкое применение нашли противоэрозионные сеялки типа СЗС и другие агрегаты, которые предназначены для рядового посева семян зерновых культур с одновременным перерезанием корней проросших сорняков, внесением в ряды гранулированных удобрений и прикатыванием засеянных рядков.

Недостатками сеялок этой группы являются большая материалоемкость на 1 м ширины захвата, высокая неравномерность высева при малых нормах и большое тяговое сопротивление.

Раздельно-агрегатные сеялки состоят из отдельных блоков, соединенных в единый агрегат. Такие сеялки представляют из себя бункер большой вместимости, смонтированный на тракторе или специальной тележке-блоке, а также сам посевной блок. На бункере закреплены один или два высевающих аппарата (дозатора), связанных центральными трубопроводами с одним или двумя распределителями потоков, смонтированных на раме посевного блока. Распределители соединены семяпроводами с сошниками, закрепленными на посевном блоке. Из бункера семена поступают в дозатор, а от него в центральный семяпровод, к распределителям и в сошники. По такой схеме выполнены, например, сеялки производства стран ближнего зарубежья — СЗС-8, СЗС-14, агрегат ППА-5,4, ППА-7,2, СПН-8, а также агрегаты ведущих зарубежных производителей — GASPARDO PE, VENTA TI, FLEXICOIL, JOHN DEERE 750A, RABE WERK TURBODRILL, AMAZONE Cirrus, POLYMAT W, ACCORD PNEUMATIC и др.

К недостаткам данных сеялок можно отнести высокую неравномерность высева при малой норме высева, высокую степень повреждения семян при транспортировке воздушным потоком, а также вынос влаги из почвы воздушным потоком из зоны залегания семян.

Секционные сеялки состоят из отдельных посевных секций, присоединенных к раме. Каждая секция снабжена бункером, высевающим аппаратом, механизмом привода, сошником, опорными колесами, каточками и загортачами. Раздвигая секции по раме, можно изменять ширину междурядий. Такая компоновка характерна для специальных сеялок.

Наряду с традиционными посевными машинами для отвальных фонов все большее распространение находят

почвообрабатывающе-посевные агрегаты, которые используются, в основном, для высева семян зерновых и зернобобовых культур при возделывании их по «минимальной» или «нулевой» технологиям обработки почвы. Как правило, такие комплексы состоят из двух самостоятельных систем — почвообрабатывающей и высевающей. Почвообрабатывающая система является самостоятельным многофункциональным комбинированным орудием, предназначенным для мелкой обработки почвы. Высевающая система выполнена с использованием системы пневматического высева семян и туков [1].

Дальнейшее совершенствование таких комплексов ведется сейчас в следующих направлениях:

- повышение равномерности распределения семян и туков между сошниками;
- обеспечение заданной точности высева семян и туков по глубине;
- увеличение вместимости емкостей для семян и туков;
- обеспечение возможности перевода широкозахватных комплексов в положение для дальней транспортировки и обратно [1].

Независимо от типа посевных машин, общей тенденцией их совершенствования является повышение качественных показателей посева. Достигается это тщательным подбором типа и параметра рабочих органов (сошников) для каждой конкретной почвенно-климатической зоны [1].

В связи с вышеизложенным возникает необходимость разработки семян туковывсевающих аппаратов и рабочих органов (сошников) для зоны Северного Казахстана, которая отличается почвенно-климатическими условиями и агротехническими требованиями производства зерна.

В течение последних лет в Казахском агротехническом университете им. С. Сейфуллина разрабатывается стерневая зерновая сеялка с винтовым высевающим аппаратом и сошником-распределителем, которая одновременно с посевом семян вносит минеральные удобрения. Предлагаемый агрегат снижает неравномерность высева семян и удобрений, повышает равномерность глубины заделки семян, а также уменьшает металлоемкость сеялки.

Разрабатываемые семятуковывсевающие винтовые аппараты значительно отличаются по своим конструктивным решениям, а также по усовершенствованию технологического процесса высева и дозирования сыпучего

материала. Лабораторно-полевые испытания таких машин показали, что неравномерность высева между аппаратами и общая неустойчивость высева снизилась на 15–20 %. Высевающий аппарат представляет собой многозаходную винтовую спираль, вращающуюся вобойме. Каждый высевающий аппарат может работать на три и более сошников.

Существующие сеялки укомплектованы, в основном, наральниковыми, дисковыми и лаповыми сошниками. Наральниковые и дисковые сошники требуют тщательно подготовленной почвы, поэтому не желательны для применения в зоне Северного Казахстана, где почва подвержена ветровой эрозии. Лаповые сошники, установленные на стерневых сеялках, имеют высокую неравномерность заделки семян в почву.

Для снижения неравномерности распределения семян и туков между сошниками и обеспечения заданной точности семян и туков разработан пассивный распределитель, который универсален по своему назначению, может устанавливаться в подлаповое пространство плоскорезающего ножа и лапового сошника. Лабораторные испытания данного рассеивателя показали, что равномерность распределения сыпучего материала 1,2–1,5 раза выше по сравнению с существующими рассеивателями.

Сошник представляет собой стрелчатую лапу, в подлаповом пространстве, которой установлен распределитель. Площадь питания растений из узковытянутого прямоугольника приблизится к кругу, что в итоге приведет к повышению урожайности.

По показателям неравномерности высева опытный образец сеялки превосходит серийную сеялку, неравномерность высева снизилась на 10–15 %. Объясняется это тем, что семена, двигаясь по вращающейся и вибрирующей (за счет собственных колебаний) винтовой линии спирали выравниваются и выстраиваются в ряд, что исключает хаотичность и порционность высева.

В настоящее время учеными и инженерами ведется работа по совершенствованию конструкции и технологического процесса рабочих органов сеялки, обоснованию конструктивных и технологических параметров на основе результатов лабораторных и полевых опытов в целях обеспечения качественного посева, а также рассматриваются возможности применения разработанных конструкций в посевных комплексах, где технологический процесс высева имеет свои определенные особенности.

Литература:

1. Грибановский А.П. Проблемы, задачи и состояние развития сельскохозяйственной техники за рубежом и в Республике Казахстан // Сборник научных трудов. Материалы международной научно-практической конференции, Алматы, 2008.

Повышение эффективности проектирования одношнекового экструдера за счет интеграции внешних компонентов CAD-систем

Мустюков Наиль Анварович, аспирант;

Зубкова Татьяна Михайловна, доктор технических наук, профессор

Оренбургский государственный университет

Особенность современного этапа развития автоматизированного проектирования определяется такими факторами, как усложнение проектируемых изделий, стремительное развитие информационных технологий и изменение условий (организации) проектирования. На технологию автоматизированного проектирования и проектную деятельность наибольшее влияние оказывают прогресс в области информационных технологий; номенклатура создаваемых изделий и услуг; принципы управления процессом проектирования и организации труда коллектива проектировщиков; интеграция средств автоматизации проектирования с производственной сферой и сферой сбыта продукции на основе современных технологий.

Значительная часть работ в области автоматизированного проектирования (АП) посвящена исследованию отдельных компонентов систем автоматизации проектирования (САПР), разработке и совершенствованию математических моделей объектов проектирования (ОП), реализации алгоритмов, созданию баз данных, созданию и настройке пользовательских интерфейсов. Однако в гораздо меньшей степени исследованы особенности формирования и реконфигурации архитектуры САПР и процессов автоматизированного проектирования [1].

Концепция интегрированных САПР, включающих в свой состав альтернативные алгоритмы и подсистемы, ориентированные на решение специфических задач, предполагает проектирование архитектуры системы на уровне компонентов, наличие четко обозначенных интерфейсов у каждого компонента и общих механизмов взаимодействия между ними.

Центральное место в архитектуре занимают компоненты, реализующие интеграцию, т.е. взаимодействие и обмен данными между компонентами различных групп, как собственных, так и сторонних разработчиков.

В данной статье мы рассмотрим построение архитектуры интегрированной САПР на примере взаимодействия программной системы (ПС) «Расчет технико-экономических параметров одношнековых экструдеров» и CAD-системы.

Программная система «Расчет технико-экономических параметров одношнековых экструдеров» предназначена для проведения параметрического синтеза шнекового прессующего механизма. Данная система позволяет на уровне интуитивного интерфейса получить технико-экономические параметры на основе заданных реологических, геометрических и конструктивных параметров [2].

Система является компонентом САПР и позволяет

проводить анализ технологического процесса. Однако в ней отсутствует возможность создания геометрических моделей, подготовки и управления производственной информацией. В связи с этим требуется расширение функциональных возможностей.

Поскольку разработка каждого из компонентов САПР трудозатратна, то в данном случае рассмотрим расширение функционала за счет интеграции внешних компонентов САПР от сторонних разработчиков.

Связка CAD-системы и ПС позволяет выполнять все необходимые расчеты при разработке модели изделия в CAD-системе через данные, хранящиеся в ПС. Дополнительно, к ПС можно подключать системы для эмуляции поведения продукта проектирования и его оптимизации, при этом CAD-система будет иметь доступ к результатам работы этих систем.

Интегрирование CAD-систем и ПС осуществляется через API (прикладной программный интерфейс) обеих систем. Схема такого взаимодействия приведена на рисунке 1.

При построении программного комплекса для CAD-систем и ПС логично выделить три варианта построения центрального модуля:

- центральный модуль является внешним по отношению к обеим системам;
- центральный модуль связан с CAD-системой;
- центральный модуль связан с ПС.

Вариант совмещения центрального модуля с ПС видится наиболее предпочтительным в силу следующих причин:

- в ПС имеется возможность управления данными;
- ПС обладает информацией, как о структуре изделия, так и о внешних по отношению к нему структурах и процессах, что позволит центральному модулю получать достаточный объем информации для принятия решения.

Таким образом, основным принципом построения интегрирующего комплекса для CAD-систем и ПС является размещение управляющего элемента (центрального модуля) в ПС. Схема построения программного комплекса представлена на рисунке 2.

Данная схема позволит связать все компоненты комплекса в единое целое, единое информационное пространство. Это позволит избежать избыточности данных, хранимых в каждой из систем, уменьшить временной цикл их передачи между подразделениями, а также обеспечить непротиворечивость и своевременное обновление данных.

Для реализации данной схемы будем использовать объектно-ориентированный и компонентный подходы.

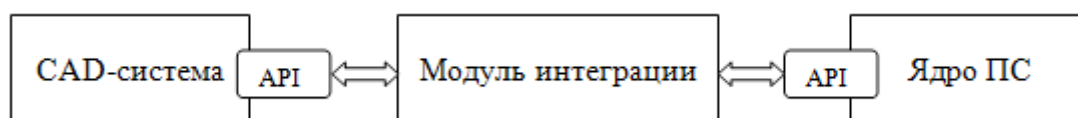


Рис. 1. Схема взаимодействия CAD-системы и ПК через API

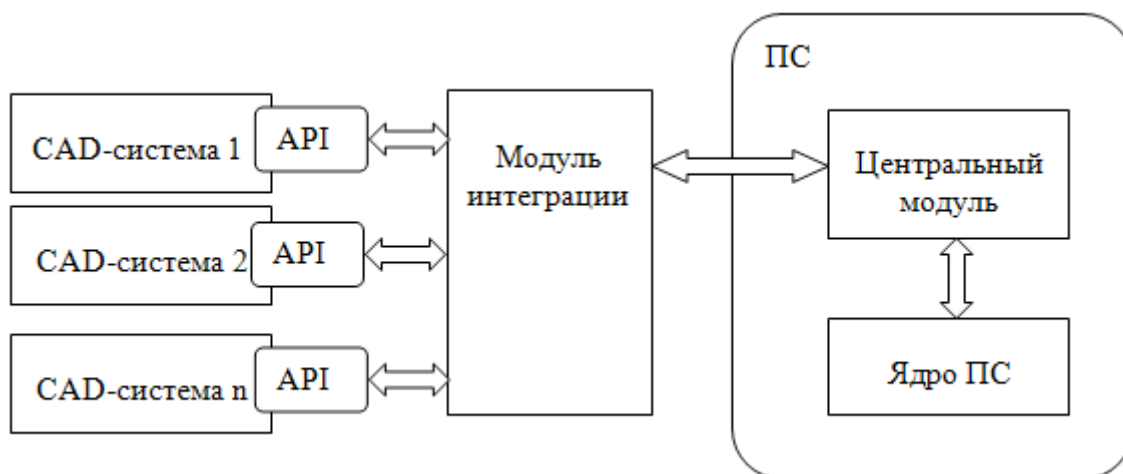


Рис. 2. Схема программного комплекса

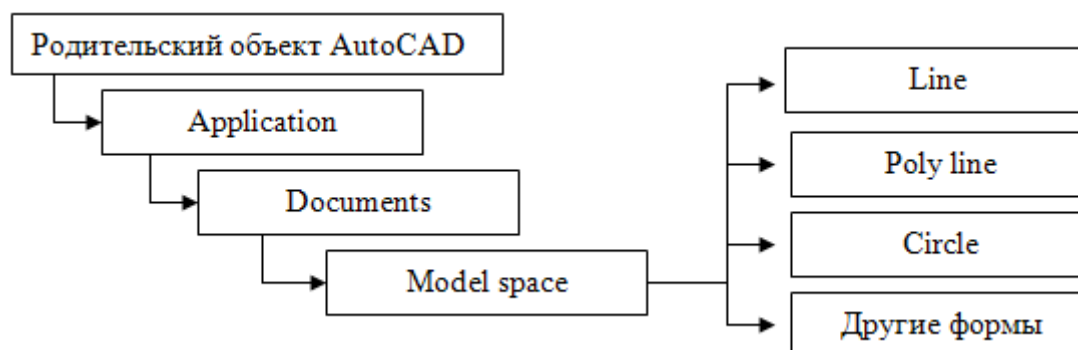


Рис. 3. Объектная модель AutoCAD

Это предполагает использование стандартных технологий разработки, таких как COM, DCOM, ActiveX, платформы. NET Framework.

Рассмотрим построение взаимодействия на примере интеграции ПК с AutoCAD.

Объектная модель AutoCad — это структура объектов: приложения AutoCad, его документов (открытых чертежей), объектов черчения (точки, линии и т.д.), словарей, их свойств и методов. Все эти объекты описаны в системе COM и предоставляются программным комплексом в виде библиотеки. Структура объектной модели представлена на рисунке 3 [3].

Таким образом, на основе технологии COM осуществляется взаимодействие рассматриваемых программных

систем. Чтобы установить связь ПК с CAD-системой, необходимо создать объект AutoCAD (AcadDocument). Применяя методы созданного объекта, возможно:

- изменять текущий чертеж;
- фиксировать изменения, производимые с чертежом;
- производить имитационное моделирование на основе данных, полученных с CAD-системы.
- сохранять результаты проекта в базу.

На рисунке 4 представлен результат интеграции ПК и AutoCAD.

В соответствии с разработанной моделью построения программного комплекса, удалось произвести интеграцию так же с системой MathCAD (рисунок 5) и комплексом библиотек OpenGL (рисунок 6).

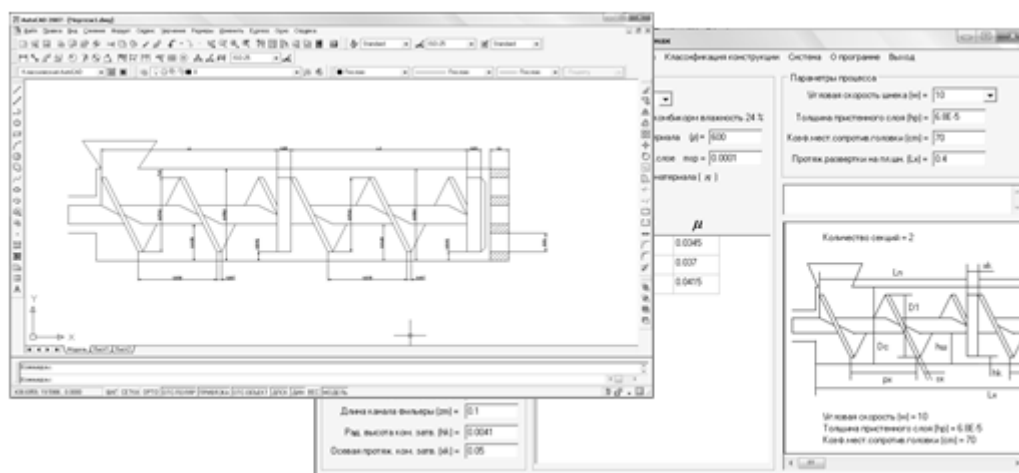


Рис. 4. Интеграция ПС и AutoCAD

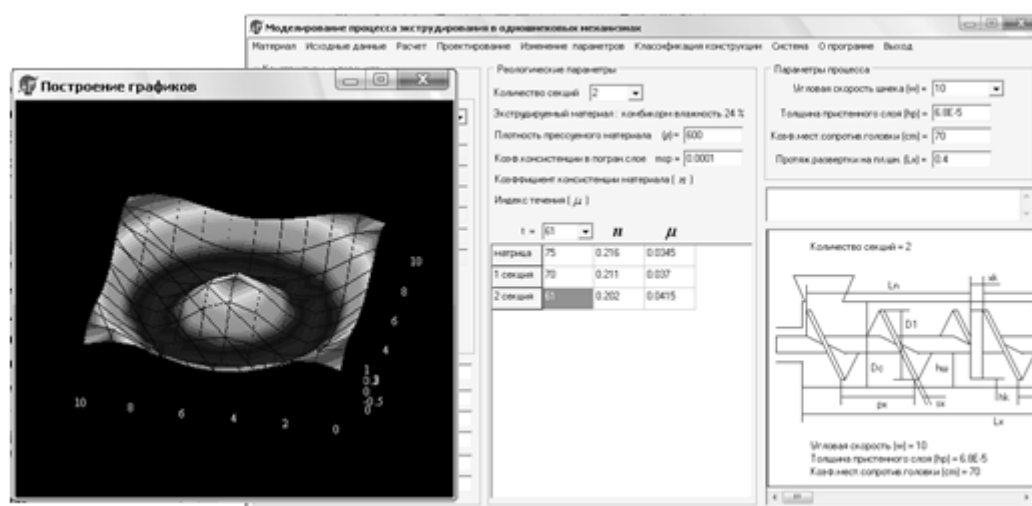


Рис. 5. Интеграция MathCad и ПС для отображения графика изменения параметров

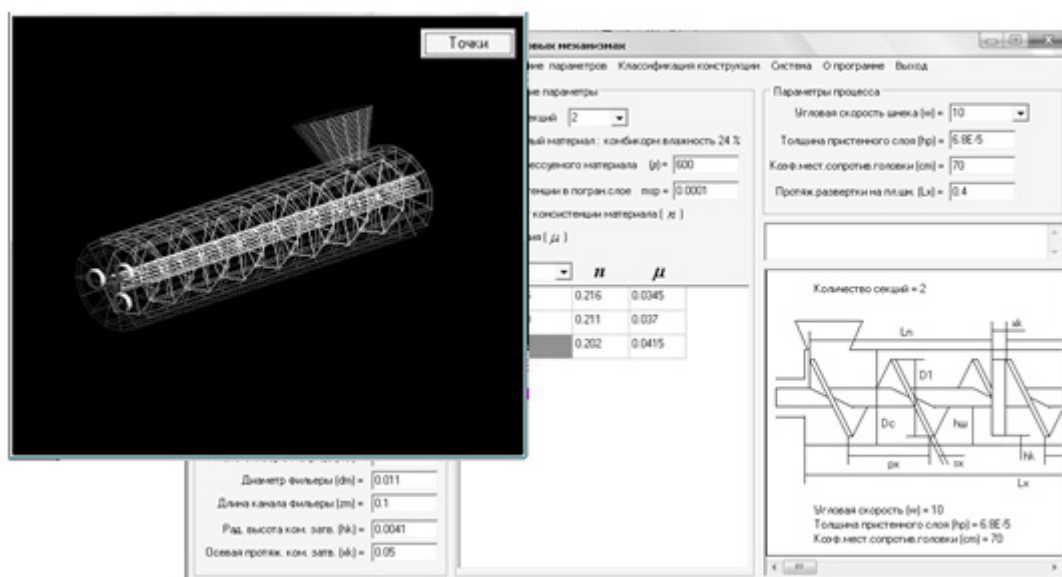


Рис. 6. Интеграция OpenGL и ПС для 3D визуализации в соответствии с выбранными параметрами

Таким образом, на основе разработанной схемы построения программного комплекса, а так же реализовав алгоритм интеграции с CAD-системой, удалось расширить функциональность программной системы «Расчет технико-экономических параметров одношнековых экструдеров» за счет интеграции с системами AutoCAD,

MathCAD и комплексом библиотек OpenGL. Наличие указанных интеграций позволит повысить эффективность использования данной программной системы, а так же снизит трудозатраты на проектирование одношнекового экструдера, за счет автоматизации процесса анализа и геометрического моделирования.

Литература:

1. Абу Д.М. «Исследование и разработка системы формирования и реконфигурации архитектуры конструкторских САПР радиоэлектронной аппаратуры»: Автореф. дис. ...канд. техн. наук. Санкт-Петербург, 2009. С. 16.
2. Свидетельство об официальной регистрации программы для ЭВМ №№2011612043 Расчет технико-экономических параметров одношнековых экструдеров / Т.М. Зубкова, Н.А. Мустюков, М.А. Корякина РОСПАТЕНТ — №2010617272 — Заявлено 19.11.2010. — Опубл. 05.03.2011.
3. Николай Полещук AutoCad2004 Разработка и адаптация приложений. — СПб.: БХВ-Петербург, 2004. — 624 с.

Физико-механические и технологические свойства полиэтилена марки ПЭ80Б, содержащего нанощпинель магния

Саввинова Мария Евгеньевна, кандидат технических наук;
Петухова Евгения Спартаковна, кандидат технических наук
Институт проблем нефти и газа СО РАН (г. Якутск)

Проведенными исследованиями установлено, что нанощпинель магния не оказывает существенного влияния на технологические свойства расплава полиэтилена марки ПЭ80Б. Однако ее введение приводит к снижению физико-механических показателей полимера на фоне повышения его износостойкости.

Ключевые слова: полиэтилен трубной марки, нанощпинель магния, термостабилизатор, показатель текучести расплава, предел текучести при растяжении, относительное удлинение при разрыве, износостойкость.

В настоящее время полиэтилен является самым распространенным полимерным материалом для изготовления труб различного функционального назначения (газопроводы, водопроводы и пр.). Полиэтилен — достаточно прочный и износостойкий материал [1]. Однако для эксплуатации полиэтиленовых труб в экстремальных климатических условиях Севера России, для которого характерны низкие температуры с большими амплитудами суточных перепадов, пучение мерзлых грунтов и т.д., существующий уровень свойств недостаточно высок.

Технология модифицирования полимеров позволяет значительно расширить пределы эксплуатационных параметров композиционных материалов на их основе. Ряд работ проведенных в Институте проблем нефти и газа СО РАН показал перспективность применения нанощпинели магния для повышения физико-механических и триботехнических свойств таких термопластичных полимеров как политетрафторэтилен и сверхвысокомолекулярный полиэтилен [2–5].

В работе для модификации выбран трубный полиэтилен марки ПЭ80Б (ПЭ), в состав которого входят полиэтилен ПЭ80, а также термостабилизатор — Irganox B225FF в количестве 0.27%. В качестве нанонаполни-

теля использована нанодисперсная шпинель магния, синтезированная в Институте твердого тела и механохимии СО РАН (размер частиц 10.8 нм и удельная поверхность 72.4 м²/г).

Композиции были получены на лабораторных вальцах путем последовательного введения в расплав базового ПЭ термостабилизатора (0,25 мас. %) и модифицирующих добавок в количестве 0,05, 0,1, 0,5 и 1,0 мас. %.

Смешение, прессование, исследования ПТР и плотности образцов полиэтиленов с волокнами проведены в центральной лаборатории объединения (ЦЛО) ОАО «Казаньоргсинтез».

Для обеспечения стабилизации полимера при переработке предпочтительно добавлять термостабилизаторы на ранних стадиях термического процесса. В процессах переработки полимерных композиций экструзией и литьем под давлением разрушение материала под воздействием температуры приводит к изменению окраски изделия, наличию пузырей. При «подгорании» полимерной массы в процессе переработки происходит частичное сшивание, в результате чего вязкость расплава увеличивается.

Таким образом, применение термостабилизатора позволяет сохранить исходные свойства полимерных ма-

Таблица 1
Физико-механические и технологические свойства полиэтилена марки ПЭ80Б,
модифицированного шпинелью магния

№	Концентрация шпинели магния, мас. %	ПТР, г/10 мин		ПТР _{21,6} /ПТР ₅	σ_p , МПа	σ_t , МПа	ε , %
		5 кг	21,6 кг				
1	0	0,45	10,9	17,5	36,0	17,5	830
2	0,05	0,45	8,1	18,0	30,8	16,8	760
3	0,10	0,47	8,1	17,9	31,0	17,3	760
4	0,50	0,45	8,1	18,0	26,1	17,0	700
5	1,00	0,48	8,5	17,7	27,2	17,4	720
6	0,50, без термостабилизатора	0,29	6,2	21,4	27,0	16,6	720

ПТР_x — показатель текучести расплава при нагрузке X кг, ПТР_{21,6}/ПТР₅ — соотношение показателей текучести расплава при нагрузке 5 и 21,6 кг, σ_t — предел текучести при растяжении, σ_p — прочность при разрыве, ε — относительное удлинение при разрыве.

Таблица 2
Плотность и износостойкость полиэтилена марки ПЭ80Б, модифицированного шпинелью магния

№	Концентрация шпинели магния, мас. %	ρ , г/см ³	Износ, г (по абразивной шкурке)
1	0	0,9375	0,0708
2	0,05	0,9373	0,0644
3	0,10	0,9375	0,0638
4	0,50	0,9398	0,0654
5	1,00	0,9527	0,0614
6	2,00	-	0,0720

ρ — плотность

териалов. Кроме этого, термостабилизатор оказывает влияние на технологические режимы переработки и эксплуатационные характеристики готовых изделий.

Композиты получали путем последовательного введения в расплав базового ПЭ термостабилизатора и модифицирующей добавки. Для выявления термостабилизирующих способностей шпинели магния также изготавливались композиции без Irganox B225FF. Переработку проводили по стандартной методике переработки полиэтиленов марки ПЭ80 (ГОСТ 16338–85).

Испытания на абразивный износ производилось на машине АР-40 по ГОСТ 23509–79. Испытательная машина состоит из следующих частей:

- вращающегося цилиндра диаметром 150–170 мм, предназначенного для крепления на нем шлифовальной шкурки. Окружная скорость поверхности цилиндра составляет $0,30 \pm 0,05$ м/с;
- патрона для съемного держателя с закрепленным в нем образцом;
- нагружающего устройства, обеспечивающего приложение нагрузки 1 кгс перпендикулярно истирающей поверхности;
- механизма, обеспечивающего равномерное перемещение патрона вдоль образующей цилиндра;

— устройства, обеспечивающего плотное закрепление шлифовальной шкурки на боковой поверхности цилиндра (без вздутий и перекосов);

- продольной планки;
- специального устройства, поднимающего патрон при переходе образца к планке и опускающего его без удара после прохождения планки.

При испытании образец, зажатый в патрон, истирается по шкурке, натянутой на барабан, причем при вращении барабана патрон перемещается подобно резцу токарного станка так, что истирание происходит все время по свежей поверхности шкурки. Такая траектория избрана потому, что абразивная способность снижается вследствие скольжения образца пластмассы по шкурке, уже засоренной продуктами износа. Значения износа определялись как разность массы образца до истирания и после.

В табл. 1 приведены значения физико-механические (плотность, прочность при растяжении, предел текучести при растяжении, относительное удлинение) и технологические свойства исследованных композитов (показатель текучести расплава).

Исследование влияния шпинели магния на технологические свойства полиэтилена показало, что введение данного наполнителя в ПЭ не оказывает существенного влияния

яния на показатель текучести расплава, в то время как у композитов без стабилизатора показатель текучести расплава снижается практически в 2 раза. Таким образом, термостабилизирующей способности шпинели магния не проявляет.

Прочность при разрыве и относительное удлинение при введении шпинели снижается с увеличением концентрации наполнителя, а предел текучести при растяжении практически не изменяется. Такой характер изменения физико-механических характеристик вероятно можно объяснить агломерированием частиц наполнителя, что приводит к формированию в композите дефектных областей — пор и пустот. Кроме того, увеличение показателя $\text{ПТР}_{21,6}/\text{ПТР}_5$ свидетельствует об усилении процесса сшивки полимерных цепей полиэтилена, что также вносит свой вклад в снижение относительного удлинения композитов при разрыве.

На фоне снижения физико-механических показателей наблюдается увеличение плотности и износостойкости исследованных композитов (табл. 2). Так, даже с учетом небольших степеней наполнения, плотность возрастает с 0.9375 до 0.9527 г/см³. Так как плот-

ность является косвенной характеристикой сил межмолекулярного и адгезионного взаимодействия в системе полимер-наполнитель, можно заключить, что введение в полимерную матрицу выбранной добавки приводит к уплотнению структуры полимера в композите. Данное заключение подтверждается исследованием износостойкости композитов. Введение 1,0 мас. % шпинели магния в полиэтилен приводит к повышению исследуемого показателя на 13 %.

Таким образом, проведенными исследованиями установлено, что нанощпинель магния не оказывает существенного влияния на технологические свойства расплава полиэтилена марки ПЭ80Б. Однако ее введение приводит к снижению физико-механических показателей полимера на фоне повышения его износостойкости. Т.е. дальнейшие исследования следует направить на поиск дополнительного модифицирующего агента полимерной матрицы, который поспособствует увеличению прочностных показателей ПЭ. Кроме того, следует рассмотреть другие технологические возможности воздействия на наполнитель для усиления его воздействия на полимерную матрицу, в том числе прием механоактивации.

Литература:

1. Ярулин Р.С., Сабиров Р.К., Вольфсон С.И., Кимельблат В.И. Полиэтилен: производство, рынок и перспективные направления переработки. — Казань, изд-во «Экс-пресс», 2003—192 с.
2. Охлопкова А.А., Петрова П.Н., Гоголева О.В. Полимерные композиционные материалы триботехнического назначения на основе полиолефинов и нанощпинелей переходных металлов // Мат. науч.-практ. конф. «Химия — XXI век: новые технологии, новые продукты». — Кемерово. — 2005. — с. 184—186.
3. Охлопкова А.А., Петрова П.Н., Гоголева О.В. Полимерные триботехнические материалы на основе полиолефинов и нанощпинелей переходных металлов // Материалы XXV межд. конф. «Композиционные материалы в промышленности. Славполик». — Ялта, 2005. — С. 395—398.
4. Охлопкова А.А., Петрова П.Н., Гоголева О.В. Разработка полимерных триботехнических материалов на основе СВМПЭ и нанодисперсных соединений // Журнал «Наука и образование». — 2006. — № 1. — с. 78—82.
5. Гоголева О.В. Разработка триботехнических нанокompозитов на основе сверхвысокомолекулярного полиэтилена, смесей фторопластов и шпинели магния, меди, кобальта. Дис. канд, техн. наук. — Комсомольск-на-Амуре — 2009. — 111 с.

8. СТРОИТЕЛЬСТВО

Структура информационно-аналитической системы анализа риска эксплуатации инженерных коммуникаций

Кожевников Дмитрий Георгиевич, старший преподаватель
Московский государственный строительный университет

Лим Владимир Григорьевич, кандидат технических наук, доцент
Астраханский государственный университет

Работа посвящена проблеме создания автоматизированных проблемно-ориентированных комплексов программ для мониторинга объектов инженерных коммуникаций с учетом материалов, обеспечивающих реализацию алгоритмов расчета количественных показателей риска эксплуатации газопроводов с использованием данных внутритрубной диагностики, показателей электрометрических обследований и визуальных обследований в шурфах. Показано, что система проектирования ремонта инженерных коммуникаций должна базироваться на определенных математических моделях, а управление процессами ремонта предполагает использование определенных количественных соотношений, что позволяет применять в управлении математические методы и широко использовать современные информационные технологии.

Ключевые слова: инженерные коммуникации; информационно-аналитическая система; риск эксплуатации; внутритрубная диагностика, электрометрические и визуальные обследования.

The work is dedicated to the problem of creation of problem-oriented programming complexes for engineering communications monitoring, taking into account the materials that provide implementation of algorithms of calculation of quantitative indicators of risk of pipeline operation using the in-line inspection data, indicators and Visual surveys electrometrical surveys in the pits. Shown that designing system repair utilities should be based on certain mathematical models and process control repair involves the use of quantitative ratios, allowing the management of mathematical methods and extensive use of modern information technologies.

Keywords: engineering communications; information-analytical system; the risk of exploitation; vnutritrubnaâ diagnostics, electrometric and visual survey.

Системы инженерных коммуникаций являются сложными техническими комплексами, проектирование, сооружение и эксплуатация которых ведется на основе действующих нормативно-технических документов. При этом следует учесть, что системы инженерных коммуникаций проходит по мере своего существования ряд стадий жизненного цикла (проектирование, строительство, эксплуатация, ремонт и т.д.).

При проектировании систем инженерных коммуникаций необходимо учитывать такие их особенности, как значительная протяженность, расположение объектов инженерных коммуникаций на территориях, расположенных в различных природно-климатических зонах, особенности рельефа местности и почв в районах прохождения и т.п.

На различных стадиях жизненного цикла инженерных коммуникаций формируется большое количество разнообразной информации о состоянии трубопроводов, объектов их инфраструктуры и прилегающей к ним местности, в том

числе оперативно-диспетчерской информации о значениях контролируемых параметров технологических процессов, режимах работы.

В состав этой информации также входят результаты испытаний и диагностических обследований объектов систем инженерных коммуникаций, сведения о проведенных ремонтных работах, авариях и инцидентах, выбросах вредных веществ и т.п.

Эти данные, а также сведения о проектно-конструктивных решениях инженерных коммуникаций, в сочетании со статистическими данными и оценками, полученными экспертным путем, служат информационной основой при проведении работ по комплексной оценке и прогнозированию технического состояния, анализу риска эксплуатации участков инженерных коммуникаций, последовательность которых приведена на рис. 1.

После завершения диагностических работ на объектах системы инженерных коммуникаций выполняется

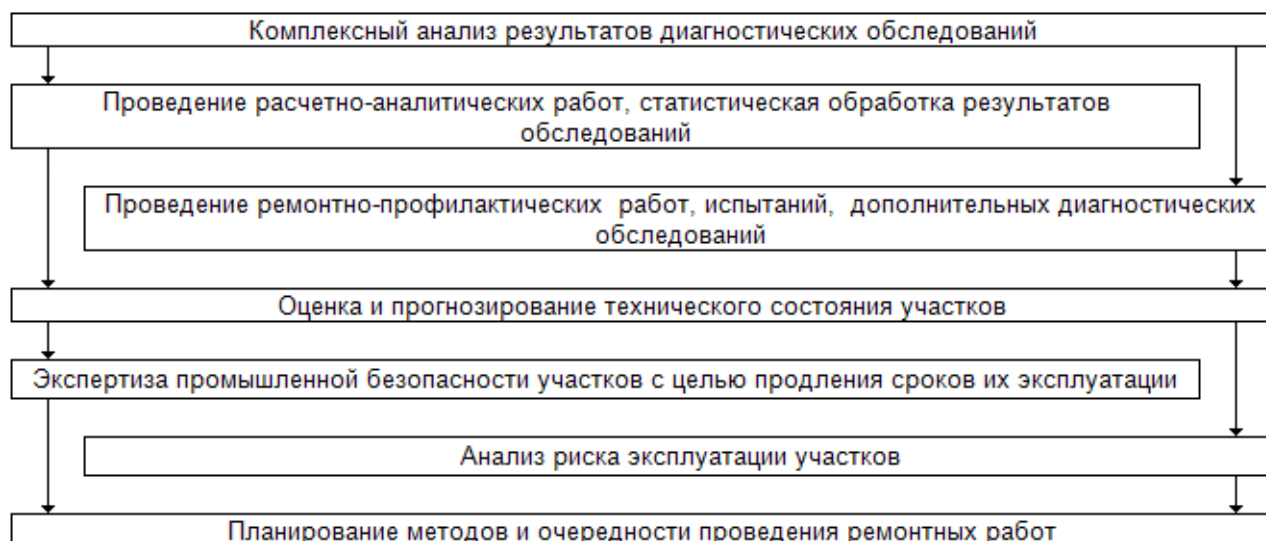


Рис. 1. Структурная схема выполнения работ по комплексному анализу риска эксплуатации инженерных коммуникаций

комплексный анализ результатов проведенных обследований, целью которого является определение потенциально опасных участков и разработка предложений по проведению дополнительных диагностических обследований, ремонтно-профилактических и расчетно-аналитических работ.

Процедура комплексного анализа включает в себя два последовательно реализуемых этапа работ: 1) сбор, систематизация и предварительный анализ исходных данных; 2) выявление потенциально опасных участков, разработка рекомендаций по проведению дополнительных диагностических обследований, аналитических расчетов и ремонтных работ для устранения критических дефектов на участках.

По результатам выполнения первого этапа комплексного анализа формируется информационная модель данных об инженерных коммуникациях, объектах его инфраструктуры и элементах прилегающей местности, а также создается раздел базы данных информационно-аналитической системы, который может содержать необходимые сведения из проектной, исполнительной и эксплуатационной документации, результаты выполненных ранее диагностических обследований и испытаний (внутритрубных инспекций, электрометрических измерений и т.д.), результаты топографо-геодезических работ и инженерных изысканий и др.

Второй этап комплексного анализа заключается в анализе и сопоставлении результатов диагностических обследований и включает в себя: анализ результатов внутритрубной дефектоскопии (оценка дефектов труб и динамики изменения потерь металла трубы при наличии дефектов, оценка работоспособности участков инженерных коммуникаций с учетом роста размеров коррозионных дефектов, ранжирование дефектов по степени опасности); анализ результатов обследований состо-

яния защитного покрытия и средств электрохимзащиты; анализ результатов технического диагностирования переходов через автомобильные и железные дороги и других структурных элементов инженерных коммуникаций.

Результатом работы является перечень потенциально опасных участков инженерных коммуникаций, предложения по проведению дополнительных диагностических и расчетно-экспериментальных работ, а также предложения по проведению ремонтных работ на участках. В результате второго этапа комплексного анализа будет определена вся информация, необходимая для получения оценок риска эксплуатации участков инженерных коммуникаций.

Сформированная на первом этапе комплексного анализа информационная модель инженерных коммуникаций будет дополнена информацией, полученной при проведении второго этапа комплексного анализа.

На основе сформированной на предыдущих этапах информационной модели инженерных коммуникаций можно обосновать и апробировать структуру информационно-аналитической системы (ИАС) для анализа риска эксплуатации инженерных коммуникаций по результатам обследований, и как следствие, предупреждения природно-техногенных аварий [1].

Информационно-аналитическая система должна базироваться на трех уровнях сбора информации, которые определяют содержательную структуру и отражают динамику состояния сложных технических систем: 1) базовой информации о системе инженерных коммуникаций, сформированной на основе паспортов объектов; 2) нормативно-технической информации, регламентирующей процессы эксплуатации системы инженерных коммуникаций, порядок проведения работ по техническому диагностированию, оценке результатов технического диагностирования, анализу рисков эксплуатации объектов

инженерных коммуникаций; 3) оперативной информации, полученной при проведении технического диагностирования.

Такой подход позволяет обеспечить своевременное предупреждение природно-техногенных аварий на всех стадиях функционирования сооружений. Основными факторами, обеспечивающими своевременное предупреждение аварий, являются следующие: объективизация информационной составляющей информационно-аналитической системы за счет использования оперативной информации, полученной при проведении технического диагностирования, что позволяет получить объективные оценки технического состояния и ресурса оборудования; надежность хранения информации в базе данных; точность машинной обработки вводимой информации; ретроспективный характер информации в базах данных, что позволяет выявить временные тренды, оценить скорость коррозии и получить прогноз технического состояния объектов инженерных коммуникаций; оперативность выдачи результатов расчетов в любом виде (цифровом, графическом, текстовом; на бумажной и электронной основе); возможностью оперативного обновления, размножения и передачи информации.

Структура ИАС предусматривает три взаимосвязанных блока, формирующих базу данных: 1) входящая информация; 2) расчетные блоки; 3) формирование оценок и прогнозов [2–4].

При формировании перечня задач, решаемых в системе, ИАС изначально ориентируется на следующее: предупреждение природно-техногенных аварий при эксплуатации объектов системы инженерных коммуникаций; обоснование управленческих решений по выбору объемов и методов ремонта участков инженерных коммуникаций; создание корпоративной базы данных для выполнения процедуры анализа рисков эксплуатации объектов системы инженерных коммуникаций.

Основу базы данных ИАС составляет подсистема пакета прикладных программ CAD_Construction, предназначенная для сбора, фильтрации и хранения оперативной информации о результатах проведения диагностических обследований на объектах системы инженерных коммуникаций. В качестве исходной информации для формирования базы данных используется внешняя и внутренняя информация.

Внешнюю информацию формируют: материалы, полученные при проведении внутритрубной диагностики и результаты их дешифрирования; данные, полученные при проведении коррозионных обследований инженерных коммуникаций; данные, полученные с применением методов неразрушающего контроля и диагностики состояния сооружений; статистические данные и природно-ресурсная информация, получаемые от федеральных и региональных государственных организаций; оперативная информация служб и подразделений ор-

ганизаций, осуществляющих строительство и эксплуатацию сооружений, об изменчивости состояния исследуемых сооружений и конструкций (данные об имевших место отказах, авариях, ущербе, принятых мерах инженерной защиты).

К внутримашинной информации относятся: цифровые технологические схемы участков инженерных коммуникаций; цифровые паспорта участков инженерных коммуникаций; информация о техническом состоянии исследуемых сооружений (наличие дефектов, деформаций, остаточный ресурс, уязвимость, безотказность, ремонтпригодность, коррозионная стойкость и т.п.); нормативно-техническая информация (база данных нормативно-технических документов по проектированию, строительству и эксплуатации объектов газовой промышленности) [5]; справочная информация (государственные федеральные и региональные нормативные акты по экологии, землепользованию и строительству, правовому положению земель и их собственников); оценочная природно-ресурсная информация, необходимая для проведения анализа рисков о пригодности земель для хозяйственного использования и их стоимости; заселенности территорий, прилегающих к охранной зоне инженерных коммуникаций; экологическом состоянии почв, поверхностных и подземных вод, грунтов, растительного покрова, состоянии, данные об имеющихся и потенциальных ущербах состоянию системы и окружающей среде.

Перечисленные свойства ИАС значительно повышают обоснованность и качество управленческих решений по оценке рисков эксплуатации объектов инженерных коммуникаций, снижают роль субъективных факторов в оценках и практически исключают ошибки в оценке состояния системы инженерных коммуникаций, связанные с недостатком информации о степени опасности развития природных и природно-техногенных процессов.

При разработке CAD_Construction используются хорошо зарекомендовавшие себя программные комплексы настольного типа, работающие под управлением операционной системы Windows, в частности, система программирования Microsoft Visual FoxPro 9.0, обеспечивающая высокопроизводительную и эффективную обработку больших объемов данных. Наличие средств объектно-ориентированного проектирования и специализированного встроенного языка SQL обработки запросов к базам данных (в том числе и к распределенным) делают Visual FoxPro 9.0 мощным средством проектирования клиентских приложений в распределенных информационных системах. Дополнительные модули расширения позволяют использовать Visual FoxPro 9.0 в сочетании с технологией Microsoft.Net, например, при проектировании Web-приложений. При создании ИАС следует руководствоваться требованиями нормативно-технических документов на создание автоматизированных систем в информационной среде [6–9].

Литература:

1. Хренов Н.Н. Основы комплексной диагностики северных трубопроводов. Наземные исследования. — М.: Изд-во «Газоил пресс», 2005. — 608 с.
2. Колотилов Ю.В., Митрохин М.Ю., Короленок А.М. и др. Экспертная система мониторинга линейной части магистральных газопроводов. — М.: Изд-во «Известия», 2009. — 445 с.
3. Колотилов Ю.В., Митрохин М.Ю., Дзюев К.М. и др. Аналитическое планирование ремонта магистральных газопроводов в информационной среде. — М.: Изд-во «Известия», 2009. — 464 с.
4. Колотилов Ю.В., Митрохин М.Ю., Дзюев К.М. и др. Функционально-технологический мониторинг системы обслуживания и ремонта газопроводов. — М.: Изд-во «Известия», 2009. — 512 с.
5. Кузнецов П.А., Колотилов Ю.В., Лим В.Г. Информационно-вычислительные технологии в организационно-технологическом проектировании. — М.: Энергоатомиздат, 2002. — 450 с.
6. Гайдамакин Н.А. Автоматизированные информационные системы, базы и банки данных. — М.: Изд-во «Гелиос АРВ», 2002. — 368 с.
7. Гвоздева В.А., Лаврентьева И.Ю. Основы построения автоматизированных информационных систем. — М.: Изд-во «Инфра-М», 2007. — 320 с.
8. Душин В.К. Теоретические основы информационных процессов и систем. — М.: Изд-во «Дашков и Ко», 2003. — 348 с.
9. Фуфаев Д.Э., Фуфаев Э.В. Разработка и эксплуатация автоматизированных информационных систем. — М.: Изд-во «Академия», 2010. — 304 с.

Моделирование устойчивости участка магистрального газопровода в обводненной местности

Миклуш Александр Сергеевич, аспирант
ООО «ГазпромВНИИГАЗ» (г. Москва)

Арбузов Юрий Алексеевич, кандидат технических наук, главный инженер
ООО «Газпром трансгаз Нижний Новгород»

Белов Сергей Арсентьевич, аспирант;
Ридченко Александр Николаевич, аспирант
ООО «ГазпромВНИИГАЗ» (г. Москва)

Приводится математическая модель для расчета технологических параметров закрепления магистральных газопроводов на слабонесущих грунтах анкерными устройствами. Показано, что существенное влияние на критические значения продольных и поперечных нагрузок влияет не только общая удерживающая способность всех анкеров, но и их возможное различие в несущей способности. Предложена методика оценки влияния качества выполнения строительно-монтажных работ при закреплении анкеров на эксплуатационную надежность участка магистрального газопровода на слабонесущих грунтах.

Ключевые слова: магистральный газопровод; анкерное устройство; слабонесущий грунт; несущая способность; продольная и поперечная нагрузка.

Provides a mathematical model to calculate technological parameters of gas mains for fastening soft soil anchor devices. It is shown that a substantial impact on the critical values of longitudinal and transverse loads is influenced not only by the General uderživaûšivaûšaâ the ability of all the anchors, but also their possible difference in bearing ability. The technique of assessing the impact of the performance of civil and erection works when anchors on the operational reliability of the pipeline section on soft soil.

Keywords: gas pipeline; Anchorage device; slabonesušij primer; load capacity; longitudinal and transverse load.

Потеря устойчивости линейно-протяженного объекта, например, магистрального газопровода, проложенного на слабонесущих обводненных грунтах, может привести к нарушению проектной прочности объекта, требует значительных затрат на проведение ремонтных работ и возвращение объекта в проектное положение [1–4]. Качество выполнения работ по закреплению магистральных газопроводов находится в прямой зависимости от правильной разра-

ботки траншеи и укладки в нее газопровода. Кроме того, практика показывает, что потеря устойчивости газопровода может быть вызвана действующими на него нагрузками, которые обусловлены изменениями температуры и давления транспортируемого по нему продукта [5–9]. Воспользуемся основными положениями теории нечетких множеств [10] и разработаем алгоритм анализа устойчивости закрепленного анкерами линейно-протяженного объекта на слабонесущих обводненных грунтах.

Математическое моделирование действующих на газопровод продольных сил — это определение $\Delta t = |t_c - t|$ — положительного перепада температуры газа на данном участке магистрального газопровода (t_c — температура, при которой участок газопровода был зафиксирован на проектных отметках с помощью анкеров, t — температура транспортируемого газа) и p — давления газа на данном участке газопровода как треугольных нечетких чисел при помощи интервальной модели.

Газопровод представляется как элемент с внутренним давлением p , в котором имеются продольные напряжения $s_{пр}$ в стенках трубы, кольцевые (тангенциальные) напряжения $\sigma_{кц}$, определяемые как для безмоментной оболочки

$$\sigma_{кц} = [p \times D_{вн} / (2 \times \delta)]. \quad (1)$$

Влияние отброшенной части трубы заменяется усилием

$$p \times F_{вн} = 0,25 \times \pi \times p \times D_{вн}^2 = [p \times D_{вн} / (2 \times \delta)] \times [p \times D_{вн} \times \delta / 2] = 0,5 \times \sigma_{кц} \times F, \quad (2)$$

где $F_{вн}$ — площадь внутренней полости трубы; F — площадь поперечного сечения стенки трубы.

Для газопровода эквивалентным продольным усилием является равнодействующая усилия от внутреннего давления и усилия в стенке трубы N

$$S = p \times F_{вн} - N = 0,5 \times \sigma_{кц} \times F - \sigma_{пр} \times F. \quad (3)$$

Продольные напряжения $\sigma_{пр}$ определяются расчетом в соответствии с правилами строительной механики. Наибольшее напряжение в сечении в упругой стадии равно

$$\sigma_{пр} = \nu_0 \times \sigma_{кц} - \alpha_t \times E_0 \times \Delta t + 0,5 \times E_0 \times D_{н} / \rho, \quad (4)$$

где ν_0 — коэффициент Пуассона; α_t — коэффициент линейного расширения; Δt — температурный перепад; E_0 — модуль упругости; $D_{н}$ — наружный диаметр газопровода; ρ — радиус кривизны.

Формула справедлива и для упруго-пластических деформаций, если под модулем упругости E_0 понимать мгновенный модуль упругости для нелинейной диаграммы $\sigma_i - \epsilon_i$.

Если последним членом в формуле (4) можно пренебречь по сравнению с вкладом двух первых членов, то эквивалентное продольное осевое усилие в сечении газопровода S определяется по формуле

$$S = [(0,5 - \nu_0) \times p \times D_{вн} / \delta + \alpha_t \times E_0 \times \Delta t] \times F, \quad (5)$$

т. е. усилие будет зависеть от внутреннего давления p и температурного перепада Δt .

В дальнейшем можно отделить данные по летним перепадам и зимним перепадам, и представить их разными нечеткими величинами. Очевидно, летние перепады будут больше чем зимние, но в сочетании с давлением, которое зимой больше, чем летом, нельзя определенно сказать какой случай более опасен с точки зрения эксплуатационной надежности.

Для давления тоже пока не будем рассматривать сезонные колебания, а запишем функцию принадлежности для всего периода наблюдения T

$$\mu(p|T) = 1 - |p_0 - p| / \Pi_p, \text{ если } p_0 - \Pi_p \leq p \leq p_0 + \Pi_p; \quad (6)$$

$$\mu(p|T) = 0 \text{ в противном случае,} \quad (7)$$

где $p_0 = 0,5 \times (p_{\max} + p_{\min})$; $\Pi_p = p_{\max} - p_0$; $p_{\max} = \max\{p_1, p_2, \dots, p_n\}$; $p_{\min} = \min\{p_1, p_2, \dots, p_n\}$.

Пусть для Δt имеются ряд наблюдений, соответствующих максимальному положительному перепаду за период времени τ : $\Delta t_1, \Delta t_2, \dots, \Delta t_n$. Тогда считаем, что функция принадлежности для Δt отнесенная к временному интервалу $T = n \times \tau$ будет иметь следующий вид

$$\mu(\Delta t|T) = 1 - |\Delta t_0 - \Delta t| / \Pi_{\Delta t}, \text{ если } \Delta t_0 - \Pi_{\Delta t} \leq \Delta t \leq \Delta t_0 + \Pi_{\Delta t}; \quad (8)$$

$$\mu(\Delta t|T) = 0 \text{ в противном случае,} \quad (9)$$

где $\Delta t_0 = 0,5 \times (\Delta t_{\max} + \Delta t_{\min})$; $\Pi_{\Delta t} = \Delta t_{\max} - \Delta t_0$; $\Delta t_{\max} = \max\{\Delta t_1, \Delta t_2, \dots, \Delta t_n\}$; $\Delta t_{\min} = \min\{\Delta t_1, \Delta t_2, \dots, \Delta t_n\}$.

Функцию принадлежности эквивалентной продольной силы

$$S = A \times p + B \times \Delta t \quad (10)$$

находим, применяя принцип обобщения

$$\mu(S|T) = \max_S \{ \mu_p(p) \wedge \mu_{\Delta t}(\Delta t) \}, \quad (11)$$

где $A = (0,5 - v_0) \times F \times D_{\text{вн}} / \delta$, $B = \alpha_t \times E_0 \times F$.

Нетрудно показать, что если $\mu_p(p)$ и $\mu_{\Delta t}(\Delta t)$ — треугольные функции принадлежности, то и $\mu(S)$ тоже будет треугольной функцией принадлежности

$$\mu(S|T) = 1 - |S_0 - S| / P_S, \text{ если } S_0 - P_S \leq S \leq S_0 + P_S; \quad (12)$$

$$\mu(S|T) = 0 \text{ в противном случае,} \quad (13)$$

где $S_0 = A \times p_0 + B \times \Delta t_0$; $P_S = A \times P_p + B \times P_{\Delta t}$.

Отметим, что большему интервалу времени T соответствует более широкая функция принадлежности, так как при-
бавляются новые наблюдения и интервал наблюдаемых величин может только увеличиться или остаться таким же. Это
вполне согласуется с тем фактом, что возможность отказа за более длинный интервал времени увеличивается.

Литература:

1. Быков Л.И., Мустафин Ф.М., Рафиков С.К. и др. Типовые расчеты при сооружении и ремонте газонефтепроводов. — СПб.: Недра, 2006. — 824 с.
2. Колотиллов Ю.В., Митрохин М.Ю., Решетников А.Д. и др. Функционально-технологический мониторинг системы обслуживания и ремонта газопроводов. — М.: Изд-во «Известия», 2009. — 512 с.
3. Салюков В.В. Подготовка организационно-технологических решений капитального ремонта магистральных газопроводов. — М.: Стройиздат, 2007. — 408 с.
4. Халлыев Н.Х., Решетников А.Д., Будзуляк Б.В. и др. Капитальный ремонт линейной части магистральных газонефтепроводов. — М.: Изд-во «Макс Пресс», 2011. — 448 с.
5. Решетников А.Д. Технологические процессы строительства и капитального ремонта магистральных газопроводов в сложных природно-климатических условиях. — М.: СИП РИА, 2004. — 320 с.
6. СТО Газпром 2–2.3–231–2008. Правила производства работ при капитальном ремонте линейной части магистральных газопроводов ОАО «Газпром». — М.: ИРЦ Газпром, 2008. — 72 с.
7. Анохин Н.Н. Строительная механика в примерах и задачах. Статически неопределимые системы. — М.: Ассоциация строительных вузов (АСВ), часть 2, 2000. — 464 с.
8. ГОСТ 20522–96. Грунты. Методы статистической обработки результатов испытаний. — М.: Минстрой РФ, 1996. — 26 с.
9. Колотиллов Ю.В., Короленок А.М., Федоров Е.И. и др. Особенности эффективного использования анкерных устройств при сооружении магистральных газопроводов. — М.: Нефтяник, 1998. — 86 с.
10. Ягер Р. Нечеткие множества и теория возможностей. — М.: Радио и связь, 1986. — 408 с.

Алгоритм получения матрицы жесткости четырехугольного конечного элемента

Николаев Анатолий Петрович, доктор технических наук, профессор;
Сорокина Елена Ивановна, кандидат технических наук, доцент
Волгоградский государственный аграрный университет

В статье исследуются в трех вариантах алгоритмы получения матриц жесткости четырехугольного конечного элемента.

Ключевые слова: объемный конечный элемент, матрица жесткости, вектор узловых неизвестных.

Для расчета осесимметрично нагруженных тел вращения из несжимаемых материалов разработаны объемные конечные элементы с поперечным сечением в виде четырехугольника. Для выполнения численного интегрирования произвольный четырехугольник в системе координат z с узлами i, j, k, l отображался на квадрат с локальными координатами ξ, η , изменяющимися в пределах $-1 \leq \xi, \eta \leq 1$. Зависимость между координатами z и локальными координатами ξ, η определялась билинейными соотношениями

$$\mathbf{r} = \{f(\xi, \eta)\}^T \{\mathbf{r}_y\}; \mathbf{z} = \{f(\xi, \eta)\}^T \{\mathbf{z}_y\}, \quad (1)$$

где $\{\mathbf{r}_y\}^T, \{\mathbf{z}_y\}^T$ — матрицы-строки координат узлов четырехугольника.

Дифференцированием соотношений (1) определялись производные глобальных координат $\mathbf{r}_{,\xi}, \mathbf{r}_{,\eta}, \mathbf{z}_{,\xi}, \mathbf{z}_{,\eta}$ и локальных координат $\xi_{,r}, \eta_{,r}, \xi_{,z}, \eta_{,z}$ в глобальной системе координат.

Четырехугольный конечный элемент разрабатывался в трех вариантах.

1. Столбец узловых неизвестных содержит только перемещения и принимается в виде

$$\{\mathbf{w}_y\}^T = \{\mathbf{u}_y\}^T \{\mathbf{v}_y\}^T = \{\mathbf{u}^i \mathbf{u}^j \mathbf{u}^k \mathbf{u}^l \mathbf{v}^i \mathbf{v}^j \mathbf{v}^k \mathbf{v}^l\}; \quad (2)$$

где

$\mathbf{u}^m, \mathbf{v}^m$ — перемещения вдоль осей \mathbf{r} и \mathbf{z} соответственно в узловой точке m ($m = i, j, k$). Каждая составляющая перемещения внутренней точки конечного элемента аппроксимируется через узловые неизвестные билинейными зависимостями (1).

Вектор-столбец внутренней точки конечного элемента $\{\mathbf{w}\}^T = \{\mathbf{uv}\}^T$ определяется в матричном виде выражением

$$\{\mathbf{w}\} = [\mathbf{A}] \{\mathbf{w}_y\}, \quad (3)$$

где матрица $[\mathbf{A}]$ имеет вид

$$[\mathbf{A}]_{2 \times 8} = \begin{bmatrix} \{f(\xi, \eta)\}^T & \{\mathbf{0}\}^T \\ \{\mathbf{0}\}^T & \{f(\xi, \eta)\}^T \end{bmatrix}.$$

Деформации внутренней точки конечного элемента определяются матричным выражением

$$\{\boldsymbol{\varepsilon}\} = [\mathbf{D}] \{\mathbf{w}\} = [\mathbf{D}] [\mathbf{A}] \{\mathbf{w}_y\} = [\mathbf{B}] \{\mathbf{w}_y\}. \quad (4)$$

Гидростатическое давление σ_0 принимается постоянным по площади четырехугольника.

2. Во втором варианте конечного элемента в каждом его узле в качестве узловых неизвестных принимаются перемещения и их первые производные. Вектор узловых неизвестных в локальной системе координат имеет вид

$$\{\mathbf{w}_y^L\}^T = \{\{\mathbf{u}_y^L\}^T \{\mathbf{v}_y^L\}^T\}, \quad (5)$$

где

$$\{\mathbf{u}_y^L\}^T = \{\mathbf{u}^i \mathbf{u}^j \mathbf{u}^k \mathbf{u}^l \mathbf{u}_{,\xi}^i \mathbf{u}_{,\xi}^j \mathbf{u}_{,\xi}^k \mathbf{u}_{,\xi}^l \mathbf{u}_{,\eta}^i \mathbf{u}_{,\eta}^j \mathbf{u}_{,\eta}^k \mathbf{u}_{,\eta}^l\};$$

$$\{\mathbf{v}_y^L\}^T = \{\mathbf{v}^i \mathbf{v}^j \mathbf{v}^k \mathbf{v}^l \mathbf{v}_{,\xi}^i \mathbf{v}_{,\xi}^j \mathbf{v}_{,\xi}^k \mathbf{v}_{,\xi}^l \mathbf{v}_{,\eta}^i \mathbf{v}_{,\eta}^j \mathbf{v}_{,\eta}^k \mathbf{v}_{,\eta}^l\};$$

$\mathbf{u}_{,\xi}, \mathbf{u}_{,\eta}, \mathbf{v}_{,\xi}, \mathbf{v}_{,\eta}$ — производные радиального и осевого перемещений в локальной системе координат.

Перемещения внутренней точки конечного элемента определяются через векторы узловых перемещений в локальной системе координат соотношениями

$$\mathbf{u} = \{\varphi(\xi, \eta)\}^T \{\mathbf{u}_y^L\}; \mathbf{v} = \{\varphi(\xi, \eta)\}^T \{\mathbf{v}_y^L\}, \quad (6)$$

где компонентами матрицы $\{\varphi(\xi, \eta)\}^T$, содержащей функции формы, являются полиномы Эрмита третьей степени.

С использованием аппроксимирующих соотношений (6) формируется матричная зависимость (3) и (4).

Гидростатическое давление принимается постоянным по площади четырехугольника.

3. В третьем варианте конечного элемента перемещения аппроксимировались соотношениями второго варианта, а гидростатическое давление считалось изменяющимся в зависимости от узловых значений по билинейному закону

$$\sigma_0 = \{f(\xi, \eta)\}^T \{\sigma_{0y}\}, \quad (7)$$

где

$$\{\sigma_{0y}\} = \{\sigma_0^i \sigma_0^j \sigma_0^k \sigma_0^l\}.$$

Для получения матрицы жесткости и векторов узловых усилий дискретных элементов при действии сил, распределенных по объему, используется равенство работ внешних и внутренних сил на возможных перемещениях

$$\int_V \{\boldsymbol{\sigma}\}^T \{\boldsymbol{\varepsilon}\} dV = \int_S \{\mathbf{w}\}^T \{\mathbf{q}\} ds, \quad (8)$$

где

$dV = \mathbf{rd}\Theta\mathbf{drdz}$ — элементарный объем дискретного элемента;

$\{q\}^T = \{q_1 q_2\}$ – вектор-строка составляющих поверхности сил.

С использованием матричной зависимости

$$\{\varepsilon\} = [D] \{u\} \{\sigma\} = [G] \{\varepsilon\} + 3 \frac{\nu}{1+\nu} \{\sigma_0\} - S_1 \{\Delta t\}, \quad (9)$$

равенство (8) принимает вид

$$\int_S \{\varepsilon\}^T [G_i] \{\varepsilon\} r ds + 3 \frac{\nu}{1+\nu} \int_S \varepsilon_0 \sigma_0 r ds - S_2 \int_S \{\varepsilon\}^T \{\Delta t\} r ds - \int_S [A]^T \{q\} r ds = 0, \quad (10)$$

где

ds – элементарная площадка поперечного сечения элемента.

Объемная деформация ε_0 , входящая в (15), определяется выражением

$$\varepsilon_0 = \varepsilon_{rr} + \varepsilon_{\theta\theta} + \varepsilon_{zz} = \frac{\partial u}{\partial r} + \frac{1}{r} u + \frac{\partial v}{\partial z} = \{\varphi_0\}^T \{w_y\}. \quad (11)$$

Принимая во внимание (3), (4), (9), (10) и (11) выражение (12) представим в виде

$$\begin{aligned} & \{w_y\}^T \int_S [B]^T [G_i] [B] r ds \{w_y\} + 3 \frac{\nu}{1+\nu} \{w_y\}^T \int_S \{\varphi_0\} \{\varphi_0\}^T r ds \{\sigma_y\} - \\ & - S_2 \{w_y\}^T \int_S [B]^T \{\Delta t\} r ds - \{w_y\}^T \int_S [A]^T \{q\} r ds = 0 \end{aligned} \quad (13)$$

Выполняя минимизацию функционала (13) по компонентам вектора $\{w_y\}^T$ и по компонентам узловых неизвестных гидростатического давления $\{\sigma_{oy}\}^T$, получим систему уравнений

$$[k] \{w_y\} + [\beta] \{\sigma_{oy}\} = \{f_v\}; \quad (14)$$

$$[\beta] \{w_y\} = 0,$$

где

$$[k] = \int_S [B]^T [G_n] [B] r ds;$$

$$[\beta] = 3 \frac{\nu}{1+\nu} \int_S [\varphi_0] [\varphi_0]^T r ds;$$

$$\{f_v\} = \int_S [A]^T \{q\} r ds + S_2 \int_S [B]^T \{\Delta t\} r ds.$$

Систему (14) можно представить в традиционной конечно-элементной формулировке

$$[K^n] \{w_y^n\} = \{f^n\}, \quad (15)$$

где

$$[K^n] = \begin{bmatrix} [k] & \{\beta\} \\ \{\beta\}^T & [0] \end{bmatrix} - \text{модифицированная матрица жесткости конечного элемента};$$

$\{f^n\}^T = \{\{f_v\}^T \{0\}^T\}$ – вектор узловых сил конечного элемента.

$\{w_y^n\}^T = \{\{w_y\}^T \{\sigma_{oy}\}^T\}$ – вектор узловых неизвестных конечного элемента.

При получении матриц жесткости в первом и втором вариантах конечных элементов матрица $[\beta]$ соотношения (14) представляет собой столбец $\{\beta\}$.

Модифицированная матрица жесткости $[K^n]$ имеет размеры 9×9 – в первом варианте конечного элемента, 25×25 – во втором варианте и 28×28 – в третьем варианте.

В качестве примера определено напряженно-деформированное состояние защемленной по торцам цилиндрической оболочки, нагруженной внутренним давлением интенсивности $q = 60 \frac{\text{даН}}{\text{см}^2}$, при следующих исходных данных: внутренний

радиус $R=0,5$ м; толщина стенки оболочки $h=0,05$ м; модуль упругости материала $E = 2 \cdot 10^5 \frac{\partial aH}{\text{см}^2}$; коэффициент Пуассона $\nu = 0,5$, расчет выполнялся в трех вариантах.

В первом варианте использовался конечный элемент с узловыми неизвестными в виде радиального и осевого перемещения ν . Гидростатическое давление σ_0 принималось постоянным по площади четырехугольника.

Во втором варианте расчет выполнен с использованием конечного элемента, узловыми неизвестными которого являлись перемещения и их первые производные. Гидростатическое давление σ_0 принималось постоянным по площади сечения объемного конечного элемента.

В третьем варианте расчета использовался элемент с узловыми неизвестными в виде перемещений и их первых производных. Гидростатическое давление распределялось в поперечном сечении объемного конечного элемента по линейному закону.

Анализ результатов показал хорошую сходимость вычислительного процесса и совпадение результатов по вариантам.

Сравнительными расчетами установлено, что наилучшие результаты получаются при использовании конечного элемента с узловыми неизвестными в виде перемещений и их первых производных, а также гидростатических давлений (т.е. в третьем варианте).

Символические ворота в современном градостроительстве Ташкента

Султанова Дилшода Намозовна, кандидат архитектурных наук, доцент
Самаркандский государственный архитектурно-строительный институт

В статье изучены вопросы значимости возникновения 12 ворот, как одного из градостроительных элементов в города Ташкента. Автором также рассмотрены вопросы их расположения в прошлом, и на сегодняшний день. Анализируется зарубежный опыт. В прошлом ворота фортификационных сооружений в Средней Азии строились с соблюдением нескольких иных принципов чем триумфальные. Современные ворота по своему функциональному назначению имеют символический характер и сооружаются в виде арок-ворот, въездных и выездных знаков. По назначению их можно классифицировать на международные, государственные, городские, районные и махаллинские.

In this paper considers the problems of origins of 12 gates in the town planning of Uzbekistan (in exemplified by Tashkent city). Is modern symbolic gates with your functions symbolic character.

In the oriental architectural system of town planning, did not planning the triumphal gates. On the contrary, was built gates location with fortification walls.

Как известно, в формировании архитектурной композиции важное значение имеют «акцент» и «венчание». В средневековой архитектуре Средней Азии такую роль выполняли (в основном) порталы, купола, минареты, кайваны (центральный свес айванов-навесов), арки и своды, а иногда башни-минареты (доминанта) или же специальные художественно обработанные орнаментальные плоскости стен. В градостроительстве эти свойства выражались посредством взаимосвязанных доминирующих объёмов, как система оборонительных стен с крепостными воротами, образующими специфичный городской силуэт. Тем самым, такие вертикальные акценты, как крепостные ворота, купола порталы, минареты — являлись главным средством, определявшим архитектурно-художественное значение композиции.

Обычно ворота сооружались в зависимости от характера застройки городской крепости, в виде отдельностоящего, акцентирующего элемента. Они создавали непрерывность силуэта зданий в городской структуре. Иногда,

для выражения особых событий, арки строились отдельно как «триумфальные арки». Это, характерное больше для европейской архитектуры средство в XX веке широко распространилось в мире. К таким малоизученным граням монументального зодчества относится создание монументальных символических ворот городов.

Древнейший пример отдельностоящих вертикальных сооружений (в качестве акцента), можно наблюдать в мегарах, дольменах каменного века. «Порталообразные» акценты впоследствии формировались в опорно-балочных конструкциях кромлеха (Стоунхендж).

Однако, мемориальные (или триумфальные) арки ранней Римской республики известны только по письменным источникам; в конце существования республики их перестали строить. При императоре Августе строительство арок возобновлено, что указывает на использование архитектурного типа далёкого прошлого для выражения новых идей. Эти арки воздвигались в память о триумфах полководцев или императоров. Все мемориальные арки

чрезвычайно разнообразны по своей композиции, и ведущим элементом в них, почти неизменно, является покрытый аркой большой проезд в сочетании с ордером. В качестве примеров можно привести арки в Аосте и в Вероне, арки Тита и арки Трояна в Анконе, арку Константина в Риме [1, стр.218]. Из ворот, чисто утилитарных сооружений, ещё в древней Греции начали строить ворота отмечающие триумф олимпийцев. У эллинов ворота были самым уязвимым местом в градостроительстве. Во время проведения олимпиады в Афине, специально для победителя разбили стену и создавали триумфальные ворота, которые торжественно повстречали победителя в олимпиаде. В соответствии с определением толкового словаря, арка — это мемориальное или триумфальное временное или постоянное сооружение, возведенное в честь какого либо события или лица. Строились отдельно стоящие ворота с одним, двумя или тремя арочными пролётами; иногда, — с двумя взаимно перпендикулярными проездами (тетрапилон). Прелесть арки заключается в её стройности и строгой простоте. А иногда, наоборот, — в её помпезности.

В Китае, Японии, Корее, в Юго-восточной Азии появляются арки как декоративные архитектурные элементы. Так как, в архитектуре феодального общества Китая имелись почётные ворота — «Пай-лоу» свободно стоящие на улицах городов, а также украшающие священные места, такие как храмы или погребения (ворота Гуфу) [1, стр. 340]. Ворота являются наиболее характерным видом традиционной китайской декоративной архитектуры, и встречаются такие их виды как деревянные и каменные. Эти традиции получили широкое применение в Китайском и Японском садово-парковом искусстве. Очень характерны каменные ворота — ступы в Санчи (Индия), наглядно демонстрирующие перенос форм деревянного зодчества в каменное. Захириддин Мухаммад Бобур так описывает Хотийпульские ворота Гувалёра близ Агры: «При выходе из ворот нарисовано изображение одного слона. По этой причине, выражение «Хотийпул» (хотий-слон, пул-ворота) означает в переводе — слоновые ворота» [7, стр. 20].

В связи с тем, что в Восточной архитектуре не встречаются символические ворота, их прототипы можем искать в воротах древних городов и дворцов. К примеру, ворота храма в Карнаке (4 в. до н.э.), Иштарские ворота в Вавилоне (5в. н.э.) и т.п. В Средней Азии ворота фортификационных сооружений строились монументально, но они функционально и художественно были иного характера, чем «триумфальные». В истории Средней Азии триумфальные арки не известны, хотя в средневековых письменных источниках встречается понятие «Зафар токи», что в переводе означает «триумфальная арка». Город Самарканд, — ровесник Вавилона, Рима, Афин. Одним из наиболее ранних упоминаний о Самарканде относится к 4-веку до нашей эры. Тогда город был известен под именем Мароканда, и имел мощные оборонительные стены протяжённостью порядка 10,5 км. Афрасиабские ворота были более 10. Первые сведения о городских воротах доислам-

ского периода города Самарканда можно узнать из произведений Ибна Ал-Факиха (IX—X в.в.).

В раннее средневековье в Самарканде имелось 4 ворот, а в средние века, город уже имел 6 ворот, такие как — Оханин, Феруза, Коризгох, Хужа Ахрор, Чорсу, Пойкабок. Эти городские ворота были массивными сооружениями, и художественно оформлены искусными мастерами-резчиками как первостепенный объект. С обеих боковых сторон ворота фланкировались плотными сужающимися кверху минаретами. Кроме Самарканда, имелись древние ворота построенные в средневековье существовали и в таких крупных городах как Бухара [6], Ташкент, Андижан [3], Кеш [2], Карши [4]. Вместе с тем, к середине IX века Бухара территориально сильно выросла и образовалась новая структурная часть города — рабад, включившая в свою территорию арк и шахристан. В 849—950 годы рабад был обнесён внешней стеной, имевшей 11 ворот. Эти ворота соединяли Шахристан и его центр Чорсу, с площадью Регистан системой улиц, которые проходили через центры гузаров ремесленников. В средневековье, например, ворота бухарского Арка тоже имели символические значения. Средневековые ворота Хивы, особенно (несколько декоративного характера) ворота Кошдарвоза, придают памятникам города дополнительный колорит. Они упорядочивают силуэт застройки.

Большая часть базара Ташкента располагалась тысячу лет назад во внутреннем пригороде. Он был окружён стеной, в которой, по одним данным, было устроено 8, а по другим, — 10 ворот. Были известны следующие названия ворот в стенах внутреннего рабада: Хамдин (Хамдуны или Ахмада); Железные (Аханин или Худид); Эмира; Фархан (Ферганские); Суркедэ, Керманж (или Кармабадж); улицы Сахла, Рашиджак; улицы Хакана; замка дихкана (Каср-ул дихкан или Кушки-дихкан). Протяжение этой стены точно не установлено, но 2 ворот находились у недавних кладбищ Шейхантаури Ходжа ва Ходжа. Внешний пригород был окружён особой стеной, в которой арабские географы упоминают о 7 воротах: Фарагкетских (восточных); Хаскет (переправы Хас на Сыр-Дарье); Секендиджак; Железных, Бакердиджак; Секрек; Саграбад. Территория пригорода была застроена меньше и включала немало фруктовых садов.

Археологические наблюдения 50-х годов прошлого столетия (по М.Е. Массону, [10, с. 106] показали, что прежний Шахристан в первой половине 13 века некоторое время находился в запустении. Именно это, позднее, облегчило его внутреннюю перепланировку, выразившуюся в изменении направления одной из его главных уличных магистралей, и в перенесении к северу городских ворот его восточного фасада. В 15 веке Ташкент имел цитадель, и кроме того, был окружён крепостной стеной с несколькими воротами. В течении 16 столетия Ташкент имел примерно такие же размеры, как и в 15 в. В его городской стене, на которой в разных местах были установлены тогда орудия метательной артиллерии (сангандоз, т. е. камнемётные), имелось несколько ворот: Паркентские,

Самаркандские, Кукчинские, Шавли и другие. Ворота эти, между прочим, служили местом, где выставляли напоказ головы убитых врагов. В конце 16 века упоминаются ещё Регистанские, или Новые ворота.

В 1740 г жизнь в городе сосредоточивалась преимущественно в центральной части, именовавшейся «старым Ташкентом», где за шестью воротами в тесноте размещались базары и большая часть жилых построек. В старой, окружавшей пригородные кварталы стене, действовало 8 ворот, часть которых была сложена из кирпича, а часть, была выполнена из дерева. С 18 века Ташкент известен как город, состоящий из 4-х частей: Шейхантаур, Сибзар, Кукча и Бешагач, то есть «Чорхаким».

Комплекс памятников в юго-западной части средневекового Шахристана (Соборная мечеть Ходжа-Ахрара, Джума-мечать, Медресе Кукельдаш) находился вблизи западных ворот бывшего Шахристана, или внутреннего города, который с запада на восток прорезала большая улица. В одном конце, она упиралась в ворота Абул-Аббаса, а в другом — в ворота Джунеида, названные по имени 2-х арабских наместников Хорасана 8 века. Улица эта по

направлению совпадала с современной улицей Вилоят, но шла несколько южнее её, так что восточные ворота шахристана располагались южнее современного национального театра драмы. Ворота южной стены шахристана, именовавшиеся Кешскими, находились у современного крутого спуска в середине Каляндарханинской улицы.

В научных исследованиях, посвященных вопросам символических ворот исторических городов Узбекистана, важное место занимает проблема развития старгородской зоны. Однако, до сих пор в них освещались преимущественно вопросы исторического характера, а проблема обновления территорий отдельных памятников архитектуры и, особенно, методы создания акцентов, остаются малоизученными. Художественная палитра застройки современного города составляет одну из важных особенностей его формирования. Основу этих особенностей составляет пластика монументальной архитектуры. Традиционный старгородской каркас, начавшийся с городских ворот, проходил через уличную застройку, разветвляясь по внутриквартальным пространствам и упирался в торговые сооружения, расположенные на перекрестках.



Рис. 1.



Рис. 2. Въездной знак города Ташкента с монументальной композицией (ныне находится у въезда в город Ташкент).

Исследования автора показывают, что основным недостатком в практике отечественного реконструктивного градостроительства 2-половины XX века, явился методологический подход, обусловивший переход к новым принципам индустриализации градостроительства, исключая при этом традиционализм. Авторитарный метод правления страной в XX веке насаждал принципы декларирования программы развития из центра. Непревзойденным примером этой практики были СНиПы и другие нормативно-указательные документы, во многом не учитывавшие традиции и другие региональные условия.

При этом архитектура и архитектурное творчество стали полностью зависимыми от отсталой от времени строительной техники и технологии. Это породило тенденцию слепого подражательства образцам архитектурных достижений центральных городов бывшего Союза, а через них, — и образцам Европейской культуры, в ущерб региональным традициям. Это можно увидеть в сооружениях въездных знаков и символических арках городов и других населенных территорий. Однако полностью игнорируются вопросы сохранения исторической среды.

В последние годы, в республиках Центральной Азии, в связи с вступлением на независимый путь развития, неизмеримо возрос интерес к народному наследию, в котором одно из ведущих мест по праву занимает монументальное зодчество. Ибо, зодчество Центральной Азии богато выдающимися, глубоко своеобразными произведениями, представляющими большую ценность в архитектурно-планировочном, художественном и конструктивном отношениях, воплотившими в себе народные традиции. В современной архитектуре наблюдается тенденция возведения таких символических форм, как чисто декоративных порталов куполов, арок и минаретов. Особенно широко распространяются в последние годы символические ворота. Их можно встретить между границами сопредельных территорий (например, ворота на границе Ташкентской и Чимкентской областей, между Самаркандской и Туркменистанской границей, Талимаржон), между вилоятами (например, между Самаркандским и Кашкадарьинским вилоятами), у въездов в города (например, въезд в Бухару, Ургут и др.), и перед отдельными населёнными пунктами, хозяйствами, крупными предприятиями, и даже махаллями (например, махалля — Самарканд дарвоза в Ташкенте) (рис. 5). В связи с этим встает вопрос об исследовании художественной направленности этого течения.

Строительные материалы используемые при строительстве ворот как всегда из жжёный кирпич. Применяются также и современные материалы АКФА. По назначению, сегодняшние ворота выполняют роль не оборонительного сооружения, а чисто символического знака и триумфа (независимости). Так как, основное назначение этих ворот в современной архитектуре диктует первичность «художественного средства», ворота в городах не повторяют друг-друга архитектурным решением. Они должны акцентировать на «историчность» и «феноменальность» каждого города. Большие арки перед гуза-

рами махаллей словно напоминают: родина имеет пороги и город не без ворот.

Как известно, в средневековом градостроительстве особое внимание уделялось строительству оборонительных стен и ворот. «Дарбаза» — так назывались главные ворота городов Востока. В архивах имеются документы, о строительстве ворот города Ташкента начиная с 1282 года по хиджри. Они, по своему назначению, были главного и второстепенного значения. Строительство их велось под руководством градоначальников. Над возведением этих фортификационных сооружений трудились местные мастера-архитекторы — кузнецы-литейщики, резчики по дереву, граверы, каменщики, рядовые строители.

К середине 19 века в городе насчитывалось свыше 60 000 жителей. Его новая, отстроенная Беклярбеком внешняя стена с 12 воротами и двумя проходами, имела в окружности до 14 км. Ворота были следующие: Лябзак, Тахтапуль, Карасарай, Сагбан, Чигатой, Кукча, Самарканд, Камолон, Бешагач, Коймак, Коканд и Кошгар. Известно, что в 10 веке город Ташкент окружала стена с 12 воротами: на юго-востоке — Камолон, Беш-Огоч; на северо-востоке — Лабзак и Кашгар; в восточном направлении — Коканд, Камыш; в южном — Самарканд, Тахтапул, Ходжа куча; в западном — Кукча и Чигатой, Сагбан и Карасарой и т.д. Город в то время имел площадь 30 км. Ворота стали художественным символами архитектурными памятниками того времени. Многие из отмеченных их названий употребляются и теперь для обозначения тех пунктов, где некогда находились ворота. Директор центрального архива столицы А. Махкамов утверждает, что все эти ворота имели свою историю и хранителей серебряных и позолоченных ключей от них. Долгое время эти именные ключи, вывезенные завоевателем генерал-майором Черняевым, хранились в музее Петербурга и лишь в 1933 году были возвращены на родину [8, с. 3].

Исследования автора показывают, что в архитектуре символических ворот имеются свои особенности. Поэтому, важной задачей становится исследование вопросов взаиморасположения ворот по отношению к застройке, состав групп помещений, размерность, масштаб, особенности применения материалов и ряд вопросов объёмно-пространственного характера. В перспективе намечается восстановление ворот «Самарканд дарвоза» как одно из символических ворот города Ташкента. Недавно в Бухаре восстановили 4 исторических средневековых ворот. Видимо, нужно поставить вопрос о восстановлении некоторых средневековых ворот Ташкента, Самарканда, Шахрисабза и других исторических городов.

Наша столица сегодня расширяется день за днём. Значительно возрос и международный престиж столицы Узбекистана. Её по праву называют «воротами Востока». В столице создано несколько символов. На сегодняшний день они взаимогармонизованы. По этому, на площади Независимости установлено Арка добрых и благородных устремлений. Протяжённость её составляет 150 метров; 16 колонн отделаны белым мрамором. Над куполом фо-



Рис. 3. Проекты-предложения современных символических въездных знаков г. Самарканда (работы студентов СамГАСИ)

рума «Узбекистан» созвучно журавлям ворот, установлена три танцующихся белых журавлей. Грандиозное строительство и благоустройство придают иной облик нашей столице, но и по восточным традициям народов Узбекистана продолжается строительство символических арок и въездных-выездных знаков.

На сегодняшний день ворота перестали быть градообразующим элементом, а скорее всего это дело нашей национальной идеологии. Вот уже больше 10 лет, художники Ташкента Любовь Тиора и Юрий Тиора работают над проектом конкурса на лучшее предложение по 12 воротам Ташкента. Известно, что территория древнего Ташкента окружала крепостная стена с въездными воротами. Основными из них были 12 ворот-дарбаза, начиная с севера по часовой стрелке в следующем порядке: Корсарой, Тахтапул, Лабзак, Кашгар, Кокандские, Коймас, Бешагач, Камолон, Самарканд, Кукча, Чигатай, Сагбан [13, с. 8]. После рассмотрения проектных предложений было решено не торопиться с их воплощением и обстоятельно обсудить эту тему. Художники Тиоры предлагают всем воротам придать архитектурный облик и мотивы 12 основных древних очагов культуры (восточноазиатская, африканская, кавказская, восточноевропейская и другие цивилизации). В дальнейшем можно будет построить 12 миниатюрных объектов архитектуры на столицу. Знакомство с трудами Президента как книгой «Идея национальной независимости: основные понятия и принципы», эпитет «Не построив новый дом — не разрушай старого» подвигло авторов к расширенному осмыслению статуса вышесказанного проекта.

Этот проект включает в себя этнографические и архитектурные строения, туристические и храмовые комплексы, которые будут созданы на территории Ташкента. Ташкент выбран не случайно, ведь именно он являлся и по сей день является историческим перекрёстком цивилизаций Запада и Востока, пересечением торговых путей и культурных традиций. И любопытно, что из всех столиц разных стран это количество ворот характерно только для Ташкента.

Рядом с каждым воротами планируется установить бронзовые скульптуры прославленных ташкентских мастеров разных времён и ремёсел в процессе их работы. По проекту предполагается для каждого из 12 ворот с боковых сторон возвести небольшие участки городских стен (10–12 метров). В них ниши с экспонатами. Возле каждого ворот можно будет проводить любые мероприятия, состязания и фестивали [11, с. 4].

Это не только символика 12 звёзд на государственном флаге Узбекистана, 12 районов столицы и 12 областей страны [14, с. 4]. Предлагается авторами создать этот грандиозный проект на пустыре на проспекте Навои — миниатюрный древний, средневековый городок из глинобитных построек, в точности переложив на эту территорию места бывших поселений и городищ Ташкента, соблюдая их масштабы.

Одним словом, главная идея архитекторов и художников-дизайнеров — представить Ташкент как один из центров мировых культурных цивилизаций, что даёт импульс ускорению развития архитектурного туризма в столице будущем.

Литература:

1. Всеобщая История Архитектуры (под редакцией Михайлова Б.П.) том-1. М., 1958. 218–340 с.
2. Грасетти К. Путеводитель. Рим и Ватикан. Рим, 1996.
3. Бартольд В.В. Истории культурной жизни Туркестана. 1963.

4. Маньковская Л.Ю. Типологические основы зодчества Средней Азии (IX-XX вв.). Т.: «Фан», 1994.
5. Ахмедов М.К. Самарканд шахрининг урта асрлар калъа деворлари ва дарвозалари хақида. «Меъморчилик ва қурилиш муаммолари» (Илмий-техник журнал). Самарканд. СамДАКИ, 2003, 3–4 сон.
6. Мукимов Р.С., Мамажонов С.М. Зодчество Таджикистана. Д.90.16.
7. Хасанов Х. Бобир сайёҳ ва табиатшунос. Т.: «Ўзбекистон», 1983. 20-бет.
8. Махкамов А. 12 ворот древнего города. / Вечерний Ташкент, 10.07.2008, с. 3.
9. Алимова Д.А. Филанович М.И. История Ташкента (с древнейших времён до наших дней). Т. — 2007.
10. Массон М.Е. Прошлое Ташкента (археолого-топографический и историко-архитектурный очерк). 1954, №2, 105–122 с.
11. Полянская Н. Мы входим в древний город по имени.. Ташкент / «Правда Востока» 26 ноября, 2004 года. 4.с.
12. Серых И. Кольцо вечности / «Народное слово» 28 октября, 2003 г.
13. Тиора Ю., Тиора Л. Ташкент — камень мира / ZOOM Т.-2009, №3. — 8–10 с.

11. ОБЩИЕ ВОПРОСЫ ТЕХНИЧЕСКИХ НАУК

Технологические аспекты повышения эффективности сельскохозяйственных опрыскивателей

Герасименко Игорь Владимирович, кандидат технических наук, старший преподаватель;

Шошин Антон Анатольевич, преподаватель

Оренбургский государственный аграрный университет

Развитие сельскохозяйственного производства в настоящее время, безусловно, является одним из ключевых моментов совершенствования всего агропромышленного комплекса нашей страны. Рост урожайности сельскохозяйственных культур во многом зависит от совершенствования технологии механизированных работ. Очевидно, что критериями эффективности при этом являются: снижение энерго- и ресурсоемкости производственных процессов и повышение производительности машин. При этом, говоря о производительности сельскохозяйственной техники, следует учитывать, что сокращение времени на проведение конкретных технологических операций в полеводстве, не должно противоречить агротехническим требованиям. Иными словами — качество полевых работ должно соответствовать общепринятой культуре земледелия.

В структуре комплексной системы защиты растений особая роль по праву отводится химическому методу и в частности — опрыскиванию. Урожайность напрямую будет зависеть от степени подверженности культуры вредителям и болезням, поэтому необходимо обеспечить эффективные мероприятия по борьбе с вредителями и возбудителями заболеваний, а также сорной растительностью.

Эффективность работы опрыскивателей в первую очередь определяется качеством проводимых операций. Однако следует учитывать тот факт, что дать визуальную оценку обработанной при опрыскивании поверхности на практике достаточно сложно в отличие, например от почвенной обработки или уборочных мероприятий. Качество опрыскивания в данном случае определяют путем выявления биологической эффективности обработки, как суммарного действия препарата при заданном технологическом режиме.

Говоря о технологической настройке опрыскивателей, следует сказать, что на установочные параметры (давление в секции, высота установки штанги) будут влиять как агробиологические особенности культуры, так и направленность препаратов (гербициды, фунгициды, инсектициды и др.). Кроме этого, препарат может быть как системного действия, характеризуемый проникающей способностью, так и контактного действия, для

которого важна равномерность внесения. От этого в значительной степени будет зависеть подбор типа распылителей (форсунок). Широкий спектр сменных распылителей (Arag, Lechler, Lurmark, TeeJet и др.), предлагаемый сельхозпроизводителям, позволяет в соответствии с заданным расходом рабочей жидкости и направленно-стью препарата определиться с выбором при технологической оснастке опрыскивателя. В настоящее время на практике, применительно к штанговым опрыскивателям, в зависимости от нормы расхода рабочей жидкости в основном применяется полнообъемное опрыскивание (в среднем 150...600 л/га), хотя встречается и малообъемное опрыскивание (10...50 л/га). Норма внесения в конечном случае обусловлена рекомендациями конкретного изготовителя пестицида. Однако не стоит упускать из виду тот факт, что норма внесения должна быть согласована с рабочей скоростью опрыскивателя и давлением в системе. Увеличение скорости движения, как правило, приводит к снижению фактической нормы внесения, а давление напрямую связано с размерными характеристиками капель факела распыла рабочей жидкости.

В соответствии с ГОСТ 21507–81 [1] опрыскивание растений пестицидом подразделяется на:

- крупнокапельное — опрыскивание растений пестицидом, при котором не менее 80 % жидкости разбрызгивается в виде капель, размером не менее 150 мкм.
- мелкокапельное — опрыскивание растений пестицидом, при котором не менее 80 % жидкости разбрызгивается в виде капель размером от 50 до 150 мкм.
- высокодисперсное (аэрозольное) — опрыскивание растений пестицидом путем разбрызгивания капель, размером от 25 до 50 мкм.

Отдельно выделяют также ультрамалообъемное опрыскивание — нанесение жидкого пестицида без разбавления в тонкодисперсном состоянии на обрабатываемую поверхность до 5 л/га [1].

При этом следует учитывать относительный характер размерных величин капель, поскольку на выходе из распылителя факел будет характеризоваться различной степенью полидисперсности распыла [2]. В соответствии с ГОСТ Р 53053–2008 [3] принято деление капель на сле-

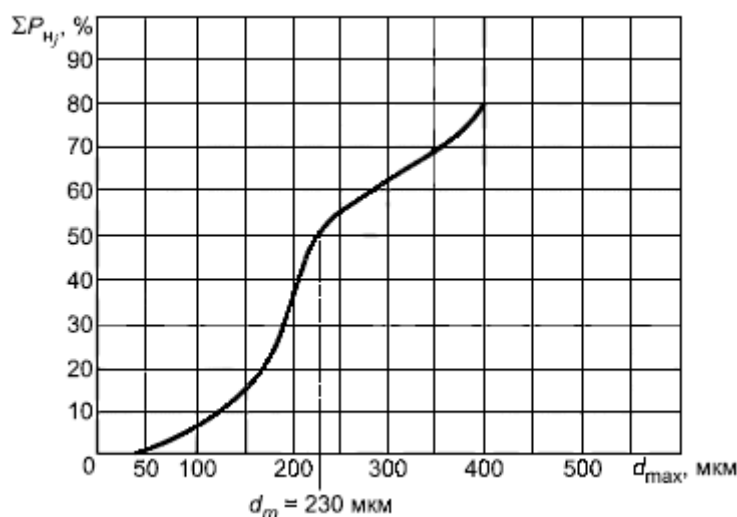


Рис. 1. Интегральная кривая распределения капель по объему

дующие размерные группы: условно мелкие — до 150 мкм; средние — от 150 до 300 мкм; крупные — свыше 300 мкм. Но фактически за основу определения размерных характеристик распыления, как одного из показателей качества выполнения технологического процесса принимается средневзвешенное значение медианно-массового диаметра осевших капель. Величина медианно-массового диаметра определяется массовой долей капель в 50 % рабочей жидкости (разделяет общую совокупность на две равные части, на каждую из которых приходится половина массы распыленной жидкости).

На практике, для оценки и определения качественных показателей опрыскивания проводятся лабораторно-полевые испытания, регламентированные в соответствии с установленными техническими требованиями. По результатам проведения таких испытаний, в частности строятся интегральные кривые распределения капель по объему [3]. По оси абсцисс откладывают максимальные значения диаметров капель каждого класса в микрометрах. По оси ординат откладывают накопленные значения массовой доли жидкости P_{Hj} , соответствующие каждому классу размеров капель (рис. 1).

Анализируя кривую распределения капель, представленную на рис. 1, можно сделать вывод о её принадлежности к крупнокапельному опрыскиванию со значением медианно-массового диаметра $d_m = 230$ мкм. При этом размерный интервал значений колеблется в широких пределах (в среднем от 50 до 400 мкм). В ходе проведения опрыскивания в реальных полевых условиях этот разброс может оказаться ещё большим.

Повышение давления в системе опрыскивателя, независимо от типов применяемых распылителей приводит к увеличению в составе факела распыления капель со значением размера меньше медианно-массового диаметра. Снижение давления имеет противоположный эффект. В спецификациях и расчетных таблицах, предлагаемых к комплектам распылителей, приводятся, как правило,

только рекомендуемые диапазоны рабочих давлений, при этом далеко не всегда учитываются внешние факторы, оказывающие непосредственное влияние на характер распределения рабочей жидкости на объекте обработки. К таким факторам следует отнести условия окружающей среды: климатическую зону, температуру, относительную влажность, время суток, скорость ветра и т.д. Несмотря на довольно жесткие агротехнические требования, предъявляемые к опрыскиванию, допустимая неравномерность распределения рабочей жидкости достаточно велика — до 30 % по ширине захвата и до 25 % по длине гона [4]. Выполнять опрыскивание рекомендуется в ранние утренние часы, при скорости ветра не более 5 м/с и температуре не выше 23°C. Однако даже легкие боковые или фронтальные потоки воздуха способны уносить за пределы обрабатываемой зоны мелкие капельные фракции (50...150 мкм). К тому же капли такого размера (не говоря уже о высокодисперсном распыле) в значительной степени подвержены испарению, которое увеличивается в течение обработки по мере снижения относительной влажности. Превышение в спектре крупных капель, хотя и снижает возможный процент испарившихся капель и капель, подвергаемых сносу, также имеет отрицательную сторону — они просто могут не удержаться на поверхности растений и будут в большей степени попадать на поверхность почвы. Очевидно, что смещение процентного содержания капель в сторону увеличения их количества как большего, так и меньшего размера по сравнению с установленным медианно-массовым диаметром с точки зрения качественных характеристик процесса опрыскивания — нежелательно. Поэтому на практике рекомендуется строго придерживаться рекомендуемых диапазонов давлений и расходных характеристик, по возможности избегая граничных положений интервалов.

Довольно значимая роль в технологической настройке опрыскивателя отводится выбору и установке насоса и гидроарматуры. Мощности насоса должно хватать как на ра-

боту с распылителями широкого диапазона давлений, так и на работу гидромешалки для поддержания фактической концентрации приготовленных жидкостей в баке опрыскивателя. Кроме того, высокая производительность насоса положительно сказывается на времени заправки опрыскивателя. В настоящее время широкое распространение получили насосы диафрагменно-поршневого типа (Annovi Reverberi, Bertolini, Imovili pomp и др.), развивающие давление в среднем интервале 2,0...3,0 МПа. Такие насосы устойчивы к воздействию агрессивных жидкостей, поскольку их контакт с металлическими деталями предотвращает мембрана, жестко связанная с поршнем насоса. Для увеличения срока эксплуатации и поддержания работоспособного состояния насоса рекомендуется своевременно проводить техническое обслуживание, проверять уровень и производить замену масла. Не стоит забывать также и о промывке распределительной системы и в особенности распылителей, в значительной степени подверженных износу, забивающихся в случае неудовлетворительной работы системы фильтрации, а также повреждаемых в случае неправильного технического обслуживания.

Говоря о конструктивных особенностях современных опрыскивателей, следует отметить, что работы по совершенствованию технической оснастки опрыскивателей ведутся достаточно давно. В настоящее время на практике применяется достаточно большое количество вспомогательных систем опционального назначения, позволяющих снизить процент непроизводительных потерь рабочей жидкости. К ним можно отнести системы гидравлической и пневматической стабилизации рабочей штанги, позволяющие уменьшить колебания в вертикальной плоскости за счет демпфирования отклонения при копировании почвенного рельефа. Всё большее применение находят системы дифференцированного внесения рабочей жидкости, в совокупности с бортовым компьютером, позволяющие поддерживать постоянство расхода рабочей жидкости, или же при необходимости изменять расходные характеристики для каждой секции в отдельности. В первую очередь такие системы предпочтительны для участков рабочей зоны с характерной переменной нормой внесения. Работа этих систем, как правило, согласована с картами урожайности и привязана к системе глобального позиционирования.

С целью снижения потерь рабочей жидкости на снос и испарение, многие производители комплектующих опрыскивающей техники предлагают различные варианты так называемых инжекторных распылителей (TeeJet — серия «AI», Lechler — серия «ID», Lugmark — серия «DB» и др.). Принцип действия подобных распылителей заключается в следующем. При прохождении рабочей жидкости по каналу распылителя создается разрежение, за счет которого осуществляется всасывание воздуха. В камере смешивания происходит интенсивный процесс насыщения рабочей жидкости воздушными пузырьками, при этом на выходе из распылителя образуются капли более крупных размеров (в сравнении с обычными щелевыми распылителями), гораздо менее подверженные сносу [5]. Попадая на

растения, такие капли разбиваются на множество мелких капель, растекаясь по поверхности. Однако эффективная работа, таких распылителей в большей степени зависит от поддержания высокого давления в системе (0,5...1,0 МПа), а попаданию крупных капель в почву фактически ничего не препятствует.

Достаточно функциональным представляется конструктивное решение в виде технологической оснастки опрыскивателя «воздушным рукавом» для принудительного нагнетания распыленной рабочей жидкости в контактную зону опрыскивания. Воздушный поток, образованный в рукаве, закрепленном над штангой опрыскивателя, проходя сквозь толщу растений, отражается от почвы и подхватывает оседающие на неё капли, направляя их на нижнюю часть листьев растений. Кроме этого воздушный поток отсекает фронт распыленной жидкости, препятствуя её удалению за пределы обрабатываемой зоны воздушными массами и испарению. Однако данные опрыскиватели также имеют ряд недостатков. Во-первых, их конструкция более энергоемкая, по сравнению с обычными штанговыми опрыскивателями. Во-вторых, рабочая жидкость, попадая на поверхность почвы, может смешиваться с её частицами, а эффективность таких капель при попадании на растения может снизиться. Также, повышенного внимания при эксплуатации требует воздушный рукав, который может быть поврежден при переводе штанги в транспортное положение или в результате другого механического воздействия.

Еще одним способом снижения сноса и уменьшения потерь рабочей жидкости при испарении является включение в технологическую систему опрыскивателя средств электростатической подзарядки. В этом случае осаждение пестицида на обрабатываемые растения, происходит в первую очередь за счет сил электрического притяжения. Применяются такие схемы в основном в вентиляторных опрыскивателях, аэрозольных генераторах, при обработке садовых и лесных насаждений, а также кустарников. Наибольшую эффективность такие машины имеют при использовании препаратов системного действия, однако при обработке полевых культур данный способ не нашел широкого применения ввиду технической сложности и повышенной энергоемкости.

Несмотря на обилие конструктивных решений повышения качества обработки и снижения потерь при опрыскивании, вопросы повышения эффективности сельскохозяйственных опрыскивателей не теряют своей актуальности. Решающее значение при этом имеют следующие факторы:

- современная надежная техническая оснастка опрыскивающей техники;
- грамотная эксплуатация всех функциональных систем опрыскивателя;
- строгое соблюдение рекомендаций от изготовителей пестицидов;
- технологическая настройка опрыскивателя с учетом факторов окружающей среды;

— обоснованное применение технических решений, снижающих производственные потери рабочей жидкости.

Основное направление совершенствования процесса внесения рабочей жидкости при опрыскивании, должно

заключаться в разработке таких технологических способов, которые в значительной степени будут снижать полидисперсность в заданном диапазоне размеров капельных фракций, и при этом уменьшать возможность попадания пестицидов за пределы обрабатываемого участка.

Литература:

1. ГОСТ 21507–81 Защита растений. Термины и определения.
2. Веретенников Ю.М. Распыляй и властвуй / Веретенников Ю.М., Паремский И.Я., Овсянкина А.В. [Электронный ресурс]. URL: http://www.ng.ru/science/2009-06-10/13_watering.html
3. ГОСТ Р 53053–2008 Машины для защиты растений. Опрыскиватели. Методы испытаний.
4. Халанский, В.М. Сельскохозяйственные машины / В.М. Халанский, И.В. Горбачев. М.: КолосС, 2004. — 624 с.
5. Lechler GmbH. Распылители для сельского хозяйства / Каталог L 2010, [Электронный ресурс]. URL: www.lechler-forsunki.ru

Методика определения основных конструктивно-геометрических параметров имитаторов сосков станда для испытания доильных аппаратов

Герасименко Игорь Владимирович, кандидат технических наук, старший преподаватель
Оренбургский государственный аграрный университет

Статья посвящена разработке методики расчёта конструктивно-геометрических и технологических параметров искусственных сосков станда для испытания доильных аппаратов. Предлагаемый нами искусственный сосок выполнен цельнометаллическим со съёмными насадками, такая конструкция позволяет адекватно имитировать все необходимые анатомические и физиологические параметры.

В молочном животноводстве особое место занимает машинное доение коров, как наиболее трудоемкий и ответственный процесс, требующий не только возобновления бездефицитного производства доильной техники, но и обеспечения технического перехода на качественно новый, более совершенный технологический уровень.

С этой целью необходимо создавать новое доильное оборудование на основе оптимизации его параметров [1].

Проблема оптимизации конструктивно — режимных параметров доильных аппаратов неотъемлемо связана с их физиологической оценкой, достоверность которой определяется уровнем методологического обеспечения лабораторно — стендовых и производственных испытаний. В связи с этим, необходима высокоточная натурная и функциональная имитация анатомических, морфологических и физиологических параметров лактирующего животного, что позволяет реализовать его адаптацию к машинному доению без отрицательного воздействия на молочную железу, приводящего к заболеванию и выбраковке коров из технологических групп.

Для проведения испытаний и подбора доильных аппаратов в Оренбургском ГАУ разработаны специальные станды [2, 3, 4]. Испытания на стандах проводят с целью проверки, какой либо конструкции доильного аппарата

на адекватность выдаивания. Испытательные станды состоят из различных блоков позволяющих имитировать реальный процесс машинного доения.

Основной узел имитатора вымени — искусственные соски. При разработке учитывались их реальные параметры и свойства. Для определения геометрических размеров соска использовали результаты исследований проведенных отечественными и зарубежными учеными. Согласно им диаметр соскового канала зависит от функционального состояния вымени. В период лактации его диаметр колеблется от 2,5 до 4,5 мм при средней величине 2,77 мм. Длина соскового канала после припуска равна 12–13 мм, после доения 16–17 мм. Для машинного доения наиболее пригодны соски длиной 6...8 см, диаметром в верхней трети 2,5...3 см, цилиндрической или слегка конической формы. На слишком коротких и тонких сосках доильные стаканы плохо держаться и часто спадают [5, 6].

Предлагаемый нами искусственный сосок (рис. 1) выполнен цельнометаллическим со съёмными насадками, замена эластичных насадок насадками с другими фрикционными свойствами позволяет имитировать заданную величину шероховатости сосков. Одновременно с этим, замена имитаторов упругости позволяет изменять величину упругости, имитируя упругость соска различных животных, а изменяемая площадь имитаторов упругости ре-

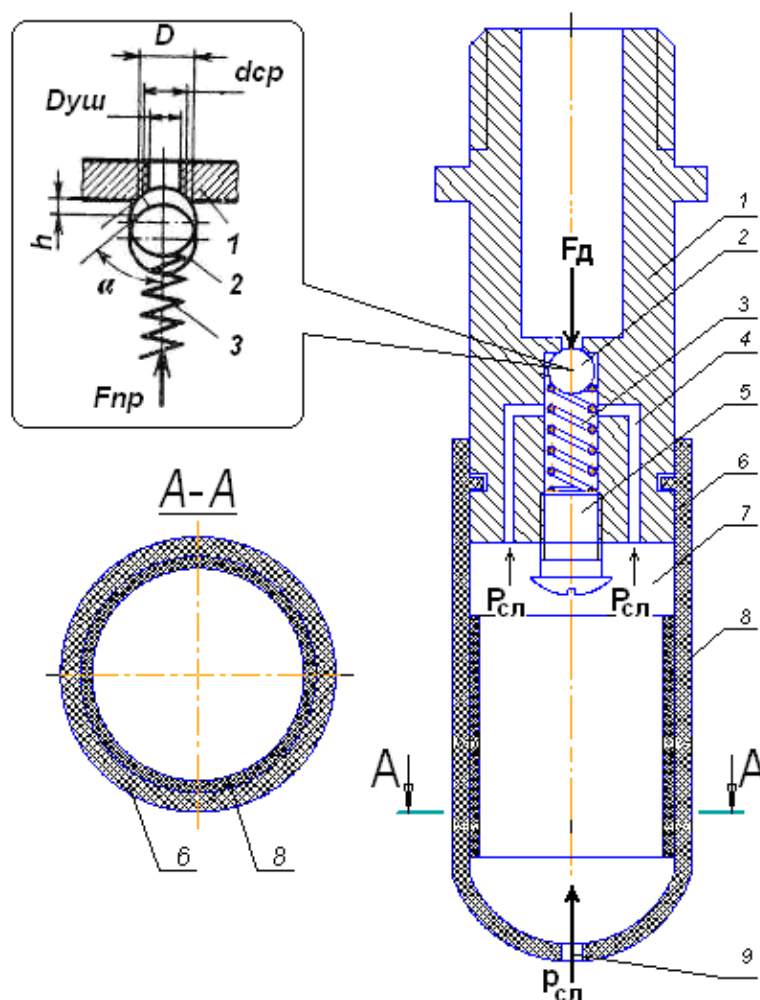


Рис. 1. Схема для расчета клапана искусственного соска: 1 – корпус; 2 – шарик; 3 – пружина; 4 – дросселирующий канал; 5 – регулирующий винт; 6 – эластичная насадка; 7 – полость эластичной насадки; 8 – имитатор упругости; 9 – канал.

ализует истинную площадь контакта соска с сосковой резиной в процессе выведения молока, т.е. непосредственном контакте во время доения животного.

Сосок состоит из корпуса 1, в котором находится дросселирующий канал 9, шарика 2, пружины 3, регулирующего винта 4, эластичной насадки 7, имитатора упругости 8.

За счет регулировки жесткости пружины клапан открывается на разную величину. Регулировка пружины осуществляется за счет перемещения винта. Регулировка жесткости пружины позволяет имитировать тугодойность трех групп коров: слабой тугодойности, средней и тугодойной. Необходимая величина вакуума для открытия клапана соответственно составляет 6 кПа, 15 кПа, 26 кПа.

Чтобы клапан искусственного соска открывался при минимальном давлении создаваемым доильным аппаратом, определяющим начало доения необходимо рассчитать и подобрать пружину.

В процессе работы клапана искусственного соска (рис. 1) при создании давления p имитатора молока пружина сжимается на величину h и запорное устройство открывает путь жидкости в доильный стакан.

При расчете клапана необходимо подбирать параметры посадочного гнезда и жесткость пружины. Давление имитатора молока p , действуя на поверхность клапана площадью S , создает силу $F_d = p \cdot S$, противодействующую силе сжатой пружины $F_{сп}$. При работе испытательного стенда клапан открыт, т.е. $F_d > F_{сп}$.

Для практических расчетов площадь условного сечения S , на которую действует давление p , можно определить по формуле:

$$S = \frac{\pi \cdot D_{у.ш.}^2}{4} \text{ (м}^2\text{)} \quad (1)$$

где $D_{у.ш.}$ – условный диаметр проходного сечения для шарикового клапана (здесь $D_{у.ш.} = (D + D_y)/2$).

Расход жидкости через клапан:

$$Q = \mu_k \cdot S_n \sqrt{(2/\rho) \cdot (p_1 - p_{cl})} \quad (\text{м}^3/\text{с}) \quad (2)$$

где μ_k — коэффициент расхода ($\mu_k = 0,6 \dots 0,72$); S_n — площадь рабочего окна; ρ — плотность рабочей жидкости; P_1 — давление срабатывания клапана; P_{cl} — давление в доильном стакане.

Поскольку в доильном стакане давление P_{cl} отрицательное, следовательно, формула 2 примет следующий вид:

$$Q = \mu_k \cdot S_n \sqrt{(2/\rho) \cdot (p_1 + p_{cl})} \quad (\text{м}^3/\text{с}) \quad (3)$$

Клапан при работе должен быть опущен на определенную высоту h от седла:

$$h = \frac{Q_{cl}}{\mu_k \cdot \pi \cdot d_{cp} \cdot \sin \alpha} \cdot \sqrt{\frac{\rho}{2 \cdot (p_1 + p_{cl})}} \quad (\text{м}) \quad (4)$$

где d_{cp} — средний диаметр щели клапана; α — угол конусности седла клапана (для шарикового клапана $\alpha = 45^\circ$).

Тогда

$$P_1 \geq P_{cl} + \frac{c \cdot h}{S_n}$$

Клапан закрывается при давлении несколько меньшем, так как пружина за счет сил внутреннего трения имеет характеристику в виде петли гистерезиса.

Следовательно, жесткость пружины клапана искусственного соска:

$$c = \frac{\mu_k \cdot \pi \cdot d_{cp} \cdot \sin \alpha}{Q_{cl}} \cdot \sqrt{\frac{2 \cdot (p_1 + p_{cl})^2}{\rho}}$$

Многократного и неограниченно кратного действия (клапанные пружины и т.п.) должны рассчитываться на выносливость. Материал для таких пружин должен выбираться с учетом его усталостной прочности в тех условиях (температурных, коррозионных и др.), в которых предстоит работать пружине.

Прочностные и усталостные характеристики самой проволоки позволяют в какой-то степени судить об усталостных свойствах готовой пружины, однако служить достаточно надежной основой для определения предела усталости конкретного вида пружин, работающих в тех или иных динамических условиях, они не могут. Отсут-

ствие проверенного инженерного метода расчета пружин с учетом инерционного столкновения витков и не исследованные до настоящего времени вопросы влияния на выносливость контактных напряжений, а также напряжений изгиба витка, возникающего в результате конечной скорости волны деформации, весьма усложняют аналитическое решение вопроса усталостной прочности готовой пружины [7, 8].

Вопросы усталостной прочности пружин и других упругих элементов становятся особенно важными в связи с работами по повышению надежности и точности машин при одновременном уменьшении их веса.

Пределом выносливости называется такое максимальное напряжение, при котором материал выдерживает, не разрушаясь, фактически неограниченное число циклов. Предел выносливости изменяется в зависимости от коэффициента асимметрии $r = \tau_{\min}/\tau_{\max}$ или $r = \sigma_{\min}/\sigma_{\max}$ и зависит, от марки стали, сечения прутка, термической обработки и качества поверхности пружины. Качество поверхности, как известно, характеризуется физико-техническими свойствами поверхностного слоя и чистотой поверхности. Предел выносливости для стальных изделий, в том числе для пружин, обычно определяется при базе испытания $N = 10^7$ циклов. Однако испытания при такой базе требуют много времени. Для пружин можно ограничить ее меньшим числом циклов и определить предел условной или ограниченной выносливости, тем более что частота смены напряжений при эксплуатации пружин невелика и на выносливость практически не влияет.

Результаты испытаний на выносливость представляются графиком зависимости числа циклов от максимального напряжения цикла (кривая Веллера) и амплитуды от среднего напряжения цикла (кривая предельных напряжений).

При соблюдении всех этих требований после расчетов целесообразно подобрать стандартную пружину в соответствии с ГОСТом, потому что стоимость изготовленной не стандартной пружины будет значительно превышать стоимость стандартной, а это в свою очередь повлияет на себестоимость испытательного стенда и проводимых на нем испытаний.

Литература:

1. Герасименко И.В. Обзор существующих методик испытания доильных аппаратов // Журн. «Молодой учёный», №8 (19) том 1, 2010. С. 46–50.
2. Стенд для испытания доильных аппаратов / С.А. Соловьев, И.В. Герасименко // патент РФ на изобретение №2279797; Опубликовано: 20.07.2006. Бюл. №20, 5 стр.
3. Стенд для испытания доильных аппаратов / С.А. Соловьев, И.В. Герасименко, В.А. Шахов // патент РФ на изобретение №2285390; Опубликовано: 20.10.2006. Бюл. №29, 6 стр.
4. Стенд для испытания доильных аппаратов / С.А. Соловьев, И.В. Герасименко, В.А. Шахов // патент РФ на изобретение №2298317; Опубликовано: 10.05.2007. Бюл. №13, 4 стр.
5. Кузьмин А.Е. Гидравлическая характеристика доильных установок // Иркутск; Изд-во Иркут. Ун-та 1997. — 176 с.
6. Карташов Л.П. Машинное доение коров // М.; Колос 1982. — 300 с.

7. Лузгин Н.П. Изготовление пружин. Учебное пособие для индивидуальной и бригадной подготовки пружинщиков на производстве. М., Высшая школа, 1968. — 200 с.
8. Ливотов В.С., Просвилов А.С., Напалков А.В. Технологические расчёты упругих элементов. Часть I. Поворотные расчёты витых пружин и пружинных колец// ОАО Волгоградский завод тракторных деталей и нормалей, Волгоград, 2002. — 16 с.

Перспективы и проблемы антропометрических измерений населения Республики Казахстан

Киябаева Сауле Корабаевна, докторант PhD
Алматинский технологический университет (Казахстан)

Во всем мире размерная типология пересматривается через каждые 15 лет (в некоторых странах через 5–6 лет, например в Южной Корее), так как за этот период в результате процесса акселерации происходит изменение размеров, пропорций и формы тела человека. Из сообщений в прессе известно, что в связи с изменением размеров, пропорций и формы тела человека европейские страны — Германия, Бельгия, Греция, Великобритания, Швейцария и Испания — провели масштабные кампании антропометрического обследования населения для проектирования одежды [1].

В РК подобные исследования проводились с 1997 года [2]. Однако, на уровне разработки нормативно-технологических документов пока еще не документировано.

В швейной промышленности РК за основу проектирования конструкций одежды принимают разработанные новые классификации типологии населения Российской Федерации, в котором выделены в отдельную группу: ГОСТ 31400–2009 «Классификация типовых фигур мужчин особо больших размеров» [3]; ГОСТ 31397–2009 «Классификация типовых фигур женщин особо больших размеров» [4]; ГОСТ 31398–2009 «Классификация типовых фигур беременных женщин» [5]. В Корее классификация типовых фигур отличается тем, что система измерений одежды делится: на мужскую и на одежду для молодых людей; на женскую и одежду для молодых девушек; [6, 7, 8, 9].

В таблице 3 рассматриваются обобщенная классификация типовых фигур мужчин, женщин и детей — по ростам, размерам и полнотным группам для проектирования одежды в Российской Федерации.

Как видно из таблицы 2, в отличие от РК и РФ, в Корейской Республике принято использовать в женской, мужской и детской типов фигур одинаковое наименование. И немаловажное значение в Корее, уделяется последовательности обозначений размерных признаков, когда в Республике Казахстан и в Российской Федерации — наименование размерного признака «Р» — рост идет первым, в Корее этот же размерный признак идет последним.

При сравнении по разнице межразмерных приращений в рассматриваемых странах, необходимо учесть,

что за годы независимости РК наряду с процессом акселерации изменился и этнический состав населения (табл.2). Изменения социально-экономического характера, миграция населения, смена поколений определенным образом сказались на типологическом составе населения Казахстана.

Следовательно, размерная типология населения является фундаментом промышленного производства одежды, поэтому информация о размерах типовых фигур необходима для обеспечения соразмерности выпускаемой продукции.

Следует обратить внимание на межразмерные приращения от роста к росту типовых фигур, когда в Корее — 5 см. в РК с РФ — по 6 см. И здесь возникает спорный вопрос, что правильнее, отнести детские роста в соответствии с взрослым населением в разницу по 6 см. или приращения изменить применительно к детской типологии на 5 см? Этот вопрос разрешим после проведения антропологических измерений населения Республики Казахстан.

При проектировании одежды, в частности на мужские фигуры населения Казахстана, необходимо провести анализ основных опорных участков тела, покрываемые одеждой: форму плеч, груди, спины, живота, взаимного расположения верхних и нижних конечностей и их взаимосвязь со строением костного скелета, развитием, формой и тонусом мышц, развитием и местами распределения жировых отложений.

Учитывая этническую особенность казахстанских мужчин, следует рассмотреть соотношения размеров отдельных частей тела. Разница в длине тела различных людей зависит в основном от длины нижних конечностей. Поэтому долихоморфный тип более характерен для людей высокого роста, брахиморфный (относительно короткие конечности и длинное широкое туловище) — низкого роста. Следовательно, при выборе категории признаков, влияющих в частности на форму поясного изделия относят форму живота (впалый, плоский и выступающий), ягодиц и нижних конечностей [2].

При создании новой размерной типологии населения Республики Казахстан и результаты статистической об-

Таблица 1

Анализ типовых фигур по определению ведущих размерных признаков в новых ГОСТов РФ

№ п/п	ТФ мужчин особо больших размеров. 2008	ТФ женщин особо больших размеров. 2008	ТФ беременных женщин. 2008	ТФ женщин. 2004
1	Рост, Обхват груди 3, Обхват талии	Рост, Обхват груди 3, Обхват бедер с учетом выступа живота	Рост, Обхват груди 3, Обхват живота	Рост, Обхват груди 3, Обхват бедер с учетом выступа живота

Примечание: ТФ – Типовые фигуры; ПГ – полнотные группы

Таблица 2

Обобщенная классификация типовых фигур по ростам, размерам и полнотным группам для проектирования одежды

Типовые фигуры	Корея (Республика)	РК, Россия
Мужская	Ог3-От-Р	Р-Ог3-От
Женская	Ог3-От-Р	Р-Ог3-Об
Детская	Ог-От-Р	Р-От

Таблица 3

Сравнение по разнице межразмерных приращений

Фигуры	Корея (Республика)	Россия, Казахстан
Мужская	Рост – 5 см.	Рост – 6 см.
	Обхват груди 3–3 см.	Обхват груди 3–4 см.
	Обхват талии – 3 см.	Обхват талии – 4 см.
Женская	Рост – 5 см.	Рост – 6 см.
	Обхват груди 3–3 см.	Обхват груди 3–4 см.
	Обхват талии – 3 см.	Обхват бедер – 4 см.
Детская	Рост – 5 см.	Рост – 6 см.
	Обхват груди – 3 см.	Обхват груди 3–4 см.
	Обхват талии – 3 см.	Обхват талии – 4 см.

работки данных, поспособствуют минимализации количества типов фигур, а соответственно и номеров одежды, которые обеспечат максимальную востребованность выпущенной продукции на внутреннем рынке.

Литература:

1. С.К. Лопандина. Статья «Новые разработки ОАО ЦНИИШП в области размерной типологии». Жур. «Разработки и инновации ОАО ЦНИИШП» 15.09.2010. стр. 4.
2. Баскимбаева Т.А. Совершенствование размерной типологии населения республики Казахстан., ж.Тауар, 1997 г., №1, стр. 35–37.
3. ГОСТ 31400–2009 Классификация типовых фигур мужчин особо больших размеров. М.: Стандарт информ. 2009.
4. ГОСТ 31397–2009 Классификация типовых фигур женщин особо больших размеров. М.: Стандарт информ. 2009.
5. ГОСТ 31398–2009 Классификация типовых фигур беременных женщин. М.: Стандарт информ. 2009.
6. KS K 0050 Система измерения для мужской одежды. Южная Корея, 2004 г.
7. KS K 9400 Система измерения для одежды молодых людей. KS K 9402. Южная Корея, 2004 г.
8. KS K 0051 Система измерения для женской одежды. Южная Корея, 2004 г.
9. KS K 9401 Система измерения одежды для молодых девушек. Южная Корея, 2004 г.

Математические модели поверхностных гравитационных волн в водоеме

Кулакова Алена Семеновна, студент

Тихоокеанский государственный университет (г. Хабаровск)

Власенко Виктор Дмитриевич, кандидат физико-математических наук, доцент

Вычислительный центр ДВО РАН (г. Хабаровск)

Поставлены и решены начально-краевые задачи поверхностных гравитационных волн в узком непризматическом водоеме, как для одномерного модели, когда используется теория «мелкой воды», так и в случаях глубокого водоема (270–300 м). Поверхностные гравитационные волны образуются в результате вторжения в заполненный водоем обвально-оползневого массива горной породы или селевых и лавинообразных потоков. Для одномерной модели предложен численный – конечно-разностный метод решения.

Ключевые слова: *поверхностные волны, узкий непризматический водоем, начально-краевая задача, конечно-разностный метод.*

Волны на воде — один из видов волн, возникающих на поверхности раздела между жидкостью и газом или жидкостью и жидкостью. Волны в жидкости могут возникать в результате самых разнообразных внешних воздействий: ветра (ветровые волны), движения твердого тела по поверхности или вблизи поверхности (корабельные волны), притяжения Солнца и Луны (приливные волны), землетрясений (волны цунами, звуковые волны) и др. Большинство волн относится к гравитационным: они возникают в результате взаимодействия сил тяжести и сил инерции. Пусть под действием той или иной внешней причины поверхность воды отклоняется от равновесного положения, а затем сила, вызвавшая отклонение, перестает действовать. Под действием силы тяжести возмущенная поверхность воды будет возвращаться в прежнее положение, дойдя до которого, приобретет некоторую скорость, так что по инерции пройдет равновесное положение — начнется колебательное движение, такие образующиеся волны называются гравитационными. При рассмотрении волновых движений в несжимаемой жидкости выделяют поверхностные и внутренние волны. Поверхностные волны выделены в отдельную группу, т.к., по словам Р. Фейнмана, «...эти волны несколько не похожи ни на звук, ни на свет, здесь собраны все трудности, какие могут быть в волнах» [1]. При исследовании задач теории поверхностных волн возникают трудности, связанные с существенной нелинейностью граничных условий на свободной поверхности, которые в свою очередь, также являются неизвестными функциями и подлежат определению.

Идея применения дифференциальных уравнений непосредственно для решения задач о гравитационных волнах, являющихся одной из форм неустановившегося движения воды, не является новой. Теоретические основы гидравлического моделирования были заложены еще в XIX веке. Следующим этапом были 30–40 годы XX века, которые характеризовались широким применением физических моделей для решения инженерных задач гидравлики открытых стоков. В 60–70 годы XX века в ходе работы над методами расчета неустановившихся течений в системах открытых русел ученые Института гидродинамики СО АН СССР получили различные результаты, касающиеся образования гравитационных волн в горных водоемах в случае оползней, обвалов и поступлений потоков лавинного характера. В настоящее время проблема образования гравитационных волн находится в направлении развития численных методов математического моделирования природных и антропогенных катастроф, основанном на использовании современных вычислительных машин.

Одномерная модель поверхностных гравитационных волн в узком непризматическом водоеме

В качестве узкого непризматического водоема выберем горное водохранилище.

В прямоугольной системе координат $Oxyz$ часть пространства, ограниченная условиями $0 \leq x \leq L, -\frac{B(x)}{2} \leq y \leq \frac{B(x)}{2}, -H_0(x) \leq z \leq 0$ и заполненная водой, представляет горное водохранилище, имеющее непризматическое очертание в плане и с переменной в продольном направлении глубиной $H_0(x)$. В створе $x = 0$ расположена плотина, $B(x)$ представляет переменную ширину водохранилища.

Волновое движение воды, вызванное тем, что с берега $x = L$ в водохранилище вторгся обвально-оползневый массив или поток селевого, либо лавинного характера, описывается следующим уравнением

$$\frac{\partial^2 \phi}{\partial t^2} - gH_0 \frac{\partial^2 \phi}{\partial x^2} - g \left(\frac{dH_0}{dx} + \frac{H_0}{B} \frac{dB}{dx} \right) \frac{\partial \phi}{\partial x} = 0,$$

где $\phi(x, t)$ — потенциал средней по ширине водоема (водохранилища), $B = B(x)$ — ширина каньона, $H_0(x)$ — глубина воды в водохранилище при невозмущенном состоянии.

Начальные и граничные условия для рассматриваемой задачи запишутся следующим образом:

$$\begin{aligned} \phi(x, t)|_{t=0} = \frac{\partial \phi(x, t)}{\partial t} \Big|_{t=0} &= 0, \\ \frac{\partial \phi(x, t)}{\partial x} \Big|_{x=0} &= 0, \quad \frac{\partial \phi(x, t)}{\partial x} \Big|_{x=L} = \bar{V}(t), \end{aligned}$$

где $\bar{V}(t)$ — скорость вторжения.

Таким образом, модель представляет начально-краевую задачу для дифференциальных уравнений теории «мелкой воды» [2].

Метод решения

Для расчета амплитуды образуемой поверхностной гравитационной волны при вторжении в водохранилище обвально-оползневых масс, селевых и лавиноподобных потоков используется конечно-разностный метод (работы Туаевой Ж.Д., Гавурина М.К. и других авторов), который аппроксимирует вышеприведенное уравнение с порядком $O(h^2, k^2)$, где h, k — шаги сетки по направлениям x и t соответственно. Получаемая схема является явной; устойчивость соблюдается при выполнении условия, которое представляет собой ограничение на шаги пространственной и временной координате:

$$\left| 1 - \frac{k^2}{h} g H_{0,i} \right| \leq \frac{1}{2}.$$

Если же водохранилище является глубоким (270–300 м), то модель описывается следующей начально-краевой задачей математической физики, которая моделирует волновое движение воды в узко-глубоком непризматическом водохранилище, когда волны образуются в результате вторжения в водохранилище обвально-оползневого массива, либо селелавинообразного потока. Предположим, что в прямоугольной системе координат $Oxyz$ часть пространства, ограниченная условиями $0 \leq x \leq L$, $B_1(x, z) \leq y \leq B_2(x, z)$, $-H \leq z \leq 0$ представляет узкое глубокое непризматическое водохранилище, расположенное в горном районе. Ось oz направлена вертикально вверх, ось ox направлена в продольном, а ось oy — в поперечном направлении водохранилища. L — длина, $B(x, z)$ — ширина, H — глубина водохранилища. Как правило, в горных условиях водохранилища строятся в узких глубоких каньонах ущелий рек. В связи с этим в дальнейшем будем считать, что ширина водохранилища $B(x, z)$ намного меньше, чем ее длина. Кроме этого будем считать, что градиенты в поперечном направлении поля скоростей и гидродинамического давления намного меньше, чем градиенты в продольном и вертикальном направлении водохранилища. Ширина схематизированного водохранилища зависит от продольной и вертикальной координат $B = B(x, z)$, т.е. рассматривается водохранилище с непризматической конфигурацией как в продольном, так и в вертикальном направлении.

Волновое движение воды в узких глубоких непризматических водохранилищах вызванное вторжением обвально-оползневых массивов, либо лавинообразных потоков, описывается дифференциальным уравнением [3,4]

$$\frac{\partial^2 \phi}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 \phi}{\partial z^2} + \frac{1}{B} \frac{\partial B}{\partial x} \frac{\partial \phi}{\partial x} + \frac{1}{B} \frac{\partial B}{\partial z} \frac{\partial \phi}{\partial z} = \frac{q}{B},$$

где $\phi(x, z, t)$ — потенциал средней по ширине скорости, $B = B(x, z)$ описывает непризматическую конфигурацию водохранилища, $q(x, z, t)$ — скорость вытеснения воды обвально-оползневым массивом либо интенсивность вторжения в водохранилище селелавинообразного потока.

В теории Коши-Пуассона потенциал скорости удовлетворяет дифференциальному уравнению Лапласа. Здесь дополнительно появляются три члена, из которых два последних члена левой части связаны непризматическим очертанием водоема (водохранилища). Правая часть связана со скоростью вторжения в водоем обвально-оползневого массива или потока селевого либо лавинного характера.

Данное дифференциальное уравнение дает возможность решить широкий круг задач, связанных с волновым движением идеальной несжимаемой жидкости в узких непризматических водоемах.

Начальные и граничные условия

$$\phi(x, z, t)|_{t=0} = 0, \quad \frac{\partial \phi(x, z, t)}{\partial t} \Big|_{t=0} = 0,$$

$$\left. \frac{\partial \varphi(x, z, t)}{\partial x} \right|_{x=0} = 0, \quad \left. \frac{\partial \varphi(x, z, t)}{\partial x} \right|_{x=L} = 0,$$

$$\left(\frac{\partial^2 \varphi(x, z, t)}{\partial t^2} + g \frac{\partial \varphi(x, z, t)}{\partial z} \right) \Big|_{z=0} = 0, \quad \left. \frac{\partial \varphi(x, z, t)}{\partial z} \right|_{z=-H} = 0.$$

Коэффициенты уравнения являются переменными, и это создает большие математические трудности при попытке аналитического решения поставленной начально-краевой задачи.

Метод решения

Вначале принимаются предположения, которые упрощают решение начально-краевой задачи, так полагают, что уравнение аппроксимируется экспоненциальной функцией. После чего вводятся дифференциальные операторы и последовательно применяются интегральное преобразование Лапласа по времени t и разложение в ряды Фурье по переменной x в интервале $(0, L)$. Далее используется обратный ход.

Уравнение волновой поверхности получается дифференцированием потенциала по времени

$$\eta(x, t) = - \frac{1}{g} \frac{\partial \varphi(x, z, t)}{\partial t} \Big|_{z=0}.$$

Численные расчеты

Были получены расчетные выражения, которые легко реализуется на ЭВМ. Результаты численных экспериментов позволяют определить амплитуды образованных волн в узком глубоком водоеме (водохранилище) в зависимости от геометрических габаритов водоема и от кинематических и динамических характеристик вторгшегося селелавинообразного потока, либо обвально-оползневого массива. На рисунках 1 и 2 представлены образовавшиеся поверхностные волны в случае вторжения оползня, обвала горной породы или потоков лавинного характера в водоем.

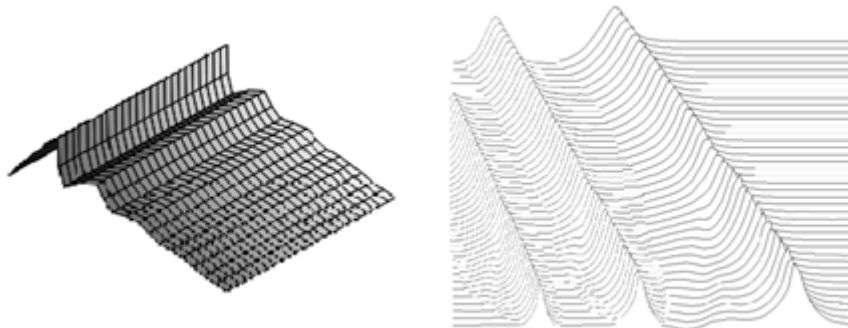


Рис. 1, 2. Образованные волны после вторжения оползня

Литература:

1. Фейнман Р., Лейтон Р., Сэндс М. Фейнмановские лекции по физике. М.: Мир, 1965. Вып.4.
2. Музаев И.Д., Туаева Ж.Д. Физико-математическое моделирование гравитационных волн в горных водохранилищах, генерированных обвально-оползневыми явлениями или вторжением потоков селевого либо лавинного характера // Вестник международной академии наук экологии и безопасности жизнедеятельности. — 1999. — №8. — с. 19–24.
3. Музаев И.Д., Созанов В.Г. К теории поверхностных гравитационных волн Коши-Пуассона в узко-глубоких не-призматических водоемах // Изв.вузов, Сев.-Кав. регион. Сер. Ест. науки.-Ростов-на-Дону, 1995. — №3 — с. 40–43.
4. Лайтхилл Дж. Волны в жидкостях. — М.: Мир, 1981. — 598 с.

Разработка нетканого материала с огнезащитными свойствами

Молдагажиева Зауре Даулетбековна, докторант PhD;

Таласпаева Асем Аугангалиевна, докторант PhD;

Жилисбаева Раушан Оразовна, доктор технических наук, профессор

Алматинский технологический университет (Казахстан)

Основные тенденции развития мирового рынка требуют повышения качества швейных изделий, среди которых особое место занимает продукция специального назначения, обеспечивающая сохранность здоровья и жизни человека. К таким видам изделий относится одежда для защиты от повышенных температур для специального назначения.

В настоящее время защитные материалы для спецодежды представлены в широком ассортименте, начиная от температурной устойчивости (термостойкости) и прочности до стоимостных характеристик и экологичности в использовании. В России рынок огнезащитных материалов представлен как отечественными, так и зарубежными производителями: «Клорпан» (Италия), «Dale As» (Норвегия), Westex (США), «Carrington» (Великобритания), «Finlayson Forssa» (Финляндия), «Tin Cate» (Голландия), ТД «Чайковский текстиль», фирма «Родники-Текстиль», компания «Солтек», ИП «Альфаэнерго», компания «Спецзащита» и другие [1].

Однако, многие отрасли промышленности имеют значительную потребность в материалах для защиты рабочих от повышенных температур. Не теряет своей актуальности проблема защиты работающих от воздействия огня и брызгов металла в процессе трудовой деятельности.

В Казахстане производится порядка 37,6 тыс. т. шерсти в год, из которых 7 тыс. т — тонкая шерсть, которая используется для производства валяльно-войлочной продукции. Из них порядка 2 тыс. т перерабатывается внутри Казахстана, остальная масса вывозится в Китай, Россию, Турцию [2].

До недавнего времени в нашей стране, как правило, использовались лишь крайне необходимые и самые примитивные материалы и методы защиты. В частности, в производстве защитной одежды развитие происходило в основном по пути использования дешевых тканей из натуральных волокон, защитные эффекты которых определялись толщиной ткани, ее весом и пропиткой. При этом в мире уже давно получили признание новые синтетические и искусственные защитные материалы с повышенными факторами защиты, лучшими технологическими и потребительскими свойствами [3].

Значительную долю таких материалов составляют нетканые полотна, успешно конкурирующие с тканями и заменяющие их, так как обладают значительными преимуществами (высокая производительность, возможность сокращения производственного цикла, трудовых и материальных затрат, максимально возможная замена натуральных волокон химическими).

Изучая условия труда рабочих в перечисленных выше отраслях промышленности, многие зарубежные и отечественные фирмы занимаются разработкой огнезащитных материалов, имеющих стандартные механические и теплофизические свойства. Однако следует отметить, что значительным недостатком импортных материалов является высокая цена, а выпускаемые отечественной текстильной промышленностью материалы не всегда отвечают комплексной защите от вредных факторов производства.

Одним из перспективных направлений в области производства огнезащитных нетканых материалов являются материалы, изготовленные из химических термостойких волокон.

Известно, что за счет использования регенерированных волокон и нитей, по своему качеству практически не уступающих первичному сырью, возможно получение нетканых материалов с ценными эксплуатационными свойствами. К материалам, составляющим внутренние слои одежды, не предъявляются повышенные требования по ровноте, чистоте, цвету и внешнему виду, таким образом, целесообразно использование для их производства регенерированных волокон и нитей.

Для получения наиболее лучшего комплекса физико-химических и потребительских свойств нетканого материала в соответствующем сегменте необходимо правильно выбрать структуру материала и способ формирования желаемой структуры. При этом структуру волокнистого слоя (холста), как правило, характеризуют толщина прочеса, число сложений прочеса, неровность прочеса, доля различных волокон в смеси, состав волокна, расположение волокон (коэффициент распрямленности и протяженности, угол ориентации), длина волокна, диаметр волокна, распределение волокон по толщине, наличие или отсутствие каркасного слоя, его структура, плотность проколов, глубина проколов, наличие связующего и адгезионных связей.

На основе проведенных исследований были выбраны оптимальные способы получения новых нетканых материалов, которые включали такие действия, как подготовка и смешивание волокна, замасливание, чесание, формирование волокнистого слоя, иглопрокалывание, каландрирование, термоусадка, и могут характеризоваться эффективностью разрыхления сырья, эффективностью трепания, составом эмульсии и связующего, коэффициентом неравномерности распределения волокна, скоростью прочеса, линейной скоростью движения холста, температурой термической обработки и т.п. Данные образцы

Таблица 1

Примеры опытных образцов

№	Состав слоев	Вес волокна, грамм	Способ изготовления	Общий вес образца, грамм
1	М-арамид Шерсть	10 10	валяльный	28
2	М-арамид Шерсть	12 15	пробивной	35
3	М-арамид Шерсть М-арамид Шерсть	6 6 6 6	валяльный	30
4	М-арамид Шерсть Шерсть М-арамид	4,2 6 4,7 6	комбинированный	29,9
5	М-арамид Шерсть М-арамид	8 12 8	валяльный	22,4
6	М-арамид Шерсть М-арамид Шерсть	9 8 5 8	иглопробивной	36

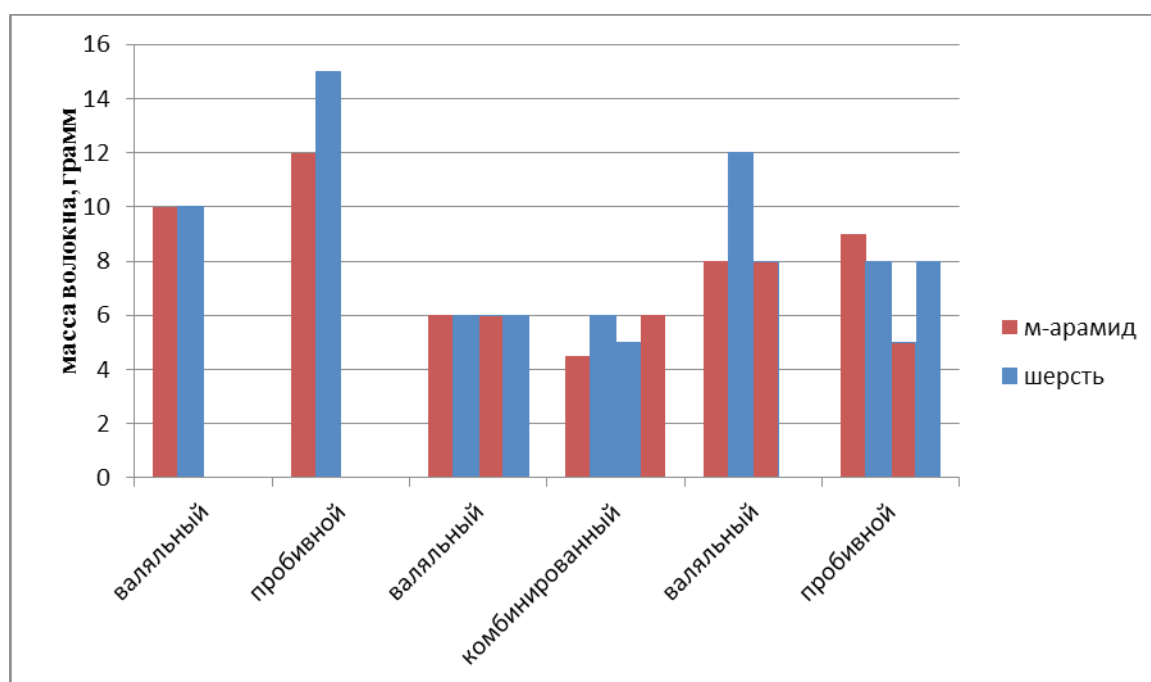


Рис. 1. Анализ исследуемых образцов

были выполнены валяльным, иглопробивным и комбинированными способами. Для иглопробивного способа применялись № 1, № 2, № 7 иглы.

В таблице приведены примеры опытных образцов по количеству слоев, массе и способам изготовления.

По результатам исследований в зависимости от массы и количества слоев, а также различных способов полу-

чения нетканых материалов выявлены, что оптимальными вариантами для применения новых нетканых материалов являются комбинированный способ.

На основе практических исследований были выбраны 6 образца. В дальнейшем планируется провести исследование представленных образцов на защитные, гигиенические и эксплуатационные свойства.

Литература:

1. Фомченкова Л.Н. Современные материалы для рабочей и специальной одежды // Рабочая одежда, 2004, №6 (32).
2. Проверено огнем // Профи, 2005, №4.
3. Les Textiles Cruleront — ils toujours «Vetir», 2008, №159, p. 44–47.

О применении средств контроля в исследованиях сушильных процессов

Пахомов Андрей Николаевич, кандидат технических наук, доцент;

Баландина Анастасия Викторовна, студент;

Козлова Любовь Александровна, студент;

Петрухина Марина Владимировна, студент

Тамбовский государственный технический университет

В статье приводятся данные о некоторых методах проведения экспериментальных исследований сушильных процессов в каплях жидких дисперсных систем высыхающих на твердых диффузионно-непроницаемых подложках. Приводится описание оригинальной конструкции динамических весов для измерения убыли веса материала в потоке сушильного агента.

Ключевые слова: сушка, капля, подложка, весы.

В последние годы возрос интерес к механизму явлений происходящих при сушке капель различных жидкостей. Этот интерес связан с рядом новых приложений и направлений исследований: в физике конвекции и турбулентности, в физико-химии явлений связанных с задержкой или смещением линии 3-х фазной границы капли, в нелинейной термодинамике образования упорядоченных структур в высыхающих каплях (дегидратационная самоорганизация, эффект кофейных пятен и т.п.), в микробиологии биологических жидкостей, в том числе молекул протеинов и ДНК, в медицинской диагностике и т.п. [1].

Исходя из современного состояния теории и практики сушки жидких материалов на подложках к экспериментальной установке необходимо предъявлять следующие требования:

- экспериментальное исследование процесса должно производиться в широком диапазоне температур сушильного агента (с учетом сложившейся практики до 300 °С)
- должен быть реализован широкий диапазон скоростей сушильного агента с реализацией различных способов обдува (углов, пульсаций, направлений потока и т.п.)
- установка должна иметь возможность быстрого перехода с режима на режим
- необходимо оперативно измерять (поддерживать) температуру, вес и другие параметры процесса с достаточной точностью

Для исследования кинетики сушки жидких и пастообразных дисперсных систем нами разработана многорежимная визуальная сушильная установка. Она позволяет производить сушку и/или термообработку исследуемого материала в диапазоне температур от 20 до 280 °С. Мощ-

ность установленных калориферов 2 кВт. Скорость обдува материала варьируется от 0.5 до 25 м/с. Для высушивания можно использовать материалы в жидком состоянии (нанесение капли на подложку или удержание капли на термопаре без подложки), пастообразном состоянии (нанесение пасты на подложку) или твердом состоянии (установка твердой частицы на подложку или подвешивание на термопаре).

В качестве подложки можно использовать любой материал, любой толщины, устанавливать подложку под любым углом к набегающему потоку сушильного агента. Подложка монтируется на перемещающуюся подставку. Для контроля температуры сушильного агента и температуры высушиваемого продукта используются термопары ХК с диаметром спая 0.2 мм. В материалах существенной толщины можно установить несколько термопар по толщине материала. Управление вентиляторами осуществляется с помощью лабораторных трансформаторов. Термопары подключаются к многоканальному электронному самописцу «Термодат».

В качестве материала подложек нами был выбран фторопласт Ф-4 как наиболее распространенный и безопасный материал, применяемый в сушилках с кипящим слоем инерта.

Для исследования кинетики сушки крупных капель в качестве конструкции подложки использовался диск и прямоугольная пластина (см. рис. 1–2.).

Такие формы подложек позволяют наносить и удерживать каплю на поверхности подложки, полностью покрыть поверхность подложки и сохранять свою форму при обдуве.

Визуальное наблюдение и измерение размеров поверхности материала производится либо в проходящем, либо

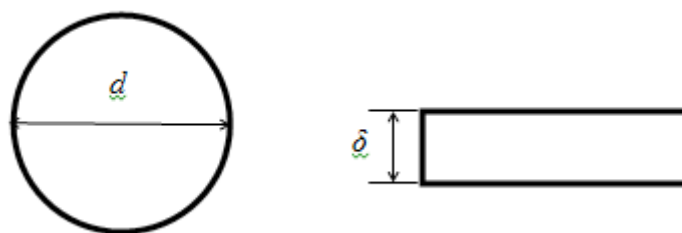


Рис. 1. Схема малой и большой дисковой подложки.
Малый диск: $d = 7$ мм, $\delta = 2$ мм; Большой диск: $d = 25$ мм, $\delta = 3$ мм.

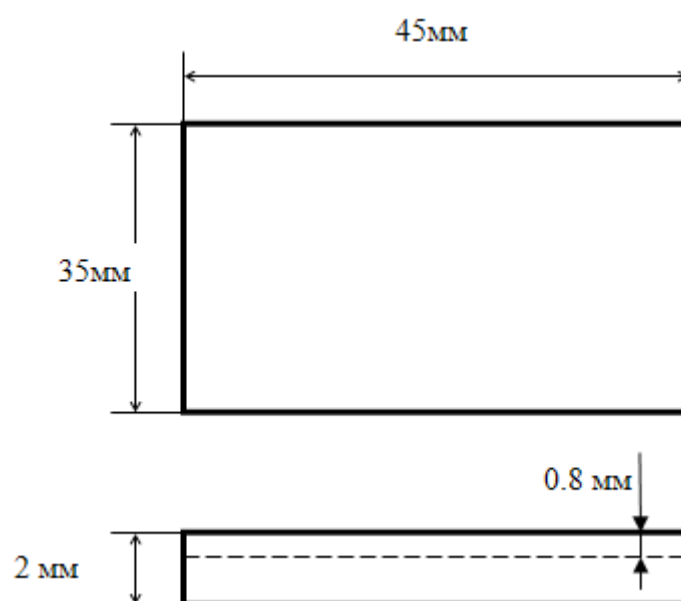


Рис. 2. Схема прямоугольной пластины подложки

в отраженном свете через катетометр, скоростную видеокамеру или фотоаппарат с макрорежимом.

Основную проблему при исследовании процесса сушки представляет собой регистрация убыли влаги в высыхающей капле. Это связано с небольшим количеством удаляемой в процессе сушки влаги по сравнению с весом образца и вспомогательных устройств: рамка, стойки и т.п. и неизбежными при скоростном конвективном обдуве пульсациями потока воздуха. При этом важно точно сохранять положение образца в сушильной камере. Это необходимо для обеспечения постоянства аэродинамической составляющей в процессе эксперимента. Тогда ее можно учесть путем градуировки и проверки в конце эксперимента [2].

Колебания образца и весоизмерительных устройств, возбуждаемые аэродинамической составляющей и пульсациями воздуха, могут превышать действие на весы силы, возникающей вследствие убыли влаги в исследуемом образце (особенно при высокоскоростном обдуве). Отфильтровать эти помехи в исходном сигнале, идущем с обычных весов, не представляется возможным, так как их действие на весовые устройства совершенно аналогично

изменению веса образца.

Хорошие результаты по точности взвешивания и чувствительности были получены на усовершенствованных весах на магнитной подушке с электронным демпфированием колебаний и автоматической компенсацией изменения веса образца. При этом электронное демпфирование колебаний позволяет отфильтровать большую часть помех от пульсаций воздуха, а автоматическая компенсация изменения веса позволила удерживать образец в заданном положении, независимо от изменения веса и условий сушки [3].

Схема механической части модернизированных электронных весов представлена на рис. 3.

Вследствие изменения веса образца, закрепленного на стойке с рамкой 1, изменяется положение коромысла весов 3, отслеживаемое фотодатчиками 4, сигнал с которых поступает на схему, обрабатывается и посылается на компенсирующую катушку 2. Внутри катушки 2 расположен магнит 5, который жестко прикреплен к коромыслу весов 3. Ток, протекающий по катушке 2, пропорционален изменению положения подвесной системы весов, т.е. стойки 1 и коромысла 3. Поэтому в результате вза-

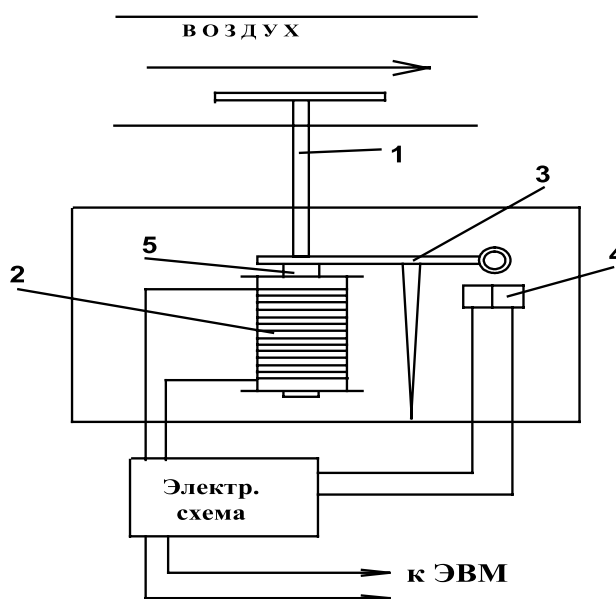


Рис. 3. Механическая схема весов

имодействия магнитного поля компенсирующей катушки 2 с магнитным полем магнита 5, подвесная система весов всегда удерживается в одном и том же положении. Изменение тока катушки 2 показывает фактическую убыль веса образца и регистрируется прибором (в нашем случае

типа ОВЕН).

Максимальный вес, удерживаемый электромагнитной компенсацией схемы, составляет не более 300 г. Чувствительность весов не менее 0.005 г.

Литература:

1. Пахомова Ю.В. Особенности механизма и кинетики сушки капель дисперсий (на примере сушки послеспиртовой барды) / Ю.В. Пахомова, В.И. Коновалов, А.Н. Пахомов // Вест. Тамб. гос. техн. ун-та. — 2011. — Т. 17, № 1. — С. 70–82.
2. Пахомов А.Н. Возможности самоорганизации дисперсных систем при сушке на подложке / А.Н. Пахомов, Ю.В. Пахомова, Е.А. Ильин // Вестник Тамбовского государственного технического университета. — 2012. — Т. 18, № 3. — С. 633–637.
3. Фролов А.А. Электронные весы для записи кривой сушки / Фролов А.А., Пахомов А.Н. // Труды ТГТУ. — 2000. — Вып. 6. — С. 193–196.

Анализ современных высокотехнологичных материалов, используемых для изготовления влагозащитной спецодежды

Рыскулова Бахыт Рыскуловна, доктор технических наук, профессор
Алматинский технологический университет (Казахстан)

Байжанова Жазира Болатбековна, кандидат технических наук, и.о. доцента
Карагандинский государственный университет им. Е.А. Букетова (Казахстан)

Мухамедиева Мадина Рашитовна, магистрант
Алматинский технологический университет (Казахстан)

Выбор ассортимента материалов спецодежды для рабочих автомойки взаимосвязан с уровнем качества защитных свойств, внедрением новых линий моделей,

улучшением конструкции спецодежды, использованием современной технологии и швейного оборудования. Знание основных закономерностей взаимодействия воды

с текстильными материалами имеет большое теоретическое и практическое значение при проектировании специальной влагозащитной одежды и выборе материалов.

Ассортимент материалов, используемых для изготовления специальной влагозащитной одежды, достаточно разнообразен. На основе изучения и анализа водоупорных и водоотталкивающих материалов разработали классификацию, которая представлена на рис. 1.

Используются в материалах модифицированные химические нити и волокна, различных фактур, структур, отделки и художественно — колористических решений [5].

Анализ различных типов конструкций влагозащитных костюмов и материалов показал, что для защиты от кратковременного воздействия воды в конструкции могут использоваться материалы, обладающие водоупорными свойствами. К этой группе также относятся ткани, обработанные специальными пропиточными растворами. Для защиты от длительного воздействия воды и растворов поверхностно активных веществ используются материалы с резиновым или пленочным покрытием, а также ткани со специальными водоупорными покрытиями [1].

В последнее время получили широкое распространение мембранные (W. L. Gore&AssociatesInnovation) ткани [2].

Пористая мембрана — это сложная структура, изготовленная из гидрофобного полимера — политетрафторэтилена. Мембрана используется при изготовлении швейных изделий, которые не промокают, не продуваются ветром и при этом дышат. Свои свойства мембрана сохраняет в широком диапазоне температур и даже при воздействии различных химикатов, но мембрана теряет свои свойства при воздействии соленой воды, а при большой влажности воздуха и низких температурах поры мембраны забиваются льдом.

Компактная твердая структура мембраны придает ткани с этим видом покрытия особые защитные свойства:

- водоупорность: показатель водоупорности более 8000 мм вод. столба (по европейскому стандарту DIN водонепроницаемыми считаются ткани с показателем 2000 мм). Это гарантирует полную водонепроницаемость ткани при постоянном контакте с водой;
- паропроницаемость: испарение воды происходит благодаря гидрофильным группам на молекулярном уровне по цепочке абсорбция — диффузия — испарение;
- защита от проникновения ветра;
- легкость в уходе: благодаря масло- и водоотталкивающим свойствам ткань практически не загрязняется.

Проведя анализ материалов ведущих фирм, можно отметить, перечень материалов — серии NYLON.

Материалы серии NYLON входят в плащевую группу, широко используется в производстве верхней одежды, надежно защищают от дождя и ветра. NYLON обладает множеством преимуществ: долго сохраняет форму и первоначальный внешний вид изделия, легко поддается чистке, устойчив к трению и многократным изгибам, быстро сохнет и обладает свойствами воздухообмена.

Для изготовления влагозащитной одежды представляет интерес двухслойный материал TactelAquator (100 % Полиэстер), который быстро переносит влагу с внутреннего слоя на внешний, где она быстро испаряется. Тело рабочего остается сухим и не переохлаждается.

Максимальный комфорт в самых суровых климатических условиях и водонепроницаемые и влагоиспаряемые характеристики обеспечивает полиамидный материал, имеющий микропористое покрытие «Trinitech», состоящее из субмикроскопических пор, переплетенных в соевой структуре.

Полиамидные и полиэфирные материалы, отличающиеся различной структурой плетения волокон и имеющие с внутренней стороны покрытие Q.B. TEX имеют высокие характеристики водоотталкивания и водонепроницаемости, влагоиспаряемости и воздухообмена (влагоиспаряемость материала — 5000 г/м²/24 ч., сопротивление давлению водяного столба — 2000 мм.)

К современным высокотехнологичным материалам для влагозащитной одежды относятся мультикомпозиционные материалы на основе микро волокна с различными видами плетений (например материалы NEW MICRO OXFORD NC, MICRO OXFORD — MICRO DOBBY). Текстильные материалы из таких волокон имеют множество воздушных «камер» с мельчайшими порами, которые способствуют терморегуляции. Эти материалы защищают от ветра и обладают водоотталкивающими и водонепроницаемыми свойствами. Они функциональны, имеют превосходный внешний вид и приятны на ощупь.

Современные водоотталкивающие полиамидные материалы группы TASLAN, имеющие с внутренней стороны пористые покрытия, отличаются различной структурой переплетения волокон, обрабатываются различными технологиями. Например, ткань «TASLAN B—RIPSTOP WATERPROOF» характеризуется полиамидными переплетениями типа RIPSTOP, в которых используется технология, когда более толстые и прочные волокна образуют каркас в виде клетки, который включен в переплетение более тонких волокон. Эта технология позволяет улучшить характеристики материала на разрыв и растяжение, в то же время не утяжеляя его. Ткань TASLAN DOBBY WATERPROOF, имеющая с внутренней стороны пористое покрытие, характеризуется полиэфирными переплетениями POLY DOBBY, в которых используется технология сложного структурного переплетения, которая делает материал прочным, но при этом мягким. Такие материалы быстро сохнут и обладают высокими воздухо — пропускными способностями, прочные, устойчивые к трению и многократному изгибу.

Материалы группы OXFORD — мультикомпозиционные материалы на основе микро волокна с различными видами переплетений. Текстильные материалы из таких волокон имеют множество воздушных «камер» с мельчайшими порами, которые способствуют терморегуляции. Эти материалы защищают от ветра и обладают водоотталкивающими и водонепроницаемыми свойствами. Они

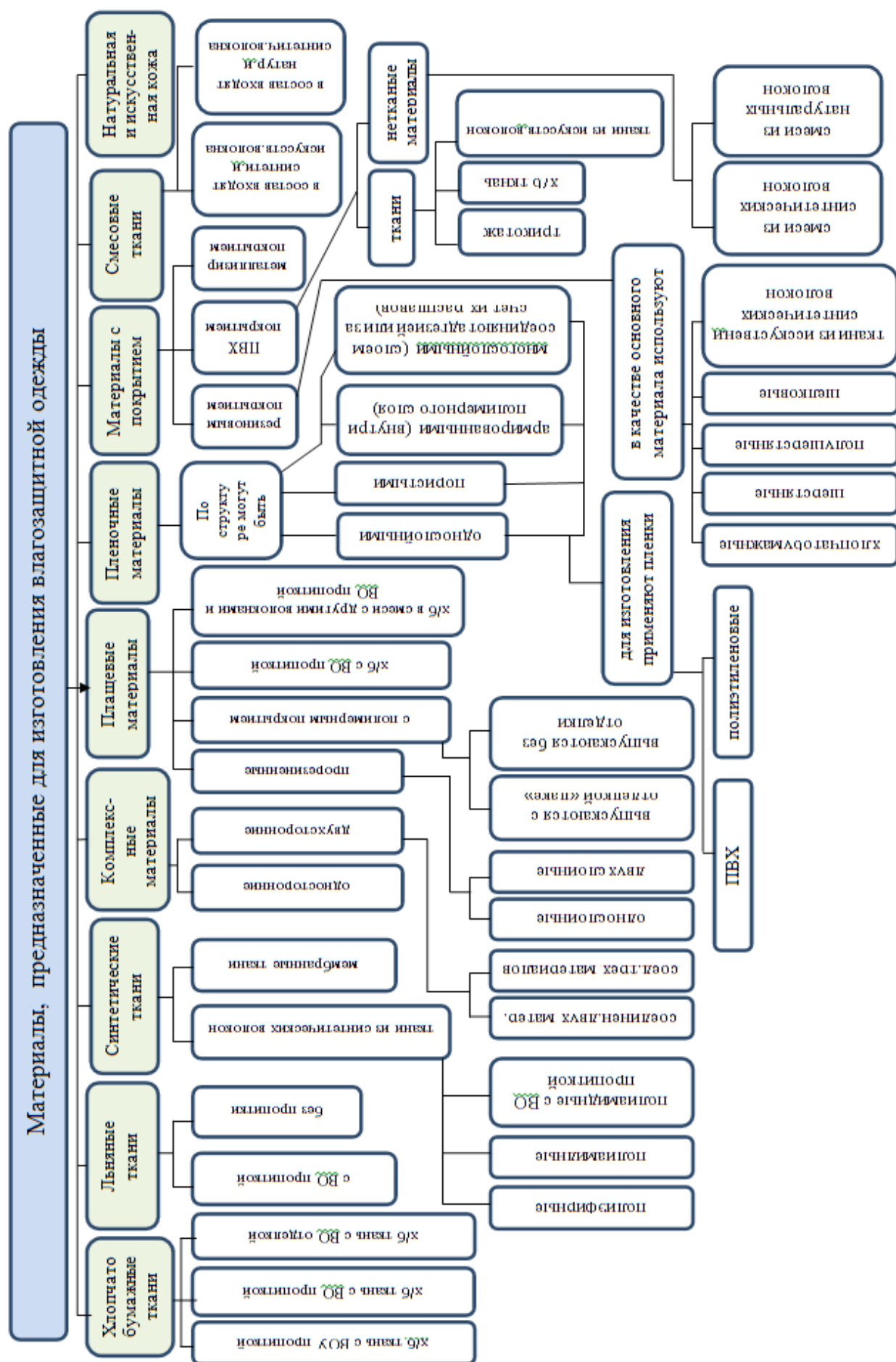


Рис. 1. Классификация водоупорных и водоотталкивающих тканей

функциональны, имеют превосходный внешний вид и приятны на ощупь.

Производителями зарубежных фирм создана водонепроницаемая ткань, обладающая стойкостью к загрязнению. Эти свойства придаются ткани путем обработки ее составом, содержащим 5–20% по массе фторсодержащих препаратов. После обработки на ткань наносят один слой полимерной пленки [6].

Фирма W.L. Gore GMBH (Германия) создала функциональный текстильный материал Gore — Tex Hi Lite Fabric, который в течение длительного времени сохраняет яркость окраски у сигнальной и атмосфероустойчивой спецодежды. Он обладает специальным наполнением, при котором каждая полиэфирная нить ткани полностью обволакивающейся смесью полимеров. Таким образом, обеспечивается противодействие глубокому прониканию частичек грязи. Этот материал обладает высокими гигиеническими свойствами, хорошей водостойкостью и короткой продолжительностью восстанавливающей сушки.

В результате изучения условий производственной деятельности рабочих автомойки, выделена очень важная проблема, которая состоит в следующем: на отдельных участках конструкции, где изделие подвержено истирающим нагрузкам и механическим повреждениям (область налокотников и наколенников), возникают «проблемные» зоны. Для защиты этих зон необходимо использовать усиленные накладки [3]. Но, кроме этого, возникает необходимость использования жестких материалов (например, парусина полупеньная арт. 11239 и арт. 11258) и к тому же они должны быть прочными на истирание и раздирание.

В определенных сферах деятельности человеку приходится продолжительное время находиться в условиях низких температур окружающего воздуха помимо воздействия повышенной влажности. В этом случае для сохранения теплового комфорта влагозащитная одежда изготавливается с различными видами утеплителей.

Материалом, обеспечивающим теплозащитные свой-

ства одежды, является утепляющая прокладка. Она предназначена для создания в одежде относительно неподвижного слоя воздуха, который является плохим проводником тепла. Материалы для теплоизоляционных прокладок должны обладать определенной толщиной, малой массой, стабильностью толщины в процессе эксплуатации, а также высокой упругостью при сжатии, малой теплопроводностью и влагонепроводностью, достаточной для выведения из пододежного пространства влаги.

В настоящее время в качестве утепляющей спецодежды используются следующие виды утеплителей: микроволокна (холлофайбер, холлэфиле, холлофан, микролофт, тинсулейт, файбертек, синтепон, кваллофил), наполнители из поролона, натуральный пух отечественного и зарубежного производства, шерстяной и хлопчатобумажный ватин, комбинированные смеси микроволокон с пухом и другие [4].

Самым существенным недостатком утепляющих органических материалов, имеющих клеточную структуру, является способность впитывать влагу из воздуха. Исключение составляет теплоизоляционный материал Тинсулейт™. Волокна Тинсулейта™ практически не впитывают влагу, его абсорбция менее 1%, он сохраняет тепло даже при намокании.

В результате исследования из существующего ассортимента влагозащитных тканей установили, что существующие материалы имеют многообразные свойства. В рекламных материалах фирм представлены данные, которые невозможно сравнить с другими фирмами изготовителями. Бурный рост текстильной промышленности подчас определяет отставание сравнительных характеристик материалов, представленных на рынке.

Подбор материалов для спецодежды рабочих автомойки нами был осуществлен на основе метода проведения опроса рабочих и изучения особенностей производственной среды, условия труда, негативного влияния опасных вредных производственных факторов и исследования ассортимента существующей спецодежды.

Литература:

1. Феденюк В.Г.; Изготовление одежды из материалов с покрытиями [Текст]:/Феденюк В.Г., Ягловский В.И. — М.: Легкая индустрия, 1967., с. 51–53.;
2. Фирма Lafuma [Электронный ресурс]/ — Режим доступа [http://www.girvas.ru.](http://www.girvas.ru;);
3. ГОСТ 12.4.100–80. Система стандартов безопасности труда. Комбинезоны мужские для защиты от токсичных веществ, механических повреждений и общих производственных загрязнений. Технические условия [Текст]. — Введ.1982–01–01. М.:Изд-во стандартов, 1981. — 14 с.:ил.;
4. Бринк И.Ю. Расчет и исследование специальной пуховой теплозащитной одежды [Текст]:дис.канд.техн.наук: 05.19.04/Бринк Иван Юрьевич. — М.: МТИЛП, 1987.-150 с.;
5. Мартынова Ю.А. Новое в ассортименте текстильных материалов для одежды [Текст]/ Мартынова Ю.А. // Швейная промышленность. — 2000. — №5. — с. 41–42;
6. Пат. 6492001 СШАМПК⁷ В 32 В 3/10.Treated textile fabric Hi-Tex, Inc.[Текст] / Rubin Craig A., Rubin B., Bullock Kyle. — №09/603850; заявл.26.06.2000; опубл.10.12.2002; НПК 428/134.;
7. Материалы для спецодежды [Электронный ресурс]: — Режим доступа: <http://www.sioen.com FLEXOTHANE/>.

Исследование процесса отделения нерастворимых остатков при солянокислотной переработке доломита

Хамракулов Зоҳидбек Абдусаматович, младший научный сотрудник
Институт общей и неорганической химии Академии наук Республики Узбекистан

Мастура Мадумарова Шермурзаевна, студент
Ташкентский институт химической технологии (Узбекистан)

Тухтаев Саидахрал, доктор технических наук, профессор, академик АН РУз
Институт общей и неорганической химии Академии наук Республики Узбекистан

В настоящее время на ОАО «Ферганаазот» для получения хлорат магниевого дефолианта используется привозной бишофит, покупаемый за валюту [1]. Для расширения сырьевых ресурсов и замены привозного бишофита на смесь хлоридов кальция и магния нами исследован процесс разложения местного доломита соляной кислотой и установлена возможность получения нового хлорат кальций-магниевого дефолианта. Производство может быть осуществлено на действующем оборудовании цеха жидкого хлорат магниевого дефолианта.

Доломиты Ферганского месторождения «Шорсу» и Кашкадарьинского «Пачкамар» относятся к группе песчаных доломитов, отличающихся тем, что содержание SiO_2 и других мало- или нерастворимых соединений в них составляет около 4,0–5,0 %.

Для получения более чистого раствора хлоридов кальция-магния, необходимо после солянокислотного разложения доломитов отделить твердую фазу из полученной пульпы.

С целью разработки технологии получения нового хлорат кальций-магниевого дефолианта опыты по разложению доломитов проводили при соотношении Т:Ж 1:1 соляной кислотой концентрации 25,2 %, 31,1 % и 35,0 % [2]. После разложения из полученных продуктов с рН 3,1–3,7 удаляли нерастворимый остаток.

Для обеспечения оптимального режима проведения технологического процесса, полученный слабокислый раствор хлоридов кальция и магния подвергали отделению от нерастворимого осадка путем фильтрации [3] отстаивания и центрифугирования с целью максимального извлечения продуктов разложения в жидкую фазу.

С целью отделения нерастворимых осадков был использован также метод отстаивания. Процесс отстаивания нерастворимого остатка из продуктов солянокислотной переработки доломита изучали в мерном цилиндре в зависимости от времени. Для исследования использовали солянокислотную пульпу, полученную разложением кускового доломита с размерами частиц $+3 \div -5$, $+5 \div -7$ и $+7 \div -10$ мм при массовом соотношении отдельных фракций 1:1:1 и доломитную муку стандартного помола. Время осаждения суспензии регистрировали по количеству осветленной части пульпы при температуре 25°C. После определенного времени отстаивания частицы пульпы осаждаются на дне цилиндра. В начале частицы осаждаются

быстрее, но после некоторого времени, когда сила сопротивления среды равна движущей силе, частицы осаждаются равномерно и медленно с неизменной скоростью.

Полученные результаты показывают, что скорость отстаивания солянокислотных пульп, полученных из доломитов Ферганского месторождения «Шорсу» и Кашкадарьинского «Пачкамар» практически не отличаются. Одним из факторов влияющих на процесс отстаивания является вязкость. С повышением вязкости пульпы скорость отстаивания уменьшается. Например, в течение 5 минут с повышением концентрации соляной кислоты для разложения доломита от 25,2 до 35,0 %, т.е. с повышением вязкости пульпы, скорость отстаивания снижается в 1,7–2 раза (например, для кускового доломита за 5 мин 29,8 и 17,8 % соответственно, за 60 мин – 78,05 и 70,3 %). Для обеспечения непрерывности технологического процесса частицы в суспензии должны быть осажены не менее чем на 50–60 %.

Степень осветления при разложении доломита соляной кислотой концентрации 25,2, 31,1 и 35,0 % через 70–90 минут составляет соответственно 58,85–64,1 %, 53,84–61,82 % и 51,65–59,6 %. А при использовании кускового доломита через 70–90 минут степень осветления составляет соответственно 81,92–85,72 %, 79,65–82,22 % и 74,8–80,2 %.

Известно что, процесс отстаивания имеет ряд недостатков: низкая скорость осаждения частиц ($< 0,5$ м/час); большой габарит отстойников – при закрытых помещениях их диаметр составляет 12–20 м, а при открытых помещениях до 120 м (занимает большой объем производственной площадки и времени при загрузке и отгрузке); из-за трудности отделения мелких частиц в гравитационном поле, данный способ приемлем для первичного отстаивания, т.е. перед подачей суспензии на фильтры или центрифуги.

Процесс отстаивания суспензии из доломитной муки (рис. 1) можно разделить на два периода: первый – сравнительно интенсивное осветление и второй – уплотнение слоя осадка с постепенным уменьшением скорости осаждения.

Первый период осветления для доломитовой муки (до 70 минут) и для кускового доломита (до 20 минут) протекает практически с постоянной скоростью, о чем свидетельствует почти прямая линия зависимости степени осветления от времени отстаивания. Далее скорость процесса осветления уменьшается. Величина отношения ста-

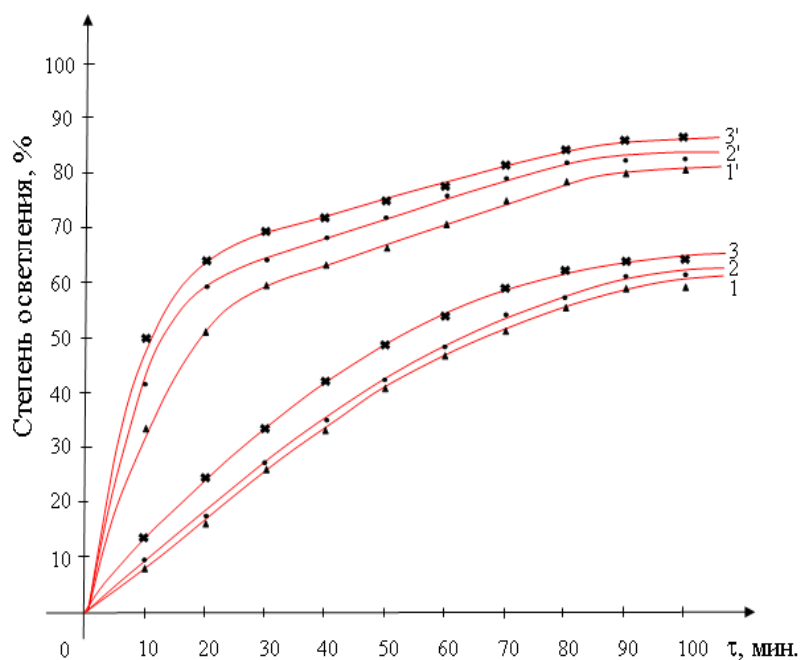


Рис. 1. Зависимость степени осветления солянокислотной пульпы от времени и концентрации HCl: 1 – 35,0%; 2 – 31,1%; 3 – 25,2% – для доломитной муки; 1' – 35,0%; 2' – 31,1%; 3' – 25,2% – для кускового доломита

билизированной высоты слоя осадка к начальной высоте слоя суспензии характеризует объемное концентрирование осадка в суспензии.

Кривая скорости осветления солянокислотной пульпы из кускового сырья представлена тремя отрезками, характеризующими различную скорость седиментации осадка, зависящую от размеров частиц. Скорость осветления пульпы из кускового сырья значительно выше, чем пульпы из доломитной муки. Так за 20 минут степень осветления пульпы, полученной разложением кускового доломита 25,2, 31,1 и 35,0%-ными растворами соляной кислоты, составила соответственно 64,05, 59,6 и 50,8%, а за 60 минут – 78,05, 75,7 и 70,3%, т.е. с увеличением вязкости наблюдается уменьшение степени осветления пульпы. Стабилизированная высота слоя осадка при разложении кускового сырья меньше, чем для доломитной муки и составляет 0,14, что характеризует более плотную упаковку частиц в осадке.

Для отделения нерастворимых частиц также использовали метод центробежных сил в аппаратах – центрифугах и гидроциклонах.

Разделение нерастворимых частиц из суспензии под действием центробежных сил можно осуществлять не только в центрифугах, но и в гидроциклонах. В этих аппаратах вследствие значительных окружных скоростей потока вдоль оси гидроциклона образуется столб дисперсной жидкости или газа, давление в котором ниже, чем на периферии. Это ядро ограничивает с внутренней стороны поток восходящих мелких частиц и оказывает значительное влияние на разделяющее действие гидроциклонов. Они широко применяются для осветления суспензий (сгущение шламов), а также для классификации (разделение материалов на фракции по размерам зерен) твердых частиц диаметром от 5 до 150 мкм.

Чем меньше диаметр гидроциклона, тем больше развиваемые в нем центробежные силы и, следовательно, тем

Таблица 1

Характеристика процесса осветления солянокислотной пульпы доломитной муки в гидроциклоне

Степень осветления пульпы, %, полученной разложением доломита соляной кислотой концентрации			
Время, минут	25,2% HCl	31,1% HCl	35,0% HCl
1	29,95	29,21	28,57
2	39,92	38,64	36,42
3	47,27	47,14	45,72
4	59,73	59,36	58,2
5	73,3	72,1	70,92
10	85,42	85,30	84,22
15	93,8	93,3	92,97
20	99,87	99,84	98,46

меньше размер отделяемых частиц. Для эксперимента была использована модельная установка гидроциклона, состоящая из цилиндрической (диаметром 60 мм) и конической части с общей высотой 32 мм.

Результаты (табл.1) показывают, что за 4 минуты степень осаждения частиц из продуктов разложения доломита соляной кислотой концентрации 25,2, 31,1 и 35,0 %

составляет соответственно 59,73, 59,36 и 58,2%. А за 20 минут эти значения составляют соответственно 99,87, 99,84 и 98,46 %.

Таким образом, показана принципиальная целесообразность использования для непрерывного разделения нерастворимых остатков солянокислотной пульпы доломита с помощью центробежных сил.

Литература:

1. ГОСТ 12257–77. Хлорат натрия. Технические условия. М.: Стандарт, 1987. – 19 с.
2. Хамракулов З.А., Тухтаев С., Таджиев С.М., Аскарова М.К. Кинетика разложения доломита соляной кислотой. Узб. хим. журн. – 2011. №2. 6–9 с.
3. Хамракулов З.А., Тухтаев С., Таджиев С.М., Аскарова М.К. Исследование процесса отделения нерастворимых остатков при солянокислотной переработке доломита. Узб. хим. журн. – 2012. №1. 10–15 с.

Оптимизация металлической конструкции

Эрдэнэ-Очир Мял Уулд, преподаватель

Монгольский научно-технологический университет

Введение

Оптимизация представляет собой процедуру, через которую лучшие возможные значения переменных решения получены в данный набор ограничений и в соответствии с выбранным целевой функции оптимизации.

В условиях повышения цены на материалы, инженеры и производители вынуждены сокращать затраты на производства.

Основной целью данной работы является оптимизация поперечного сечения стальной балки с целью минимального веса.

Методика

Оптимизация поперечного сечения стальной балки это есть нелинейная задача. По этому для оптимизации стальной конструкций мы используем Microsoft Excel Solver.

Оптимизация проводится в три этапа:

- Первоначальные размеры балки должны быть известны (рис. 1)
- Оптимизировать начального размера с использованием Microsoft Excel Solver (GRG метод)
- Сравнение конечного результата с начальным и оценить успех оптимизации (проверка результата)

Математическая постановка (целевая функция) задачи оптимизации в стандартной математической функции формулой $F(x)$ описан так:

$$V = L[w_t \cdot T + d \cdot t + w_b \cdot T] + 10t_s \cdot b_s \cdot d, \quad (1)$$

V — объём балки.

Основная цель состоит в минимизации веса с учетом конструктивных ограничений. Для минимизации веса,

сечение была сведена к минимуму.

Для оптимизаций балки используются некоторые ограничения:

- Размерные / выбор пластинчатый элемент балки
- Секционные классификации / пропорционального ограничения
- Изгибающий момент

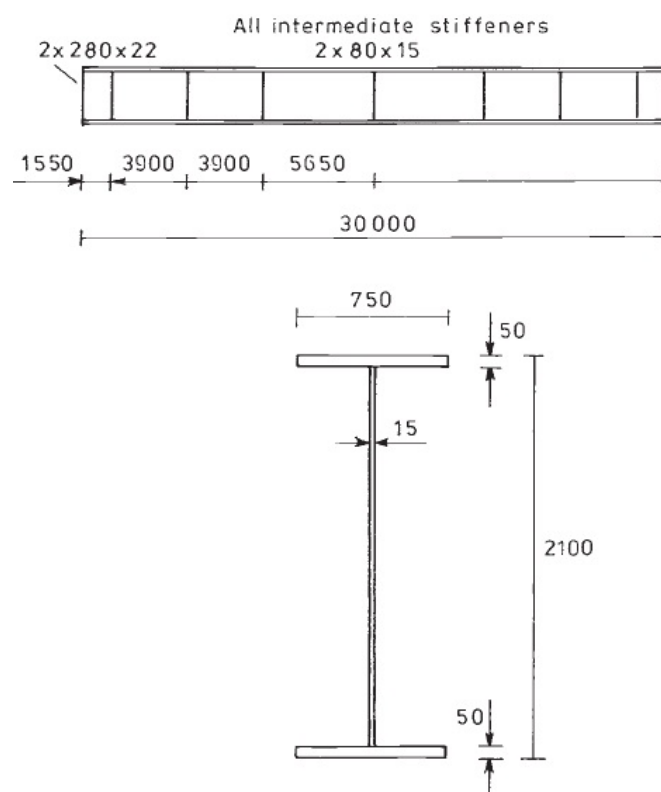


Рис. 1. Размеры балки

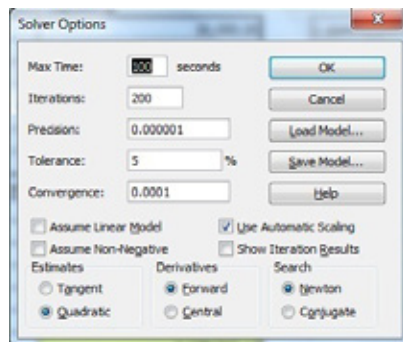


Рис. 2. Настройка

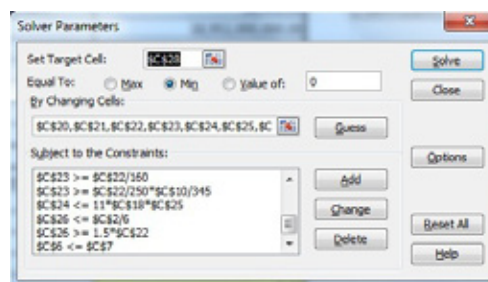


Рис. 3. Ввод данных

- срез (прочность)
- возможность обслуживания
- Жесткости

Размеры:

минимальная толщина стенки

$$t \geq d/250 \cdot \sigma_{\text{ш}}/345,$$

где $\sigma_{\text{ш}}$ — напряжение сжатия полки.

Высота стенки балки колеблется между 12 для коротких балок пролета и 20 для балок длинного пролета

$$L/20 \leq d \leq L/12,$$

где L — длина балки.

Полка балки работает сжатием. Поэтому

$$b/T \leq 9 \cdot \varepsilon,$$

где $\varepsilon = (275/\sigma_{\text{ш}})^{0.5}$, $\sigma_{\text{ш}} = 275$, если, $T \leq 16$, $\sigma_{\text{ш}} = 265$ если $16 < T \leq 40$, 255, если $40 < T < 63$, $0.3d \leq W \leq 0.5d$. Примечание: $W = 2d + t$, W — ширина фланца.

Изгибающий момент

$$M_f > M_{\text{max}},$$

M_{max} — максимальный приложенный момент, $M_f = \sigma_{\text{ш}} \cdot A_f \cdot h_s$, h_s — расстояние между центром тяжести полки, A_f — площадь полки

Эти ограничения достаточно для оптимизации размеров поперечного сечения.

Процедура оптимизации

Нужно настроить оптимизатор Excel Solver (GRG2): решателя была установлена на 200 итераций и, так как

C29 fx =C2*(C18*C22*2+C24*C25)+10*C27*C26*C24					
A	B	C	D	E	F
1	Постоянные параметры				
2	L-длина балки	30,000.00		L-длина балки	30,000.00
3	Mmax	18,952,000,000.00			
4	Qmax	2,300,000.00			
5	Af	32,934.11			
6	fed	6.13			
7	ped	25.14			
8	E	205,000.00			
9	Переменные параметры				
10	руф- напряжение сжатия	255.00			
11	b/T	6.52			
12	Mf	18,951,982,144.76			
13					
14	hs	2,256.67			
15	l	1,138,661.81			
16	tmin	8.83			
17	ls	1,138,661.81			
18	W	662.08		W	750.00
19	e	1.04			
20	a	5,000.00		a	3,750.00
21	Оптимизационные параметры				
22	T- толщина полки	49.74		T- толщина полки	50.00
23	b-ширина полки	324.14		b-ширина полки	367.50
24	d-высота стенки	2,206.93		d-высота стенки	2,000.00
25	t-толщина стенки	13.79		t-толщина стенки	15.00
26	bs-ширина жесткой ребры	61.36		bs-ширина жесткой ребры	80.00
27	ts-толщина жесткой ребры	5.37		ts-толщина жесткой ребры	15.00
28	ОБЪЕКТ(MINIMIZE)				
29	Площадь поперечного сечения	2,896,545,519.24		Начальная площадь	3,174,000,000.00
30	Снижение объема (%)				8.741

Рис. 4. Рабочая площадь (Excel)

Зависимость остальных параметров от d						
d	1,900.00	2,000.00	2,100.00	2,200.00	2,300.00	2,400.00
T	66.31	60.13	54.75	50.05	46.47	48.49
b	279.06	293.75	308.44	323.13	337.81	352.50
t	11.88	12.50	13.13	13.75	14.38	15.00
bs	52.82	55.61	58.39	61.17	63.95	66.73
ts	4.62	4.87	5.11	5.35	5.60	5.84
%	7.08	8.00	8.55	8.74	7.88	-0.32

Рис. 5.

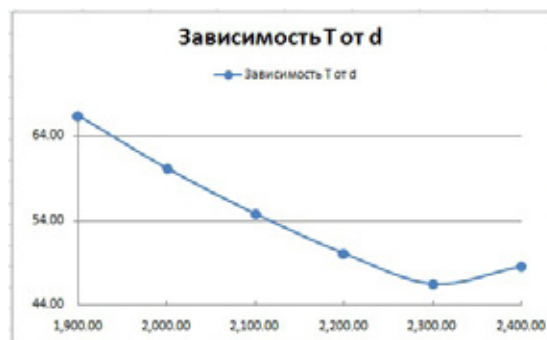


Рис. 6.

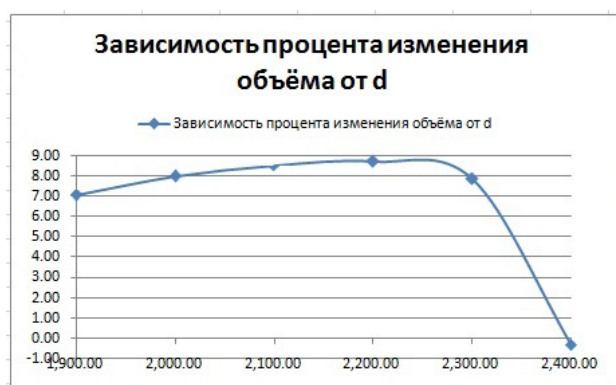


Рис. 7.



Рис. 8.

проблема была нелинейной, квадратичная оценка также была использована. Тolerантности составил 0.5, хотя конвергенцию был установлен на 0,0001. Проблема была автоматически масштабируется на решателя и шаблон поиска был Ньютон. Поиск с использованием форвардных производной (рис. 2).

Затем нужно вводить необходимые данные в Solver (рис. 3).

Результаты

А. Наилучший результат, как показано на рис. 4.

Обозначения являются такими, как определено ранее. Важно, однако, чтобы сравнить параметры начальной дизайн с результатом оптимизации. Это также представлено на рис. 4.

Оптимизация проводится 8,74 %-ное уменьшение площади поперечного сечения для Solver. Если элементы изготовлены из того же однородной стали, это приведет

к 8,74 % снижение веса.

Поддерживая d постоянным, а solver минимизирует других переменных. Другие переменные (параметры) по отношению к высота стенки балки показано на рис. 5.

Как показано на рис. 6, было обнаружено, что снижение высоты стенки (d) балки вызвало увеличение толщины (T) из полки.

На рис. 7 показываются зависимости процента изменения объема балки от d.

На рисунке 8 было отмечено, что толщина стенки (t) возрастает как высоты стенки (d) балки возрастает.

Заключение

Это исследование показало, как параметрической оптимизации сечения балки может привести к значительному снижению веса. GRG дало 8,74 %-ное снижение площади поперечного сечения балки.

Литература:

1. Гохберг. М.М. Металлические конструкции подъёмно-транспортных машин. Ленинград. Машиностроение. 1989.
2. Buick Davison, Graham W.Owens.Steel designers manual.Blackwell. (2003) (1370 s)
3. Mark Harmon. Step by step optimization with Excel solver. (2011) (236s)
4. Г. Нарангэрэл. Ган хийцийн тооцоо. (2005).
5. Мицель.А.А, Шелестов.А. А. Методы оптимизаций. Томск. 2002. 193 стр.

Научное издание

СОВРЕМЕННЫЕ ТЕНДЕНЦИИ ТЕХНИЧЕСКИХ НАУК (II)

Международная заочная научная конференция
г. Уфа, май 2013 г.

Материалы печатаются в авторской редакции

Дизайн обложки: *Е.А. Шишков*

Верстка: *П.Я. Бурьянов*

Подписано в печать 24.05.2013. Формат 60х90 ¹/₈.
Гарнитура «Литературная». Бумага офсетная.
Усл. печ. л. 10,33. Уч.-изд. л. 7,46. Тираж 300 экз.

Отпечатано в типографии «Лайм»
450059, г. Уфа, ул. Новосибирская, д. 2