

*Or that his hallowed relics should be hid
Under a star y-pointing pyramid?*

Fear some

What ne

МОЛОДОЙ

ISSN 2072-0297

УЧЁНЫЙ

ежемесячный научный журнал

POETICAL
WORKS

OF
JOHN MILTON

With NOTES of various

By THOMAS NICHOLS

IN THREE

VOLUMES

Printed for J.

*Arms, ...
Whose chance on the ...
deed of honour did thee ...
and him within protect from harms.*

Paradise lost.

A
POEM

IN
TEN BOOKS.

The Author J. M.

and Entred according
to Order.

LONDON

Sold by Peter Parker
at the ...
Bishopgate-street
Church

New Presbyter is but Old

*None can love freedom heartily, but good men; the rest
love not freedom, but license.*

No man who knows aught, can be so stupid to deny that all men naturally were born free

19
2014
Часть II

ISSN 2072-0297

Молодой учёный

Ежемесячный научный журнал

№ 19 (78) / 2014

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

Главный редактор: Ахметова Галия Дуфаровна, *доктор филологических наук*

Члены редакционной коллегии:

Ахметова Мария Николаевна, *доктор педагогических наук*

Иванова Юлия Валентиновна, *доктор философских наук*

Лактионов Константин Станиславович, *доктор биологических наук*

Сараева Надежда Михайловна, *доктор психологических наук*

Авдеюк Оксана Алексеевна, *кандидат технических наук*

Алиева Тарана Ибрагим кызы, *кандидат химических наук*

Ахметова Валерия Валерьевна, *кандидат медицинских наук*

Брезгин Вячеслав Сергеевич, *кандидат экономических наук*

Данилов Олег Евгеньевич, *кандидат педагогических наук*

Дёмин Александр Викторович, *кандидат биологических наук*

Дядюн Кристина Владимировна, *кандидат юридических наук*

Желнова Кристина Владимировна, *кандидат экономических наук*

Жуйкова Тамара Павловна, *кандидат педагогических наук*

Игнатова Мария Александровна, *кандидат искусствоведения*

Каленский Александр Васильевич, *доктор физико-математических наук*

Коварда Владимир Васильевич, *кандидат физико-математических наук*

Комогорцев Максим Геннадьевич, *кандидат технических наук*

Котляров Алексей Васильевич, *кандидат геолого-минералогических наук*

Кузьмина Виолетта Михайловна, *кандидат исторических наук, кандидат психологических наук*

Кучерявенко Светлана Алексеевна, *кандидат экономических наук*

Лескова Екатерина Викторовна, *кандидат физико-математических наук*

Макеева Ирина Александровна, *кандидат педагогических наук*

Мусаева Ума Алиевна, *кандидат технических наук*

Насимов Мурат Орленбаевич, *кандидат политических наук*

Прончев Геннадий Борисович, *кандидат физико-математических наук*

Семахин Андрей Михайлович, *кандидат технических наук*

Сенюшкин Николай Сергеевич, *кандидат технических наук*

Ткаченко Ирина Георгиевна, *кандидат филологических наук*

Яхина Асия Сергеевна, *кандидат технических наук*

На обложке изображен Джон Мильтон (1608–1674) — английский поэт, политический деятель и мыслитель.

Статьи, поступающие в редакцию, рецензируются. За достоверность сведений, изложенных в статьях, ответственность несут авторы. Мнение редакции может не совпадать с мнением авторов материалов. При перепечатке ссылка на журнал обязательна. Материалы публикуются в авторской редакции.

АДРЕС РЕДАКЦИИ:

420126, г. Казань, ул. Амирхана, 10а, а/я 231. E-mail: info@moluch.ru; <http://www.moluch.ru/>.

Учредитель и издатель: ООО «Издательство Молодой ученый»

Тираж 1000 экз.

Отпечатано в типографии издательства «Молодой ученый», г. Казань, ул. Академика Арбузова, д. 4

Журнал зарегистрирован Федеральной службой по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций.

Свидетельство о регистрации средства массовой информации ПИ № ФС77-38059 от 11 ноября 2009 г.

Журнал входит в систему РИНЦ (Российский индекс научного цитирования) на платформе elibrary.ru.

Журнал включен в международный каталог периодических изданий «Ulrich's Periodicals Directory».

Ответственные редакторы:

Кайнова Галина Анатольевна

Осянина Екатерина Игоревна

Международный редакционный совет:

Айрян Заруи Геворковна, кандидат филологических наук, доцент (Армения)

Арошидзе Паата Леонидович, доктор экономических наук, ассоциированный профессор (Грузия)

Атаев Загир Вагитович, кандидат географических наук, профессор (Россия)

Борисов Вячеслав Викторович, доктор педагогических наук, профессор (Украина)

Велковска Гена Цветкова, доктор экономических наук, доцент (Болгария)

Гайич Тамара, доктор экономических наук (Сербия)

Данатаров Агахан, кандидат технических наук (Туркменистан)

Данилов Александр Максимович, доктор технических наук, профессор (Россия)

Досманбетова Зейнегуль Рамазановна, доктор философии (PhD) по филологическим наукам (Казахстан)

Ешиев Абдыракман Молдоалиевич, доктор медицинских наук, доцент, зав. отделением (Кыргызстан)

Игисинов Нурбек Сагинбекович, доктор медицинских наук, профессор (Казахстан)

Кадыров Кутлуг-Бек Бекмуратович, кандидат педагогических наук, заместитель директора (Узбекистан)

Кайгородов Иван Борисович, кандидат физико-математических наук (Бразилия)

Каленский Александр Васильевич, доктор физико-математических наук, профессор (Россия)

Козырева Ольга Анатольевна, кандидат педагогических наук, доцент (Россия)

Лю Цзюань, доктор филологических наук, профессор (Китай)

Малес Людмила Владимировна, доктор социологических наук, доцент (Украина)

Нагервадзе Марина Алиевна, доктор биологических наук, профессор (Грузия)

Нурмамедли Фазиль Алигусейн оглы, кандидат геолого-минералогических наук (Азербайджан)

Прокопьев Николай Яковлевич, доктор медицинских наук, профессор (Россия)

Прокофьева Марина Анатольевна, кандидат педагогических наук, доцент (Казахстан)

Ребезов Максим Борисович, доктор сельскохозяйственных наук, профессор (Россия)

Сорока Юлия Георгиевна, доктор социологических наук, доцент (Украина)

Узаков Гулом Норбоевич, кандидат технических наук, доцент (Узбекистан)

Хоналиев Назарали Хоналиевич, доктор экономических наук, старший научный сотрудник (Таджикистан)

Хоссейни Амир, доктор филологических наук (Иран)

Шарипов Аскар Калиевич, доктор экономических наук, доцент (Казахстан)

Художник: Евгений Шишков

Верстка: Максим Голубцов

СОДЕРЖАНИЕ

ИНФОРМАТИКА

- Демин А. В.**
Обучение способам передвижения виртуальной модели змеевидного робота 147
- Инкин С. А.**
Метод бисекции в двоичной системе счисления на примере вычисления квадратного корня 150
- Меньщикова Е. Е.**
Использование современных технологий в фармацевтических вузах 154
- Мухамадиева З. Б.**
Система контроля знаний студентов на основе искусственного интеллекта 155
- Николаев А. И.**
Разработка искусственного интеллекта на основе выявления закономерностей биометрических данных древесных растений и построения персонифицированных информационных моделей — биоинформационных паспортов каждого древесного ствола 157
- Радионова А. В., Силичев А. П.**
Трёхмерная обучающая компьютерная игра «Симулятор выживания в лесу» 159

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

- Абдигапар Д. В., Данияров Н. А., Сексенбаева Р. Б., Минбаев Ж. С.**
Современное состояние и перспективы развития комбикормового производства в Республике Казахстан 163
- Авезов М. Ф., Маджитов З. З., Расулов А. А.**
Определение силы удара частицы о колосниковую поверхность с учетом динамической жесткости пряжки 165
- Авезов М. Ф., Маджитов З. З., Расулов А. А.**
Модель прямого и косоугольного удара хлопка-волокна о рабочие органы очистителя 167
- Антипин А. Ф.**
Вопросы разработки интервально-логических регуляторов на языках программирования стандарта IEC 61131-3 168

- Антипина Е. В., Антипин А. Ф.**
Применение интеллектуальных технологий для анализа многомерных данных 172
- Бафоев Д. Х., Каландаров Н. О.**
Обработка восстанавливаемых деталей абразивно-лезвийным способом 175
- Бафоев Д. Х., Каландаров Н. О.**
Выбор и расчет расхода смазочных материалов для подшипников скольжения 177
- Бехбудов Ш. Х., Гайибова У. С.**
Эффективное устройство для нанесения полимерной композиции на стачиваемые детали одежды 178
- Бехбудов Ш. Х., Мухамеджанова С. Д., Гайибова У. С.**
Разгрузка кинематических пар кривошипно-ползунного механизма иглы 180
- Воробьев Д. В., Реута Н. С., Горячев Н. В.**
Характеристики и источники механических воздействий на радиоэлектронные средства 182
- Воробьев Д. В., Реута Н. С., Горячев Н. В.**
Шумы осциллографа при исследовании электронных средств 185
- Гафурова Н. Т., Мирджанова Н. Н.**
Количественная оценка конструктивных параметров с использованием метрологических свойств 187
- Гаязова А. О., Прохасько Л. С., Попова М. А., Лукиных С. В., Асенова Б. К.**
Использование вторичного и растительного сырья в продуктах функционального назначения 189
- Гуляева Е. В., Ерофеева И. В., Калашников В. И., Петухов А. В.**
Влияние содержания воды, вида суперпластификатора и гиперпластификатора на растекаемость суспензий и прочностные свойства цементного камня 191
- Гуляева Е. В., Ерофеева И. В., Калашников В. И., Петухов А. В.**
Влияние реакционно-активных добавок на прочностные свойства пластифицированного цементного камня 194

| | |
|---|---|
| Долматова И. А., Зайцева Т. Н., Персецкая К. М., Иванова Г. Д. Стандартизация и система управления качеством производства макаронных изделий на предприятиях Челябинской области 197 | Попова М. А., Шкаева Н. А., Гаязова А. О., Лукиных С. В. К вопросу об использовании пряностей, специй и приправ 235 |
| Захаров Ю. А., Ремзин Е. В., Мусатов Г. А. Восстановление металлизацией деталей транспортно-технологических машин и комплексов..... 199 | Раджабов О. И. Анализ колебаний конического колосника на упругом основании с нелинейной жесткостью 237 |
| Захаров Ю. А., Ремзин Е. В., Мусатов Г. А. Анализ способов восстановления корпусных деталей транспортно-технологических машин и комплексов..... 202 | Русанов А. В., Дыхановский В. Н., Дармофал Э. А. Очистка экологически опасных вентиляционных выбросов шахтных комплексов путем создания комбинированных систем фильтрации 240 |
| Злобина С. А., Гиро Т. М., Прянишников В. В., Ларионова И. С. Использование каплунированной птицы как аспект здорового образа жизни 204 | Сухов Я. И., Гарькина И. А. Некоторые общие положения методики составления и решения дифференциальных уравнений в прикладных задачах 243 |
| Калашников В. И., Володин В. М., Мороз М. Н., Ерофеева И. В. Супер- и гиперпластификаторы. Микрокремнеземы. Бетоны нового поколения с низким удельным расходом цемента на единицу прочности 207 | Тимиров Э. В., Новоселов О. Г., Шишкин А. В. Комплексное использование разворотных эстакад 246 |
| Костюченко А. П. Разработка авиационных агрегатов в условиях ограничения себестоимости 210 | Узакова Л. П., Каландаров Н. О. Современные диагностические методы и приборы..... 249 |
| Кулакова С. В., Кабышев А. М., Маслаков М. П. Особенности моделирования транзисторных генераторов импульсов..... 213 | Узакова Л. П., Мухамеджанова С. Д., Мухаммедова М. О. Совершенствование технологии изготовления одежды за счёт применения современного швейного оборудования 250 |
| Кущевский Н. А., Кошевко Ю. В. Анализ выбора химического раствора для фиксации объемной формы деталей швейных изделий 216 | Узакова Л. П., Файзиев С. Х., Мухаммедова М. Изыскание возможностей снижения уровней вибрации в промышленных швейных машинах 252 |
| Лукиных С. В., Шкаева Н. А., Гаязова А. О., Попова М. А., Асенова Б. К. Безопасное питание детей до трех лет в России 219 | Узакова Л. П., Файзиев С. Х., Мухаммедова М. Современные методы и средства снижения вибрации и шума в промышленных швейных машинах 254 |
| Мороз М. Н., Калашников В. И., Петухов А. В. Морозостойкость гидрофобизированных бетонов 222 | Фёдорова Ю. С., Ивановский С. К., Лыгина Е. Г. К вопросу переработки отходов полимерной упаковки..... 256 |
| Нигматуллина Л. И., Шайбакова Ю. А., Трифонова К. В. Изучение механизма действия как основа выбора эффективного реагента для флотации углей..... 225 | Харисова Г. Р., Вуколов А. В., Гарипов А. А. Разработка фильтров летательных аппаратов с учетом современных требований к созданию изделий для авиационной техники 258 |
| Нугаев А. С., Данилов А. М. Параметры распределения управляющих воздействий оператора в эргатической системе 228 | Шевко Д. Г. Алгоритмы настройки для гибридной системы управления с запаздыванием..... 262 |
| Олимов О. Т., Агзамов М. М. Инновационные технологии для выработки высококачественного хлопкового волокна 231 | Шибeko P. B., Гаркуш С. К. Тормозное устройство сортировочной станции 264 |

ИНФОРМАТИКА

Обучение способам передвижения виртуальной модели змеевидного робота¹

Демин Александр Викторович, кандидат физико-математических наук, научный сотрудник
Институт систем информатики имени А. П. Ершова СО РАН (г. Новосибирск)

1. Введение

В настоящее время одним из наиболее интересных направлений в робототехнике является разработка змееподобных роботов. Змееподобные роботы обладают рядом интересных возможностей, превосходящих способности традиционных роботов, использующих для передвижения колеса и конечности [1]. Основное из них — это исключительные способности передвижения по труднопроходимым территориям. Змееподобные роботы способны свободно перемещаться практически по любым видам поверхностей, а также в подвижных (сыпучих) и жидких средах. Кроме того, благодаря малому поперечному сечению подобные роботы способны передвигаться в ограниченных пространствах и узких местах, недоступных для традиционных роботов.

Другой отличительной особенностью змеевидных роботов является модульная структура и наличие большого количества степеней свободы (гиперизбыточность), что позволяет создавать отказоустойчивые модели. Поскольку любое движение подобных роботов основывается только на сгибании и разгибании сочленений, то выход из строя отдельных модулей не является критичным для работы всей системы и вызывает минимальное ухудшение рабочих характеристик. Кроме того, поскольку змееподобные роботы состоят из одинаковых элементов-модулей, то они проще и дешевле в изготовлении и ремонте.

Однако широкие возможности змееподобных роботов, связанные с гиперизбыточностью, имеют и обратную сторону — значительную сложность в управлении. В то время как для колесных и шагающих роботов традиционным подходом к созданию систем управления является ручное программирование человеком-разработчиком, для змеевидных роботов подобный подход оказывается малоэффективным. Из-за наличия большого количества степеней свободы разработчику крайне трудно заранее предусмотреть и запрограммировать все возможные

формы передвижения и ситуации, когда их необходимо применять, и в особенности — учесть возможность адаптации в случае поломки отдельных модулей или неожиданного изменении окружающей среды. Поэтому становится актуальной разработка способов автоматического порождения системы управления на основе различных моделей обучения [1,2].

В настоящее время для генерации систем управления гиперизбыточными роботами исследователи в основном отдают предпочтение эволюционным методам, в частности, генетическим алгоритмам и генетическому программированию [1,2]. Некоторые исследователи указывают на то, что таким образом удавалось находить решения, более эффективные, чем предлагались человеком-разработчиком [3]. Использование же других популярных методов, к примеру, обучение с подкреплением (Reinforcement Learning), оказывается затруднительным по причине наличия большего количества степеней свободы у подобных роботов.

Однако применение эволюционных методов также имеет существенные недостатки, основными из которых являются следующие. Во-первых, это существенное время, требуемое на проведение вычислений, поскольку на каждом эволюционном шаге каждое решение из популяции требует оценки эффективности способа перемещения. Во-вторых, это практическая невозможность применения данного метода для адаптации в условиях реальной работы, поскольку для работы метода необходимо наличие популяции роботов.

В предыдущих работах [4,5] нами была предложена модель нейронных контуров управления, состоящая из обучаемых логических нейронов, которая с успехом использовалась для обучения локомоции виртуальной модели нематоды *C. Elegans*. В данной работе мы попытаемся применить предложенную модель для обучения способам передвижения змееподобного робота, а также ответить на вопрос, возможно ли в принципе обучить искусственную

¹ Работа выполнена при финансовой поддержке интеграционного проекта РАН № 15/10 и гранта РФФИ № 14-07-00386.

систему управления сложным формам передвижения, демонстрируемым живыми существами, основываясь только на опыте взаимодействия системы с окружающей средой.

2. 3D симулятор змееподобного робота

Для проведения экспериментов с предложенной моделью управления был разработан интерактивный 3D-симулятор змеевидного робота с графическим интерфейсом. Основное назначение программы — проведение экспериментов по управлению роботами в среде, приближенной к реальному миру. Программа обладает возможностями визуализации виртуальной среды и записью экспериментов в видео-файл. В качестве физического движка в симуляторе используется библиотека Open Dynamic Library (ODE) [6], которая позволяет моделировать динамику твердых тел с различными видами сочленений. Преимуществом данной библиотеки является скорость, высокая стабильность интегрирования, а также встроенное обнаружение столкновений.

Модель змееподобного робота представлена в симуляторе в виде совокупности шести одинаковых прямоугольных блоков («позвонков»), соединенных вместе при помощи универсальных сочленений (рис. 1). Все сочленения идентичны и обладают двумя угловыми двигателями («мускулами»), обеспечивающими вращение суставов в вертикальной и горизонтальной плоскостях. Предложенная конструкция, несмотря на простоту, обеспечивает достаточную гибкость модели и позволяет принимать характерные для биологических змей положения тела.

3. Система управления локомоцией

В предыдущих работах [4,5] нами была предложена модель нейронного контура управления локомоцией нематоды *C. Elegans*, которая показала высокую эффективность в экспериментах по обучению волнообразному способу передвижения. Схема данного контура предполагала, что головная часть нематоды выступает в качестве источ-

ника колебаний, основываясь только на обратной связи от рецептора растяжения. Далее сигнал распространяется по телу нематоды с некоторой временной задержкой, обеспечивая тем самым характерное волнообразное движение. Поскольку конструкция змеевидного робота имеет много общих черт с моделью нематоды, то в данной работе мы решили использовать похожую схему нейронного контура для управления движением робота.

Мы выбрали нейронный контур, состоящий из 5 нейронов (рис. 2). Каждый нейрон N_i , $i = 1, \dots, 5$ контролирует один сустав тела робота, подавая активирующие сигналы на угловые двигатели, расположенные в этом суставе. Головной нейрон N_1 получает на вход информацию об углах сгиба между головным и последующим сегментом. Помимо этого на вход нейрона по обратным связям поступает сигнал от его собственного выхода с временной задержкой Δt . Остальные нейроны N_i , $i = 2, \dots, 5$ получают на свой вход только сигнал от выхода предыдущего нейрона N_{i-1} с временной задержкой Δt .

Работа нейронов определяется множеством логических закономерностей с оценками, имеющих следующий вид:

$$\underbrace{Input_1, \dots, Input_n}_{\text{Вход нейрона}}, \underbrace{Output}_{\text{Выход нейрона}} \rightarrow \underbrace{reward}_{\text{Награда}}, \quad (1)$$

где $Input_1, \dots, Input_n$ — множество предикатов, описывающих входящие сигналы нейрона, $Output$ — предикат, описывающий выходящий сигнал нейрона, $reward$ — награда, максимизация которой является постоянной задачей всего нейронного контура. Данные закономерности предсказывают, что если на вход нейрона будут поданы сигналы, описываемые предикатами $Input_1, \dots, Input_n$, и нейрон подаст на свой выход сигнал, описываемый предикатом $Output$, то математическое ожидание награды будет равно некоторой величине r .

Множество входных и выходных предикатов для нейронов задается путем квантования диапазона возможных значений соответствующих входов и выходов

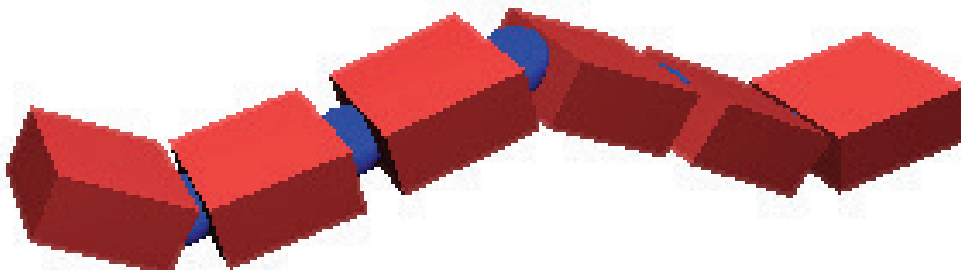


Рис. 1. Модель змеевидного робота

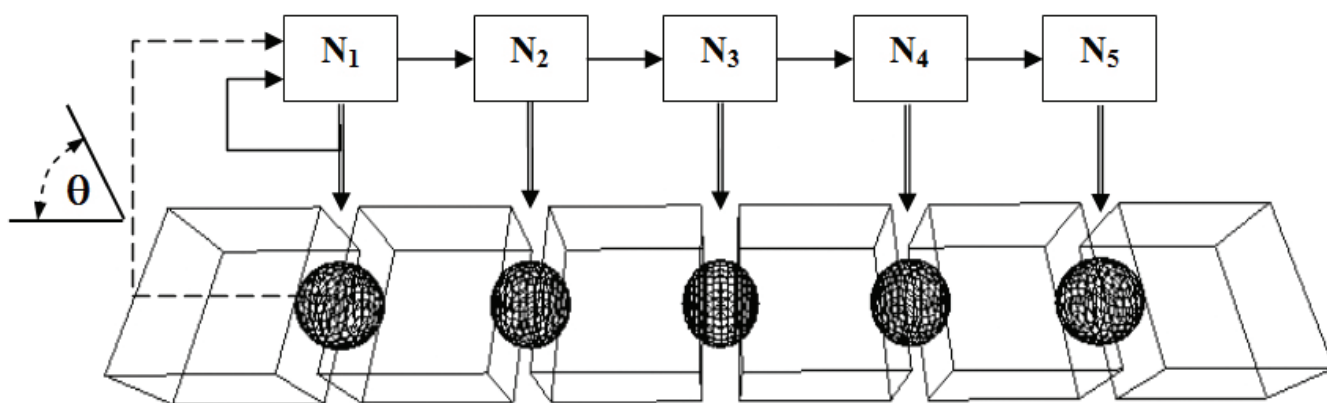


Рис. 2. Схема нейронного контура управления локомоцией

нейрона. Награда для всего нейронного контура управления локомоцией определяется в зависимости от величины скорости, которую разовьет змеевидный робот на отрезке времени Δt : чем выше скорость — тем больше награда.

Функционирование нейрона происходит следующим образом. Предположим, что в некоторый момент времени на вход нейрона поступает набор входящих сигналов. В процессе принятия решения нейрон отбирает среди множества закономерностей, определяющих его работу, все такие закономерности, у которых предикаты $Input_1, \dots, Input_n$ из условия правила выполняются на текущем наборе входящих сигналов. Затем среди всех отобранных закономерностей выбирается одна закономерность R_{best} , имеющая максимальное значение математического ожидания награды r . После чего на выход нейрона подается выходной сигнал **Output**, указанный в условии закономерности R_{best} .

В начальной стадии функционирования нейрона, когда множество закономерностей, описывающих работу нейрона еще пусто, либо когда нет правил, применимых к те-

кущему набору входящих сигналов, выход нейрона определяется случайным образом.

Обучение нейрона заключается в нахождении множества закономерностей вида (1), определяющих его работу. Для нахождения закономерностей используется алгоритм семантического вероятностного вывода, описанный в работах [7], при помощи которого анализируется множества данных, хранящих статистику работы нейрона (вход-выход нейрона и полученная награда) и извлекаются все статистически значимые закономерности вида (1).

Поскольку нейроны N_2, \dots, N_5 имеют одинаковую структуру входных и выходных связей, то для увеличения скорости обучения этих нейронов мы решили объединить их опыт. Т. е. при обучении каждого конкретного нейрона из этой группы мы, помимо его собственной статистики, также использовали статистику работы всех остальных нейронов группы. Конечно, объединяя опыт данных нейронов, мы несколько ограничиваем возможные способы передвижения, которые могут быть обнаружены в ходе обучения, однако взамен мы получаем значительное увеличение скорости обучения.

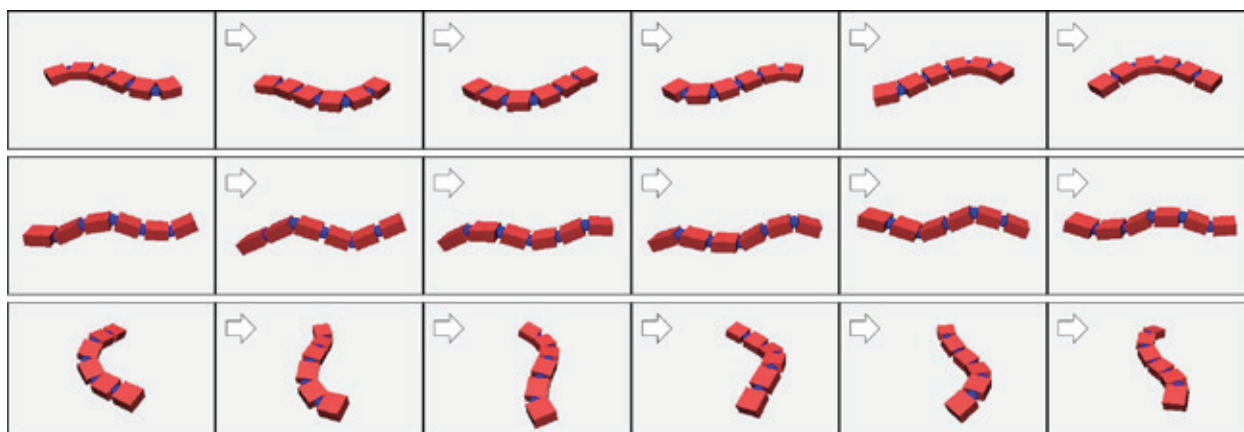


Рис. 3. Найденные системой способы передвижения

4. Результаты

Используя симулятор змеевидного робота, был проведен ряд успешных экспериментов по обучению предложенной модели способам передвижения. В серии экспериментов системе управления удалось обнаружить три различных способа передвижения (рис. 3). Первый из найденных способов основан на волнообразном движении туловища в горизонтальной плоскости. Данный способ передвижения является самым распространенным среди биологических змей, а также характерен и для некоторых других животных, к примеру, нематод. Второй способ передвижения осуществляется за счет волнообразных движений в вертикальной плоскости и напоминает движение гусеницы. Последний способ движения основан на одновременном пропускании

волны и в горизонтальной и в вертикальной плоскости. При этом тело робота как бы накручивается на невидимый цилиндр. Похожий способ перемещения используют некоторые виды змей, живущие в пустыне.

Таким образом, полученные результаты показывают, что предложенная модель системы управления способна обучиться сложным формам передвижения, основываясь только на опыте взаимодействия системы с окружающей средой. Примечательно, что найденные моделью способы движения встречаются в живой природе, в том числе среди змей. С практической точки зрения, результаты экспериментов показывают, что предложенная в данной работе модель системы управления является достаточно эффективной и может быть использована для управления сложными объектами, имеющими множество степеней свободы.

Литература:

1. Dowling, K. Limbless locomotion: Learning to crawl with a snake robot. — Ph.D. dissertation, Robotics Inst., Carnegie Mellon Univ., Pittsburgh, PA, 1997.
2. Tanev, I., Ray T., Buller A. Automated Evolutionary Design, Robustness and Adaptation of Sidewinding Locomotion of Simulated Snake-like Robot. — IEEE Transactions on Robotics. — V.21. — N. 4. — August 2005. — pp.632–645.
3. Koza, J. R., Keane M. A., Yu J., Bennett F. H., Mydlowec W. Automatic creation of human-competitive programs and controllers by means of genetic programming // Genetic Program. Evolvable Mach. — 2000. — V. 1. — N. 1–2. — pp. 121–164.
4. Демин, А. В. Обучающаяся модель управления хемотаксисом нематоды *C.Elegans* // Нейроинформатика. — 2013. — Т. 7. — № 1. — с. 29–41.
5. Demin, A. V., Vityaev E. E. Learning in a virtual model of the *C. elegans* nematode for locomotion and chemotaxis // Biologically Inspired Cognitive Architectures (2014). — Elsevier, 2014. — V. 7. — pp. 9–14.
6. Smith, R. Open Dynamics Engine. — URL: <http://ode.org/>.
7. Витяев, Е. Е. Извлечение знаний из данных. Компьютерное познание. Модели когнитивных процессов. — Новосибирск: НГУ, 2006. — 293 с.

Метод бисекции в двоичной системе счисления на примере вычисления квадратного корня

Инкин Сергей Александрович, учитель информатики
 МАОУ Гимназия №17 (г. Белорецк, Башкортостан)

Метод бисекции или метод деления отрезка пополам — простейший численный метод для вычисления корней уравнения вида $f(x)=0$ на интервале $[a;b]$, учитывая то, что функция на данном отрезке непрерывна и меняет знак. Графически это показано на рисунке 1.

Общая схема работы алгоритма следующая:

1. Выбираем такие a и b , что $f(a)$ и $f(b)$ имеют разные знаки.
2. Вычисляем $c=(a+b)/2$.
3. Сравниваем знаки функций $f(a)$, $f(b)$, $f(c)$.
4. Производим перенос одной из точек a или b в точку c , в которой знак функции $f(c)$ совпадает со знаком $f(a)$ или $f(b)$.

5. Проверяем условие $|\text{mod}(f(c))| < \epsilon$, где ϵ — требуемая точность.

6. Если требуемая точность не достигнута, то возвращаемся к пункту 2.

Данный метод дает следующее приближение к корню:

$$\epsilon \leq \frac{(b-a)}{2^{n+1}}$$
 где n — количество итераций. Метод имеет

сходимость по закону геометрической прогрессии с коэффициентом $1/2$. Данный алгоритм можно реализовать на языке программирования или создать модель в математическом пакете, табличном процессоре.

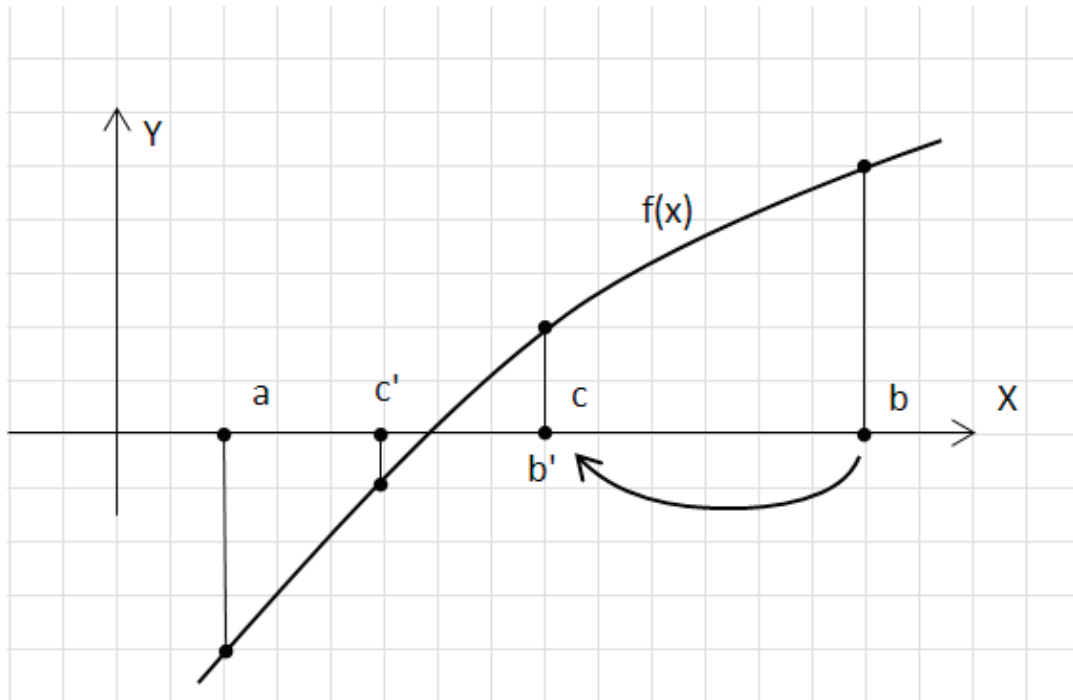


Рис. 1. Графическое изображение метода бисекции

Интересно выглядит работа алгоритма в двоичной системе счисления. Чтобы приблизиться к теме вычисления значения квадратного корня в двоичной системе счисления, проанализируем работу алгоритма в десятичной системе.

Для вычисления квадратного корня \sqrt{n} требуется решить уравнение вида $x^2 - n = 0$. Для поиска корня

воспользуемся исследуемым методом. Корень лежит в интервале $[0; n \text{ div } 2]$. В таблице 1 представлены результаты расчета. В таблице показаны первые 40 шагов итерации для исследования точности вычислений. К 40-му шагу итерации достигается точность 10 десятичных знаков.

Таблица 1. Результаты вычисления $\sqrt{150}$

| № итерации | a | b | $c = (a+b)/2$ | c^2 | Абсолютная погрешность |
|------------|---------------|---------------|---------------|-----------------|------------------------|
| 1 | 0,0000000000 | 75,0000000000 | 37,5000000000 | 1406,2500000000 | 25,2525512861 |
| 2 | 0,0000000000 | 37,5000000000 | 18,7500000000 | 351,5625000000 | 6,5025512861 |
| 3 | 0,0000000000 | 18,7500000000 | 9,3750000000 | 87,8906250000 | 2,8724487139 |
| 4 | 9,3750000000 | 18,7500000000 | 14,0625000000 | 197,7539062500 | 1,8150512861 |
| 5 | 9,3750000000 | 14,0625000000 | 11,7187500000 | 137,3291015625 | 0,5286987139 |
| ... | ... | ... | ... | ... | ... |
| 11 | 12,2314453125 | 12,3046875000 | 12,2680664063 | 150,5054533482 | 0,0206176923 |
| ... | ... | ... | ... | ... | ... |
| 16 | 12,2451782227 | 12,2474670410 | 12,2463226318 | 149,9724180030 | 0,0011260821 |
| 17 | 12,2463226318 | 12,2474670410 | 12,2468948364 | 149,9864331345 | 0,0005538775 |
| 18 | 12,2468948364 | 12,2474670410 | 12,2471809387 | 149,9934409458 | 0,0002677752 |
| ... | ... | ... | ... | ... | ... |
| 29 | 12,2474486008 | 12,2474488802 | 12,2474487405 | 150,000006518 | 0,000000266 |
| 30 | 12,2474486008 | 12,2474487405 | 12,2474486707 | 149,9999989409 | 0,000000432 |
| ... | ... | ... | ... | ... | ... |
| 40 | 12,2474487138 | 12,2474487139 | 12,2474487139 | 149,9999999985 | 0,000000001 |

Построим график отклонения значения вычисленного корня от точного значения и построим линию тренда.

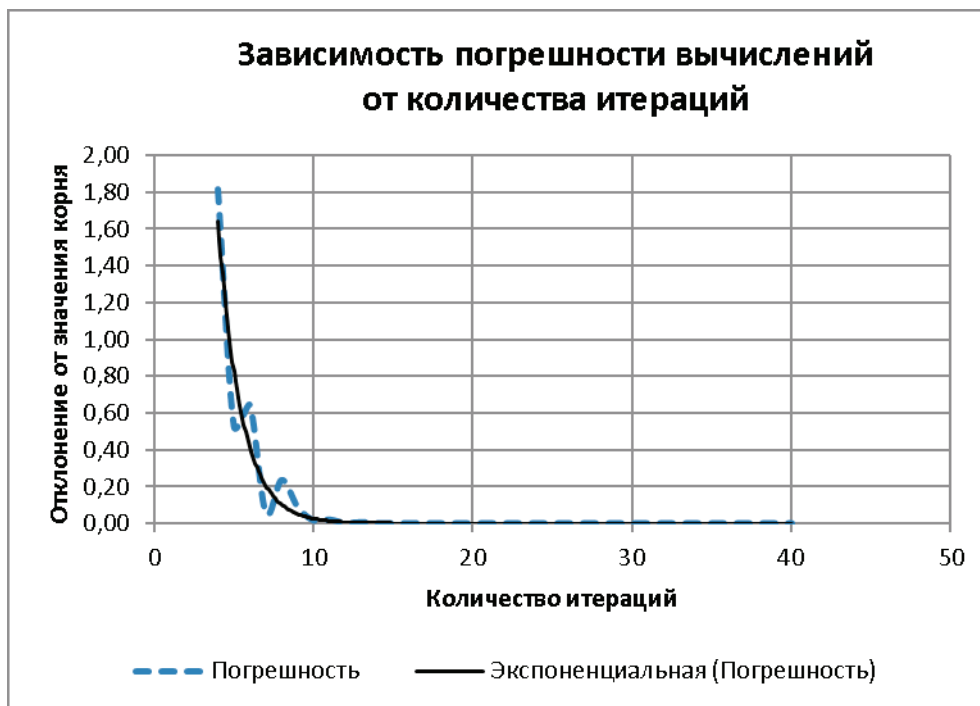


Рис. 2. Зависимость погрешности вычислений от количества итераций

Хорошо видно, что для достижения точность вычислений в 2–3 десятичных знака требуется около 16–18 итераций.

Перейдем к изучению вычисления значения квадратного корня в двоичной системе счисления. Немного истории. С появлением электронных вычислительных машин после возможности выполнения 4 арифметических операций появилась возможность вычисления квадратного корня. В первую очередь это было связано с тем, что вычисление корня в двоичной системе счисления довольно простое, и, что самое главное, была возможность аппаратной реализации вычисления. Поэтому на механической машине Готфрида Лейбница, работающей в двоичной системе счисления, была возможность вычисления квадратных корней. Да и первые калькуляторы могли выполнять 4 арифметических действия и вычислять квадратный корень. Все это было реализовано аппаратно. Это не единственный метод аппаратного вычисления корня [1, с. 3]. Но это классический алгоритм для понимания процесса вычислений. С развитием техники, увеличением скорости вычислений, появилась возможность делать это программно. Однако, методы не устаревают, а обретают новую форму. Перенесем алгоритм вычисления в двоичную систему счисления. Для понятности изложения примем, что число представлено с фиксированной запятой, имеющей по 8 бит для целой и дробной частей.

Число 150 представим как 10010110.000000002. Так же, как и в выше описанном случае, выбираем интервал поиска корня. В данном случае на интервале $[0; n \text{ div } 2]$. В двоичной системе счисления это будет $[00000000.00000000; 01001011.00000000]$.

Точное значение корня $\sqrt{150} = 12,2474487139$. Полученное значение с помощью бисекции $\sqrt{150} \approx 12,2421875$.

Аппаратно деление на 2 в двоичном коде осуществляется просто — сдвигом регистра, хранящего число, на 1 разряд вправо. Метод бисекции хорошо подходит для использования его в двоичной системе счисления. Метод содержит такие операции, как сложение, умножение, деление на 2 и возведение числа в квадрат. Все функции реализуются на аппаратном уровне. Следует заметить, что точность вычислений ограничена только разрядной сеткой вычислительной машины.

Погрешность составила 0,005, т. е. мы получили достоверность не более 2-х десятичных знаков. Связано это в первую очередь с 8-битным представлением десятичной части числа. Вес младшего разряда составляет $2^{-8} = 0,00390625$. Значит, получить заданную точность можно только увеличив разрядную сетку.

Зависимость точности расчетов от разрядности машины при аппаратном решении задачи представлена в таблице 3.

Таблица 2. Результаты вычисления $\sqrt{150}$ в двоичной системе счисления

| № итерации | a_2 | b_2 | c_2 | c_2^2 | c_{10}^2 |
|------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|---|--------------|
| 1 | | | | $150_{10} = 10010110_2$ 0000000000_2 | 75 |
| 2 | 00000000. 00000000 | 01001011. 00000000 | 00100101. 10000000 | 10101111110. 0100000000 | 37.5 |
| 3 | 00000000. 00000000 | 00100101. 10000000 | 00010010. 11000000 | 00101011111. 1001000000 | 18.75 |
| 4 | 00000000. 00000000 | 00010010. 11000000 | 00001001. 01100000 | 00001010111. 1110010000 | 9.375 |
| 5 | 00001001. 01100000 | 00010010. 11000000 | 00001110. 00010000 | 00011000101. 1100000100 | 14.0625 |
| 6 | 00001001. 01100000 | 00001110. 00010000 | 00001011. 10111000 | 00010001001. 0101010001 | 11.71875 |
| 7 | 00001011. 10111000 | 00001110. 00010000 | 00001100. 11100100 | 00010100110. 0010101100 | 12.890625 |
| 8 | 00001011. 10111000 | 00001100. 11100100 | 00001100. 01001110 | 00010010111. 0110011111 | 12.3046875 |
| 9 | 00001011. 10111000 | 00001100. 01001110 | 00001100. 00000011 | 00010010000. 0100100000 | 12.01171875 |
| 10 | 00001100. 00000011 | 00001100. 01001110 | 00001100. 00101000 | 00010010011. 1101001001 | 12.158203125 |
| 11 | 00001100. 00101000 | 00001100. 01001110 | 00001100. 00111011 | 00010010101. 1001010110 | 12.23046875 |
| ... | ... | ... | ... | ... | ... |
| 16 | 00001100. 00111110 | 00001100. 00111111 | 00001100. 00111111 | 00010010101. 1101111100 | 12.2421875 |

Таблица 3. Зависимость точности расчетов от разрядности машины

| Разрядность, бит | Вес разряда |
|------------------|--------------------------|
| 8 | 0,00390625 |
| 16 | $1,52588 \cdot 10^{-05}$ |
| 32 | $2,32831 \cdot 10^{-10}$ |
| 64 | $5,42101 \cdot 10^{-20}$ |

Ближе к практике лежит устройство поразрядного взвешивания. Алгоритм работы такого устройства следующий:

1. В старшем разряде r_n устанавливается «1».
2. Число возводится в квадрат. Сверяется с введенным числом x .
3. Если число меньше, то в регистре оставляют «1», если больше — записывают «0».
4. Переходят к следующему разряду r_i . Повторяют действия пунктов 2–4 до тех пор, пока не будет проверен последний разряд r_0 .

В результате результат достигается за n итераций, где n — количество разрядов.

В нашем случае понадобится 16 итераций для вычисления квадратного корня — итераций будет столько,

сколько разрядов имеет разрядная сетка. Одно из таких устройств описано в [2, с.224]. Задачи вычислений, часто, критичны ко времени выполнения. Например, обработка сигналов в реальном времени. Для этого разрабатываются различные специализированные ИС (интегральные схемы). АЦП, ЦАП, имеющие в своей структуре устройства взвешивания. ИС, реализующие БПФ для обработки анализируемых сигналов. ПЛИС, позволяющие задать желаемую структуру цифрового устройства в виде принципиальной электрической схемы.

Перед разработкой системы следует четко определиться с реализацией аппаратно-программного комплекса, решить, какие задачи будут решены с помощью аппаратной части, что — с помощью языков программирования.



Рис. 3. Схема выбора реализации вычислений

Литература:

1. Патент RU 2005316 Российская Федерация, МПК G06F007/552. Устройство для возведения в квадрат и извлечения квадратного корня/ Олейников В. А.; заявитель и обладатель патента: Самарский государственный технический университет.
2. Карцев, М. А. Арифметика цифровых машин. — Москва: Издательство «Наука», 1969. — 576 с.

Использование современных технологий в фармацевтических вузах

Меньщикова Екатерина Евгеньевна, студент
Пермская государственная фармацевтическая академия

Данная статья посвящена рассмотрению использования современных технологий студентами и преподавателями фармацевтических вузов, а также выявлению положительных и отрицательных сторон их применения.

С наступлением нового века произошли кардинальные изменения в разных сферах жизни общества. Далеко не исключением являются студенты фармацевтических вузов и их студенческая жизнь, которая претерпела ряд изменений. В общих словах студенты 21 века — это мобильные, оснащенные «подарками века информационного шока» ребята. Для начала расшифрую, что означает выражение «подарки века информационного шока». 21 век в народе называют веком технологий, которые позволяют мгновенно как получать информацию, так и обмениваться ей. На мой взгляд, это весомый признак, который может отличить студентов 21 века от всех остальных. Нужно бы сказать, что бум технологий и быстрый поиск информации намного облегчил жизнь новому поколению, и большинство будет с этим согласны, однако, есть и отрицательные стороны. Для студентов фармацевтических вузов использование современных технологий необходимо. Например, при подготовке реферата на тему: «Противовирусные препараты» материал можно представить в виде презент-

тации, в которой большая смысловая часть доклада отражается в виде картинок, на которых могут быть отражены картинки с самими препаратами, картинки вирусов, и многое другое, в то время как студент последовательно их комментирует. Для этого, конечно, необходимо наличие компьютера, мультимедийной доски и проектора. Такой метод изложения материала сейчас очень широко используется и имеет ряд положительных сторон: яркие картинки позволяют точнее понять различные процессы, например, процесс встраивания собственной ДНК вируса в клетку, что очень сложно донести словами, повышенное внимание окружающих, так как логичное построение доклада сопровождается не монотонной речью докладчика, а имеет визуальное сопровождение и, опираясь на статистические данные, нужно сказать, что большинство людей обладает именно зрительной памятью. Еще одна положительная сторона использования современных технологий это быстрота действия студента фармацевтического вуза. Все мы знаем, как тяжело учиться там, где есть

прямая связь с медициной, и после учебы есть только одно желание-это длительный отдых, что не может позволить себе студент фармацевтического вуза. И становится намного легче готовить домашние задания, когда под рукой всегда есть компьютер и интернет. Но несмотря на все плюсы, есть и минусы. Например, студент при подготовке материала использует информацию из интернета, и только в редких случаях их книг. Отсюда формируется пассивный образ жизни, неумение формулировать собственные мысли, потому что вся информация из интернета берется в готовом виде. Студенты становятся разобщенными с окружающими людьми, так как поиск информации в интернете не требует индивидуального общения, это может привести к разным последствиям.

Однако, использование современных технологий стало актуальным не только для студентов фармацевтических вузов, но в подготовке профессиональных кадров-провизоров с первых дней обучения в фармацевтическом вузе. Преподаватели всегда стремятся донести информацию до студентов как можно понятнее и точнее. С годами это стало еще более возможным, благодаря техническим возможностям фармацевтических вузов. На всех кафедрах существует электронный курс лекций. Это очень удобно, потому что не приходится переспрашивать лектора и выглядывать из-за множества человек, чтобы увидеть что написано на доске. Так же и на практических занятиях, электронный материал играет большую роль и пользуется популярностью. Так, на занятиях по ботанике преподаватели используют красочные и интересные материалы

в виде презентаций, где можно более точно рассмотреть, например, строение цветка или актуальный внешний вид растения, что во многом помогает запоминать лучше. Но современные технологии используются не только для проведения лекций и занятий, так же современные новинки находят свое отражение в виде компьютерных программ. В фармацевтических вузах такие программы используются в целях, например, промежуточной аттестации по пройденной теме. Так на кафедре микробиологии есть несколько текущих тестов, которые как раз показывают целостность пройденного материала студента. Этот тест студенты проходят в компьютерном классе. Программа разработана в соответствии с нормами образования и предусматривает определенное количество времени. Тест предусматривает только 1 вариант ответа, так же в тесте есть картинки, которые могут помочь студенту с правильным выбором ответа. По окончании теста автоматически выводятся проценты и исходя от них ставится оценка. В данном случае я могу увидеть только положительные стороны использования современных технологий в обучении студентов в фармацевтических вузах. Это значительно интересней идти в ногу со временем в сфере образования. Так же это привлекает внимание студентов и увеличивает их заинтересованность в предметах. Привлечение высоких технологий в сфере обучения в фармацевтических вузах позволит конкурировать с другими вузами страны, а может и в не ее. Использование новых технологий может улучшить качество образования, конкретизировать информацию, с учетом всех последних изменений.

Литература:

1. Абрамова, Х. В. Влияние интернета на подростков // Образовательный портал 2013 URL: <http://klasnaocinka.com.ua/ru/article/vliyanie-interneta-na-podrostkov.html>
2. MOODLE: информационные технологии в обучении студентов // Нижегородский коммерческий институт URL: <http://www.nnki.ru/moodle-mrt.htm>

Система контроля знаний студентов на основе искусственного интеллекта

Мухамадиева Зарина Бахадировна, ассистент
Бухарский инженерно-технологический институт (Узбекистан)

В статье рассмотрен вопрос контроля знаний студентов на основе нейронных сетей. Принцип работы основан на применении методов искусственного интеллекта. Контроль знаний учащегося осуществляется автоматизированной системой в форме «вопрос-ответ». По сути, она представляет собой серию вопросов и ответов на естественном языке, что является своеобразной контрольной работой по предмету.

Ключевые слова: электронное обучение, искусственный интеллект, нейронные сети, контроль знаний.

This article describes new methods of control students' knowledge on the basis of neural networks. The operation of this device is based on the application of the methods of artificial intelligence. The knowledge control procedure is performed as a dialog between the student and the automatic system. The dialog consists of questions and answers in the native human language that is the analogue of the traditional exam with the teacher.

Keywords: distant education systems, neural networks, knowledge control.

Одним из важных аспектов масштабного внедрения технологий электронного обучения является обеспечение гарантий качества, в том числе оценки знаний студентов на всех этапах цикла обучения. Реализация процесса оценки и контроля знаний в системах электронного обучения, как показывает опыт, представляется достаточно сложной и недостаточно эффективной процедурой, которая не всегда позволяет получить объективную оценку.

Для того чтобы создать систему контроля знаний, необходимо использовать методы искусственного интеллекта, в частности нейронные сети с особой коммутаторной архитектурой построения [4]. Отличительной особенностью системы контроля знаний [3] является диалог на естественном языке в форме «вопрос — ответ». Система генерирует вопросы по заданной теме, а учащийся дает ответ на естественном языке. Система позволяет повысить качество контроля знаний за счет автоматизации процесса и исключения субъективного подхода.

При большом разнообразии учебно-методических материалов, книг и пособий, электронных учебных курсов, планов и программ обучения по разным специальностям, необходимы универсальные средства для автоматизации обучения и контроля знаний студентов.

Вопросы и ответы формулируются на естественном языке, при этом вопросы генерирует центральный компьютер и направляет их на персональные компьютеры (ПК) пользователей, ответы пересылаются по сети из ПК в центральный компьютер. Центральные компьютеры образовательных учреждений будут объединены между собой с помощью сети передачи данных и подключены к базам знаний по предметам.

Качество, полноту и содержание ответа на поставленный вопрос оценивает обученная нейронная сеть с искусственным интеллектом (НСИИ). НСИИ реализована на аппаратно-программных системах, которые подключаются к центральным компьютерам через сеть передачи данных.

Система должна предусматривать следующие возможности.

Возможность генерации дополнительных, наводящих вопросов при недостаточно полном или частично неверном ответе.

Возможность проводить контроль знаний последовательно по всем курсам на одном ПК, используя импорт содержимого разных баз знаний. Это позволяет проводить контроль знаний в удаленном режиме (например, для инвалидов или для учащихся, проживающих в труднодоступных районах), в свободное от основной работы время (как при заочной форме обучения).

Возможность проводить контроль знаний одновременно в нескольких регионах, используя единую базу.

Возможность тиражирования базы знаний

Система контроля знаний может использоваться для обучения учащихся с ограниченными возможностями, ин-

валидов, для самообучения, репетиторства. Систему контроля знаний можно применять в качестве справочного или учебного пособия для консультантов, экспертов и т. д.

Отметим некоторые особенности предложенного способа контроля знаний. Естественный язык является достаточно сложной лингвистической системой, где количество только терминальных символов (слов) измеряется десятками и сотнями тысяч единиц. Соответствующая такому языку НСИИ должна содержать миллионы и миллиарды нейронов. Такой же объем имеют и нейронная сеть семантического процессора и лингвистического генератора. Поэтому устройство контроля знаний может быть реализовано только на больших нейронных сетях, с миллионами или даже миллиардами нейронов. При этом, время оценки знаний должно быть небольшим и измеряться минутами.

Способы реализации нейронной сети

В настоящее время известны три способа реализации нейронной сети.

Первый способ, программный, представляет нейронную сеть как совокупность программных объектов. При обработке нейронной сети используется комплекс процессоров или компьютеров с архитектурой, основанной на принципах фон Неймана. Выполнение вычислительных операций на таких компьютерах происходит последовательно, в виде цепочки действий, одна операция за другой. Количество таких цепочек не может превышать количество процессоров в вычислительном комплексе. Несмотря на высокое быстродействие процессоров, скорость выполнения столь ресурсоемких программных продуктов, как нейронная сеть, требует достаточно много времени. Для выполнения вычислений необходимы суперкомпьютеры [4]. Для задач автоматизации контроля знаний в системе образования использование подобных технических средств невозможно по экономическим соображениям, из-за высокой стоимости суперкомпьютеров.

Вторым способом реализации нейронной сети является аппаратный способ. При нем нейронные сети выполняются в виде аппаратной системы. Все нейроны функционируют параллельно, обеспечивая высокое быстродействие системы. Для реализации связей между нейронами требуются отдельные линии, что создает трудности при аппаратной реализации большой нейронной сети. По технологическим соображениям невозможно отвести от нейрона более 100–1000 линий связи. Этот способ построения системы не подходит из-за сложной технической реализации.

Третьим способом построения нейронной сети является аппаратно-программный способ, когда часть системы реализована аппаратно, а часть — программно. На аппаратно-программном способе основана разработанная авторами технология коммутаторных нейронных сетей [4], на базе которой и реализовано устройство контроля знаний [3].

При создании аппаратных компонентов для контроля знаний необходимо руководствоваться следующими принципами:

Нейронная сеть должна содержать сколько угодно большое количество нейронов.

Аппаратный комплекс нейронной сети должен представлять собой модульную вычислительную систему, в которой компоненты работают параллельно.

Обученная нейронная сеть должна быть разделена на слабо связанные между собой сегменты, причем размер каждого такого сегмента определяется техническими характеристиками аппаратного обеспечения модуля. Каждый модуль содержит сегмент большой нейронной

сети. Для масштабирования нейронной сети, т. е. использования нейронной сети большего размера, целесообразно использовать не один, а каскад однотипных модулей.

Реализация системы аппаратными методами имеет существенные преимущества по быстродействию, но требует значительных затрат на разработку топологии микросхемы типового интеллектуального модуля нейронной сети. Поэтому прототип системы был проверен на математической имитационной модели.

Результаты моделирования доказали работоспособность предложенного метода и системы контроля знаний.

Литература:

1. Контроль знаний студентов на основе нейронных сетей. Б. М. Позднеев, И. С. Кабак, Н. В. Суханова. Открытое образование • 6/2011
2. Позднеев, Б. М. О развитии систем электронного обучения на основе стандартизации и сертификации // Вестник МГТУ «Станкин», 2010. № 1. с. 110–119.
3. Позднеев, Б. М. Разработка национальных и международных стандартов в области электронного обучения // Информатизация образования и науки, 2009. № 2. с. 3–11.
4. Кабак, И. С., Суханова Н. В. Система контроля знаний: Патент РФ на полезную модель № 80979 // Бюл., 2008. № 1.
5. Кабак, И. С., Суханова Н. В. Нейронная сеть: Патент РФ на полезную модель № 66831 // Бюл., 2007. № 10.
6. Нариньяни, А. С. Лингвистические процессоры ЗАПСИБ // Проект ЗАПСИБ: Препринт. — М.: РосНИИ ИИ, 1997. 250 с.
7. Галушкин, А. И., Томашевич Н. С., Рябцев Е. И. Супернейрокомпьютеры для систем обработки изображений «Силиконовый мозг» // Нейрокомпьютеры: разработка, применение, 2006. № 11–12. с. 7274.
8. Барский, А. Б. Нейронные сети: распознавание, управление, принятие решений. — М.: Финансы и статистика, 2004. 176 с.

Разработка искусственного интеллекта на основе выявления закономерностей биометрических данных древесных растений и построения персонифицированных информационных моделей — биоинформационных паспортов каждого древесного ствола

Николаев Андрей Иванович, аспирант

Всероссийский научно-исследовательский институт лесоводства и механизации лесного хозяйства (г. Москва)

Теория разработки интеллектуальных методов обработки информации оправдывается лишь с определенной целью, позволяющей решить ту или иную важную задачу народного хозяйства, науки или обороноспособности РФ.

Рассмотрим разработку интеллектуальной информационной системы на конкретном примере в стратегической для РФ отрасли лесного хозяйства, а именно доказательств законности происхождения древесины. Разработка направлена на решение основной проблемы ведения лесного хозяйства и экологии — пресечение незаконных рубок и уменьшение оборота незаконной

заготовленной древесины на рынке лесобумажной продукции РФ. Применение существующих методов подтверждения законности происхождения заготовленной древесины, в частности доказательства причастности ствола или его части пню на лесосеке и друг другу, оказывается очень сложной задачей, в силу огромных объемов ежегодно заготавливаемой древесины. В дополнение сказывается и ограниченность использования известных методов в силу их трудоемкости и сложности в результате высокой стоимости лабораторных работ, таких как дендрохронология [1,2] и ДНК анализ древесных растений. Действительно, если есть ресурсы

и идеология для создания системы подтверждения законности происхождения древесины путем сопоставления образцов и выявления их единства, то зачем оставаться в исследованиях и использовать методики далекие от абсолютной точности. С обоснованным научным подходом, возможно, добиться создания системы функционирующей без участия высококвалифицированных специалистов с большой долей ручного труда, зависящего от полуавтоматического оборудования и его настройки.

Возникшие вопросы и проблемы в этой отрасли, требуют глубокой проработки в области использования высокопроизводительных информационных систем, обеспечивающих высокую точность получаемых результатов, исключающих возникновение ошибок машинного и человеческих факторов. Естественно, что при больших объемах данных по древесине всей страны, и отдельно по каждому стволу и большому объему подводимых работ накопится огромное количество информации, требующее со временем все больше и больше вычислительной мощности аппаратных средств для ее обработки, что может превысить имеющиеся в распоряжении государства аппаратные средства. Для решения поставленных и возникших проблем разработана архитектура алгоритмов вычислительных процессов основанных на самообучаемости.

Для начала решения вопроса ускорения и повышения точности указанного выше процесса необходимо внести изменение в сам принцип получения информации и преобразование его в цифровой вид. Не переводить полученные с оптической аппаратуры, данные в растровые форматы и загружать полученное изображение в программные продукты, а работать напрямую с электронными сигналами, исходящими от оборудования, что позволит выстраивать модели и вероятности без вмешательства помех при конвертации цифровых сигналов в растровую форму, что особенно сильно сказывается на вероятности появления искажений в итоговых данных по снимкам срезов стволов деревьев или их кернов. По этим данным в дальнейшем строятся электронные био-информационного паспорта каждого ствола древесного растения.

Полученные данные по каждому срезу или керну необходимо обработать для сохранения в базу данных и здесь возникает еще одна идеологическая проблема программирования алгоритмов обработки. В силу биологических особенностей древесных растений на древесно-кольцевой информации могут возникать естественные «отметки» различного происхождения (сучки, механические или климатические повреждения), отражающиеся в нарушении целостности рисунков годичных колец. Для возможности решения таких задач, необходимо заложить в алгоритм обработки систему способную вычленять непонятные ей части и не отбрасывать их, а самостоятельно формировать новые ветви базы данных для дальнейшей автоматической обработки. Такой алгоритм, самостоятельно находящий пути решения заранее не заложенные в него задач

и является интеллектуальным подходом в процесс обработки, анализа и обработки информации.

Созданный алгоритм на основе самообучаемости и саморазвития самостоятельно находит все новые и новые пути поиска закономерностей в обработке информации биометрических параметров и древесно-кольцевой информации и последующего доступа к ней. Требуемая вычислительная мощность для функционирования системы не растет пропорционально увеличивающемуся объему обрабатываемой информации, за счет интеллектуальной системы многопоточности и рекурсивной системы доступа к информации. В процессе работы складывается модель постоянно «умнеющей», набирающей опыт программы по построению аналитической базы данных с целью дальнейшего использования не только по прямой связи, но и для корректировки уже существующих сохраненных моделей данных и сформированных персонализированных по каждому древесному стволу биоинформационных паспортов. Хранящаяся в базе данных интеллектуального алгоритма информация развивается по законам диалектики и в каждый момент времени находится в стадии обработки и постоянного саморазвития. Такая информация может использоваться не только в областях прикладного значения, но и научных исследованиях, представляя обширные возможности накопления и обработки накопленного опыта в конкретных областях науки. К примеру, система способна пересматривать и корректировать уже сформированные биоинформационные паспорта, по новым полученным данным, повышая точность и достоверность. Предлагаемый подход позволяет идентифицировать различия между биоинформационными паспортами с точностью до микронного уровня (чем больше набирается опыт системой, тем точность идентификации повышается).

В ходе разработки представленной модели искусственного интеллекта с прикладным применением в области лесного хозяйства, возникают этические вопросы, связанные с общей проблемой разработки искусственного интеллекта. Для «сдерживания» разрабатываемого алгоритма в определенных гранях саморазвития параллельно разрабатываются барьеры (программные табу), ограничивающие возможности ветвления алгоритма с системой самодиагностики и прерывания. В качестве контрольной меры в алгоритм отдельным независимым потоком положена система оповещения оператора-разработчика о степени общего и частного развития алгоритма, с созданием точек отката в предыдущие конфигурации до момента входа новых данных в общую базу данных системы.

Представленная модель успешно разрабатывается и апробируется в области научных исследований подтверждения законности происхождения древесины филиала ФБУ ВНИИЛМ «Сибирская лесная станция», г. Тюмень под руководством Заведующего сектором научно-технической информации А. И. Николаева.

Основные положительные стороны применения предложенной системы в сфере подтверждения законности происхождения древесины в РФ:

1. Интеллектуальная система лишена вероятности возникновения ошибок человеческого фактора при выполнении работ;
2. Алгоритм самообучаемости дописывает в свою базу данных параметры и ищет пути их решения ранее не заложенные в него разработчиком, что подтверждает интеллектуальность и самодостаточность;

3. Точность и невозможность изменить данные такой системы способны пресечь незаконные рубки на всех этапах заготовки древесины, сохраняющих древесно-кольцевую информацию;

4. Персоналицирование каждого древесного ствола, позволяющего учитывать всю заготавливаемую древесину;

5. Неограниченные возможности использования разработанного алгоритма в научных исследованиях и прикладных направлениях деятельности.

Литература:

1. Розанов, М. И. Возможности установления целого по частям при исследовании древесины и изделий из нее. Криминалистика и судебная экспертиза. Вып. 1. — Киев: Киевский НИИСЭ, 1964.
2. Розанов, М. И. Дендрохронологический метод идентификации древесины. Криминалистика и судебная экспертиза. Вып. 2. — Киев: Киевский НИИСЭ, 1965.

Трехмерная обучающая компьютерная игра «Симулятор выживания в лесу»

Радионова Анна Владимировна, преподаватель;
 Силичев Алексей Павлович, студент
 Петрозаводский государственный университет

В статье представлена трехмерная обучающая компьютерная игра «Симулятор выживания в лесу». Симулятор был разработан выпускником математического факультета ПетрГУ Силичевым Алексеем под руководством преподавателя кафедры теории и методики обучения математике и ИКТ в образовании ПетрГУ Радионовой А. В.

В современном мире компьютерными играми увлекаются и дети и взрослые. Однако компьютерные игры (особенно симуляторы) являются не только способом развлечения, они позволяют развивать, обучать, тренировать. На основе подобных игр проводятся исследования, отрабатывают навыки, которые сложно и опасно отработать в реальной жизни. Игры в отличие от книг и фильмов являются абсолютно интерактивными, позволяют глубже погрузиться в материал, применить на практике полученные знания. Интерактивное обучение, включая обучение на симуляторах, более эффективно, чем неинтерактивное обучение, например, просмотр текстов с графикой, видеороликов и т. п. Симулятор позволяет создать условия, максимально приближенные к реальным, в которых можно и нужно совершать ошибки для поиска наилучшего решения. В настоящее время симуляторы применяются в различных областях, примерами могут служить симуляторы вождения, авиасимуляторы, экономические и спортивные симуляторы.

Создание 3D-игр — это сложный процесс. В ходе разработки необходимо выбрать движок — основу игры, который определит, насколько реалистичной будет графика, физика, взаимодействие персонажа с окружающими предметами, также необходим 3D-редактор для создания

3D-моделей. Кроме того, понадобится написать на языке, поддерживаемом движком, AI (искусственный интеллект) для неигровых персонажей, разработать дизайн уровней, сюжет и многое другое.

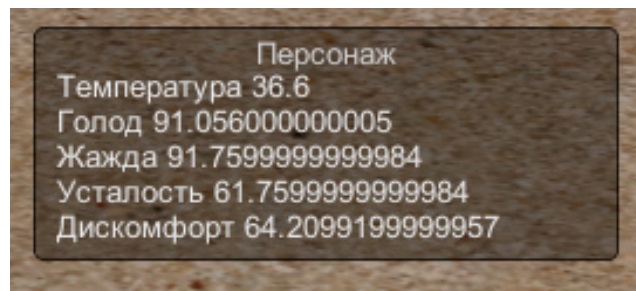
В рамках выпускной квалификационной работы студентом математического факультета Петрозаводского государственного университета Силичевым Алексеем была разработана трехмерная обучающая компьютерная игра «Симулятор выживания в лесу». «Симулятор выживания в лесу» представляет собой игру, формирующую знания, умения, навыки, которые могут пригодиться в походах, в случае вынужденного (автономного) пребывания в природной среде. Игра ориентирована на учащихся 7–8 классов (может быть использована в качестве цифрового образовательного ресурса в курсе «Основы безопасности жизнедеятельности»), также она будет полезна людям, интересующимся скаутингом и походами.

Программные средства разработки: игровой движок Unity и пакет трехмерной графики Blender. Unity является мультиплатформенным игровым движком с возможностью скриптинга на языках JavaScript, C# и Boo (диалект Python), поддержкой отложенного освещения и теней в реальном времени, встроенным генератором ландшафтов и встроенным редактором шейдеров. На данный

момент движок быстро развивается и активно поддерживается разработчиками со всего света.

Игровой процесс: главный герой оказывается на игровой локации, его задача — прожить как можно дольше, обеспечить себя едой, попытаться не замерзнуть и не получить тепловой удар. Игровая локация представляет собой остров размером 2.5 км², разработанный при помощи встроенного инструментария Unity. На острове случайным образом распределяются растения, ягоды, грибы, а также другие внутриигровые динамические и нединамические объекты, такие как бревна для постройки шалаша, камни, обломки корабля и другие объекты.

Игровой персонаж имеет ряд характеристик (голод, жажда, температура, усталость, дискомфорт), которые зависят от его взаимодействия с окружающими объектами.



Голодный персонаж будет уставать гораздо быстрее, а также быстрее замерзает, чувствовать себя дискомфортно. Жажда влияет на показатели аналогичным образом, но ее персонаж будет ощущать чаще, чем голод. Усталость влияет на физические действия, которые выполняет персонаж. Данный параметр зависит от всех остальных характеристик, а также от веса, переноси-



Рис. 1. Главное меню игры

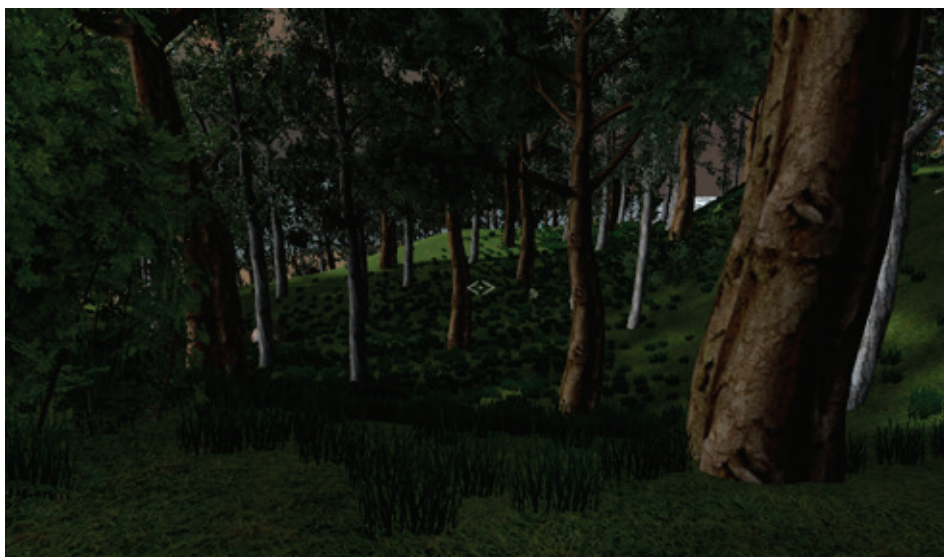


Рис. 2. Игровая локация

мого персонажем. Чтобы восстановить усталость, следует отдохнуть в сухом и теплом укрытии. Если температура персонажа опустится ниже 36° или поднимется выше 38°, то он начнет ощущать дискомфорт и может получить обморожение или тепловой удар. На параметр «Дискомфорт» влияют многие факторы: степень усталости, голод и жажда, температура. Если данный параметр достигает критического показателя, игрок проигрывает.

Собрав ветки, персонаж может разжечь костер, чтобы согреться. Игрок может построить шалаш из найденных на острове бревен, чтобы укрыться от солнца и отдохнуть.

Игроку необходимо найти и добавить в инвентарь растения, ягоды, грибы, которые он может использовать в качестве пищи.

Игрок сможет подробно рассмотреть найденные растения, а также прочитать описание тех характеристик, ко-

торые нельзя передать визуально. При этом не все ядовитые растения могут привести к мгновенной гибели, некоторые из них значительно ухудшат состояние персонажа, но не приведут к проигрышу.

Знания, умения, навыки, приобретенные учащимися после прохождения игры:

- Знания окружающей природы, полезных и ядовитых растений Карелии.
- Навыки борьбы за выживание.
- Умения сохранять энергию и правильно использовать внутренние ресурсы.

Разработанная игра может быть использована в качестве цифрового образовательного ресурса во время изучения раздела «Опасных ситуаций связанных с вынужденным автономным пребыванием в природных условиях» модуля «Основы безопасности личности, общества и государства» дисциплины ОБЖ. Симулятор



Рис. 3. Персонаж переносит бревно для создания шалаша



Рис. 4. Шалаш и костер



Рис. 5. Растения



Рис. 6. Инвентарь

может быть применен на мотивационном этапе урока с целью: выявить имеющийся запас ЗУН обучающихся перед изучением данного раздела, показать практическую значимость материала, побудить обучающихся к постановке познавательных вопросов, заинтересовать школьников. «Симулятор выживания в лесу» может использоваться в учебном процессе с целью закрепления изучаемого материала и выработки практических умений и навыков. Игра может быть использована на этапе контроля с целью проверки знаний ядовитых и полезных растений Карелии и умений применять их в жизненных ситуациях.

Данный симулятор может быть усовершенствован в части набора растений, интерактивных объектов, показателей и влияния на них окружающей среды, действий персонажа.

В данном виде симулятор представляет собой платформу с огромным количеством возможностей для разработки.

Игра «Симулятор выживания в лесу» размещена по адресу <http://kspu.karelia.ru/kafinfor/resources/web.html> (для запуска необходим Unity web player).

Управление:

- W — идти вперед,
- A — идти влево,
- S — идти назад,
- D — идти вправо,
- O — отобразить параметры персонажа,
- I — открыть инвентарь,
- E — кнопка контекстных действий,
- ЛКМ — подобрать предмет,
- ПКМ — открыть контекстное меню, бросить предмет.

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

Современное состояние и перспективы развития комбикормового производства в Республике Казахстан

Абдигапар Даниар Валерьевич, магистрант;
Данияров Нурлан Асылханович, доктор технических наук, доцент;
Сексенбаева Рысты Базаралиевна, кандидат технических наук, доцент;
Минбаев Жигер Сансызбаевич, магистрант
Казахский агротехнический университет имени с. Сейфуллина (г. Астана)

В данной статье рассматривается современное состояние и перспективы развития комбикормового производства в Республике Казахстане. Способы увеличения производства комбикормов.

Ключевые слова: зерно, комбикорм, дробилка, сырье.

В Казахстане имеются 20 самостоятельных предприятий, производственная мощность которых позволяет ежегодно вырабатывать около 1млн. тонн комбикормов. В системе агропромышленного комплекса также организовано производство комбикормов в 114 цехах общей мощностью 694 тыс. тонн в год, в том числе 98 цехов расположены в крестьянских и фермерских хозяйствах, остальные являются межхозяйственными.

По данным Госстатуправления республики объем производства комбикормов за последние годы ежегодно увеличивается на 5–7 %. В 2011г. выработано около 1,1 млн. тонн комбикормов, или на 6,9 % больше по сравнению с прошлым годом, в том числе для птицы — на 7,8 %, для КРС — на 6,2 %.

До 2008г. премиксы и белково-витаминно-минеральные концентраты (БВМК) в республику ввозились из-за рубежа. Но в последнее время ежегодно растут объемы этой продукции в нашей республике. В 2010г. производство БВМК по сравнению с 2008г. выросло в 2,6 раза — до 22 тыс. тонн, а в 2011г. — до 28 тыс. тонн. Такие же темпы роста наблюдаются и в производстве премиксов, которое в 2011г. составило 12,2 тыс. тонн, увеличившись по сравнению с 2010г. на 36,6 % [1, с. 125].

Однако, достигнутый уровень производства комбикормов не удовлетворяет потребности животноводства как в количественном, так и в качественном отношении. Их удельный вес в общем расходе концентрированных кормов не превышает 20 %, в то время как около 3,0 млн. тонн зерна используется в виде простых смесей или просто дробленным. Расчеты показывают, что к 2020г. для удовлетворения потребности животноводства, птицеводства и рыбоводства следует довести объем производства

полнорационных комбикормов в республике до 3,0 млн. тонн в год, т. е. увеличить в 3 раза.

Комбикормовая промышленность вырабатывает комбикорма практически для всех видов и возрастных групп сельскохозяйственных животных, птицы и рыб. Использование комбикормов позволяет сбалансировать потребность животных в питательных и биологически активных веществах. Известно, что при этом на 15...20 % и более увеличивается продуктивность животных, снижается расход комбикорма на единицу продукции, повышается качество продукции. Для достижения сбалансированности комбикормов в их состав вводится до 15 и более компонентов. При этом используется большое количество разнообразных видов сырья: зерновое и зернобобовое, продукты животного происхождения, побочные продукты различных отраслей пищевой и перерабатывающей промышленности, минеральное сырье, биологически активные добавки и др.

В Казахстане комбикормовые предприятия расположены в основном в областных центрах и городах. В этих населенных пунктах имеются также различные предприятия перерабатывающей промышленности. В первую очередь, это зерноперерабатывающие предприятия (мельзаводы, крупозаводы) и предприятия пищевой промышленности (мясоперерабатывающей, крахмалопаточной, консервной, масложировой, молочной, спиртовой и др.). Внедрение безотходных технологий на этих предприятиях с выработкой пригодных для ввода в комбикорма добавок позволит значительно расширить сырьевую базу комбикормового производства. Следует отметить, что во всех странах мира расходы на корма ежегодно увеличиваются. А ресурсы для их производства уменьшаются. При этом

многие компоненты комбикормов стали дефицитными, а некоторые используются на другие цели. Удорожание и сокращение традиционных энергетических ресурсов обусловило необходимость включения в рационы до 80 % и более зерновых компонентов, что приводит к несбалансированным комбикормам, и не обеспечивает биологической полноценной продукции. В связи с этим, поиск новых видов кормопродуктов и создание рациональной технологии эффективного использования сырьевых ресурсов является весьма актуальным. Актуальность этих вопросов становится все более очевидной в последние годы, когда рост продуктивности животных в республике серьезно сдерживается из-за слабой кормовой базы, недостатка белковых и энергетических кормов, биологически активных веществ, в результате чего допускаются грубые отклонения в составе рационов и комбикормов [2, с. 205].

Комбикормовые предприятия, построенные в республике в 1970–80-е гг. зачастую не способны обеспечить потребителя высококачественными кормами по доступным ценам. Поэтому, почти более половины этих мощностей простаивает. При этом многие животноводческие хозяйства вынуждены закупать комбикорма из-за рубежа. Сложная ситуация и с производством зернобобовых, которое и в лучшие годы обеспечивало менее половины потребности. За последние годы валовой сбор их в целом не превышает 150 тыс. тонн. Этого количества недостаточно, требуется не менее 600 тыс. тонн. Обеспеченность в кормах растительного и животного происхождения, микробиологического синтеза составляет всего лишь 8–10 %. А для эффективной работы животноводству нужно около 350 тыс. тонн соевого шрота. Если не принять соответствующие меры по увеличению их объемов производства, не создавать новые мощности по переработке масличных культур, пищевых отходов, то все это приведет к полной импортной сырьевой зависимости Казахстана. Затраты кормов на производство животноводческой продукции высокие по сравнению с нормативами в развитых странах. По-прежнему в составе комбикормов зерновые компоненты занимают более 75 %, а в странах ЕС — 30–40 %

Для покрытия потребности комбикормов на перспективу к 2020 г. предлагается строительство 28 комбикор-

мовых цехов мощностью до 100 тонн в сутки при глущинных хлебозаготовительных предприятиях и 72 цеха модульного типа мощностью до 20 тонн в смену при агропромышленных комплексах и фермерских хозяйствах. Кроме того, предстоит провести реконструкцию и техническое перевооружение 20 действующих комбикормовых предприятий и внедрить новые прогрессивные технологии.

Так как объемы производства комбикормов в ближайшие годы следует увеличить в 3 раза, в этой связи, мясоперерабатывающие предприятия Казахстана при полном использовании ресурсов могут поставить в год 7000 тонн сухих животных кормов, 650 тонн кормового или около 1000 тонн технического жира, 750 тонн мясного бульона.

Молочная промышленность на имеющихся мощностях может выпускать 3000 тонн сухого обезжиренного молока. До 4000 тонн мясокостной муки можно вырабатывать из туш павших животных и птицы. Для нужд животноводства можно использовать 300 тыс. тонн различных пищевых отходов в год. Кроме того, можно использовать свекловичный жом, фильтрационный осадок, барду и другие отходы. Использование всех отходов на корм скоту даст возможность получить в год дополнительно не менее 700 тыс. тонн кормовых единиц.

Чтобы, производимые в республике, комбикорма стали более качественными и конкурентоспособными, в первую очередь необходимо преодолеть зависимость отрасли от завозимого из-за рубежа сырья, государство должно стимулировать производство собственных высококачественных комбикормов субсидиями. Минсельхозу республики, научным организациям нужно предпринять меры к поиску местных альтернативных источников протеина; увязать структуры посевных площадей, подбор сортов зерновых, зернобобовых и масличных культур с потребностями комбикормовой промышленности. Для успешного выполнения задач по развитию животноводства республики необходимо создание прочной кормовой базы. Без сбалансированного кормления животных по протеину и по витаминно-аминокислотному составу все другие меры не дадут должного эффекта.

Литература:

1. Глебов, Л. А. Скорость удара полного измельчения зерна при производстве комбикормов. — Мукомольно-элеваторная и комбикормовая промышленность, 1993, №3.
2. Роба, Е. Л., Захарченко С. А., Бока А. А. Биологическая оценка комбикормов разной крупности для крупного рогатого скота. — М: Труды ВНИИ КП, 2000, вып 15.

Определение силы удара частицы о колосниковую поверхность с учетом динамической жесткости прядки

Авезов Мавлон Фазлиевич, доцент;
 Маджитов Зухриддин Завлиддинович, магистрант;
 Расулов Акмал Аскарлович, магистрант
 Бухарский инженерно-технический институт (Узбекистан)

Руководствуясь исследованиями (1, 2, 3, 4, 5), проведенными в этой области, нами сделана попытка определения расчетным путем силы удара волокнистой частицы различной массы /от 0,00075 кг до 0,000125 кг/ о направлятели колосников новой конструкции с учетом динамической жесткости прядки, от которой зависит время и максимальная величина силы удара.

Составляем уравнения для упругой модели с одной степенью свободы с учетом жесткостных характеристик без диссипации энергии

$$P_{max} = KX \tag{1}$$

где K — коэффициент жесткости прядки, кгс⁻²;
 X — деформация.

Из формулы (1) и учитывая, что $x = \frac{V_0^2 m}{P_{max}}$ имеем

$$K = \frac{P_{max}^2}{V_0^2 m} \tag{2}$$

Для одномассовой системы с одним упругим элементом /с одной степенью свободы/ без учета диссипации энергии известно

$$P_{уд} = \sqrt{K m} V_0 \tag{3}$$

Данные таблицы 1 полностью согласуются с этой формулой с незначительной разницей между экспериментальными и теоретическими результатами из — за наличия, вообще говоря, слабой нелинейности.

Результаты экспериментов по определению параметров удара и расчетные характеристики линейной модели

Кроме того, можно найти динамическую жесткость прядки, используя формулу

$$K = \frac{P_{уд}^2}{V_0^2 m} \tag{4}$$

С использованием ЭВМ получены значения K для различных скоростей и силы удара.

Из табл. 1 очевидно, что

$$K_{ср} = 0,58 \text{ кгс}^{-2}$$

Для линейной модели известно

$$t_{нар} = \frac{t_{уд}}{2} \tag{5}$$

откуда

$$t_{уд} = \frac{\pi \sqrt{m}}{\sqrt{K_{ср}}} \tag{6}$$

Однако, судя по формуле, общее время удара может быть равно сумме времени нарастания нагрузки $t_{нар}$ и времени спадания нагрузки $t_{сп}$, но больше, чем значения $t_{сп}$ больше, чем значения $t_{нар}$, что показывает послееударное затухание средств измерения, зависящее от свойств металла и размеров клочка /прядки/ (рис. 1)

Реальный клочок — система нелинейная и t убывает с ростом скорости, что говорит о том, что между силой и диссипацией клочка имеется нелинейная зависимость в виде

$$P = cx^n \tag{7}$$

где $n > 1$

По данным Бурнашева Р. З.

Таблица 1

| Скорость летучки /барана/ м ² /с | Вес клочка, кг | Сила удара, Н | Время нарастания нагрузки, С | Общее время удара, с | Коэффициент жесткости, кгс ⁻² | Расчетная сила удара, Н |
|---|----------------|---------------|------------------------------|----------------------|--|-------------------------|
| 7,7 | 0,000125 | 0,0669 | 0,0157 | 0,0423 | 0,695 | 0,0717 |
| 10,8 | 0,000125 | 0,0743 | 0,0143 | 0,0572 | 0,376 | 0,074 |
| 11,5 | 0,000125 | 0,0915 | 0,0122 | 0,0491 | 0,51 | 0,092 |
| 13,8 | 0,000125 | 0,1194 | 0,0105 | 0,0422 | 0,693 | 0,129 |
| 15,4 | 0,000125 | 0,134 | 0,0101 | 0,0414 | 0,625 | 0,136 |

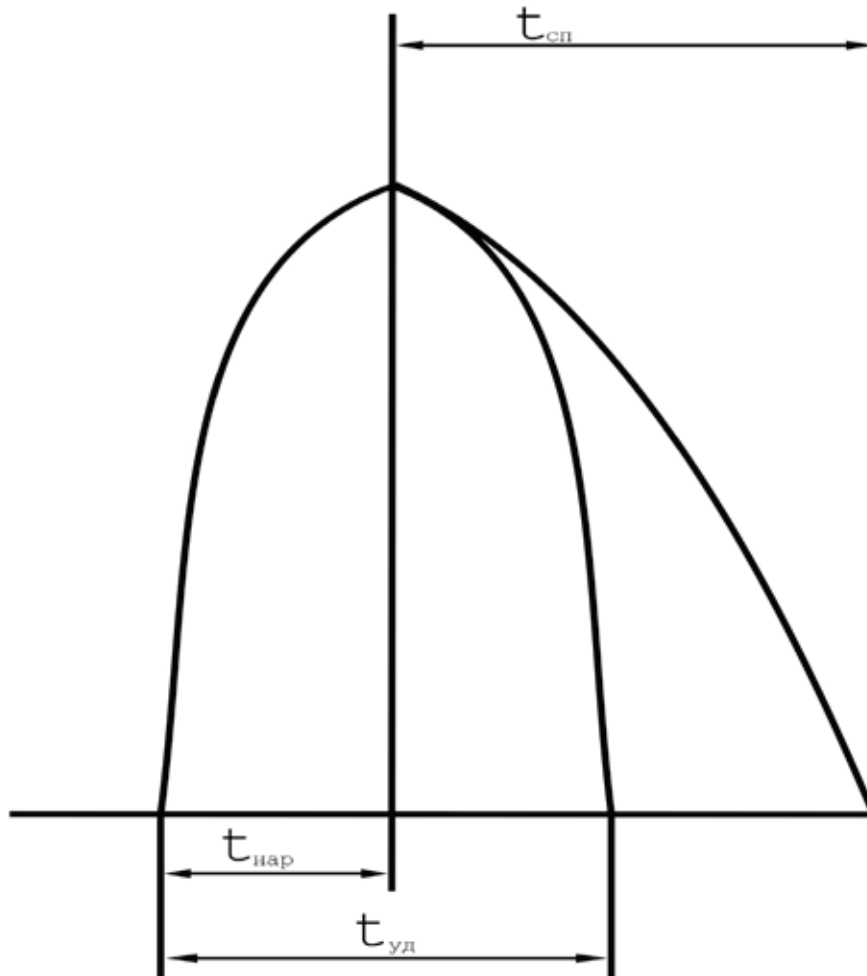


Рис. 1. Характеристика осциллограммы ударного взаимодействия клочка волокна с направителем

$$n = 1,1 + 1,4$$

для хлопка-сырца и нет никаких оснований считать, что здесь n иное — то же волокно и та же тенденции к уменьшению $t_{уд}$ с ростом V_0 .

Модель по формуле (7) решается, но удобнее с погрешностью до 20 % в инженерной оценке считать клочок линейной системой.

Об этом свидетельствуют и данные таблицы 1, где приведены расчетные значения силы удара.

Литература:

1. Сафаев, А. А. «Повышение эффективности хлопка-сырца тонковолокнистых сортов совершенствованием ударно рыхлительных устройств очистителей мелкого сора».
2. Исмаилов, А. А. «Повышение эффективности очистки хлопкового волокна».
3. Лугачев, А. Е. «Исследование основных элементов очистителей хлопка-сырца с целью повышения качественных показателей хлопка-сырца».

Модель прямого и косого удара хлопка-волокна о рабочие органы очистителя

Авезов Мавлон Фазлиевич, доцент;
 Маджитов Зухриддин Завлиддинович, магистрант;
 Расулов Акмал Аскарлович, магистрант
 Бухарский инженерно-технический институт (Узбекистан)

Рассмотрение этой задачи связано с условиями встречи частицы хлопка-волокна с рабочими очистителя, что дает представление о движении ее в зоне очистки.

Частица массой m движется со скоростью V_0 и ударяется о плоскую поверхность (рис. 1).

Если пренебречь трением, уравнение равновесия ленточки записываем согласно принципа Даламбера в виде

$$m \frac{d^2x}{dt^2} + cx = 0 \tag{1}$$

где C — коэффициент жесткости частицы;
 x — деформация волокнистого покрова волокнистой частицы;
 t — время.

Введем новую постоянную, представляющую собой частоту собственных колебаний частицы:

$$\rho = \sqrt{\frac{c}{m}} [c^{-1}] \tag{2}$$

Уравнение равновесия примет вид

$$\frac{d^2x}{dt^2} + \rho^2 x = 0 \tag{3}$$

Решение (3) запишется

$$x = A \sin \rho t + B \cos \rho t \text{ или } x = C \sin(\rho t + \varphi) \tag{4}$$

где A и B , C и φ — константы, зависящие от начальных условий при $t = 0$; $x = 0$ и $\frac{dx}{dt} = V_0$

Из уравнения (3) находим значения констант,

$$\text{т. е. } A = C = \frac{V_0}{\rho} \quad B = 0 \quad \varphi = 0$$

Тогда (4) примет вид

$$x = \frac{V_0}{\rho} \sin \rho t \tag{5}$$

Значение силы удара частицы о плоскую поверхность определяется по формуле

$$F_y = cx \tag{6}$$

Подставляя значения и объединяя (2), (5) и (6) запишем следующим образом

$$F_y = V_0 \sqrt{mc} \sin \rho t \tag{7}$$

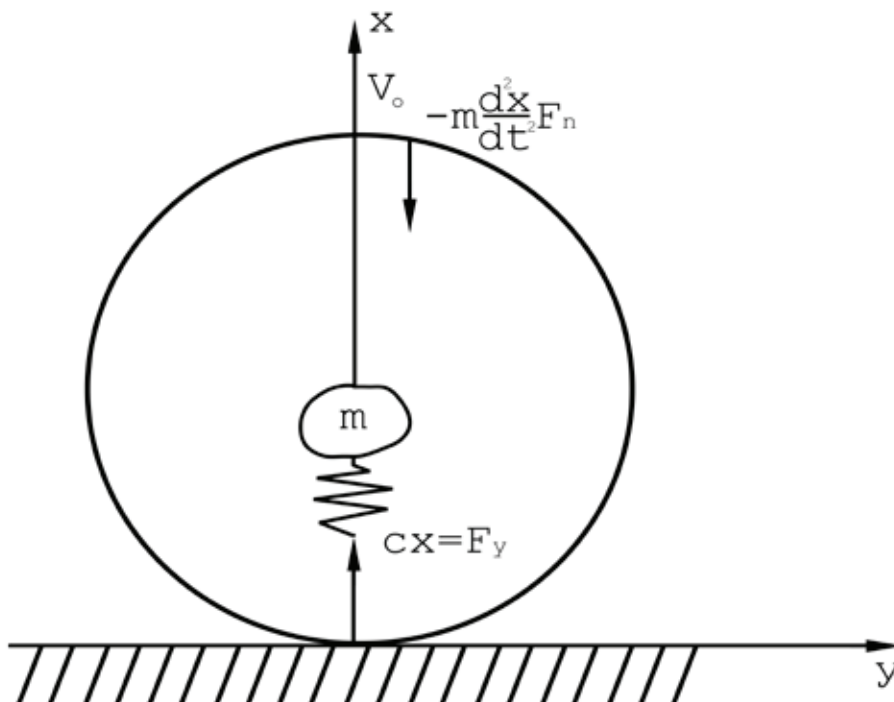


Рис. 1. Модель удара волокнистой частицы хлопка-волокна о рабочий орган очистителя

Максимальное значение силы удара с учетом скорости V_0 , массы m и коэффициента жесткости c частицы будет равно

$$F_{y_{max}} = V_0 \sqrt{mc} \quad (8)$$

Время соударения частицы хлопка — волокна с плоской поверхностью или как мы условились вначале, с рабочим органом очистителя мелкого определяется по формуле

$$t_{уд} = \frac{\pi}{\rho} = \frac{\pi\sqrt{m}}{\sqrt{c}} \quad (9)$$

Рассматривая вопрос взаимодействия частицы хлопка — волокна о плоской поверхностью, находим параметры взаимодействия клочка с рабочим органом очистителя (рис. 2) под некоторым углом (угол падения) к нормали β — к поверхности.

Как видно из рисунка соотношения между скоростями V_0 и V_n можно записать следующим образом

$$V_n = V_0 \cos \alpha = V_0 \sin \beta \quad (10)$$

Подставляя в формулу (1) и (8) и (7) где определены величины силы удара частицы о плоскую поверхность, находим максимальное значение силы удара $F_{y_{max}}$ для клочка, движущегося под углом α

$$F_{y_{max}} = V_0 \sqrt{mc} \cos \alpha \quad (11)$$

Максимальная деформация частицы, зависящая от скорости частоты собственных колебаний ρ , массы m и коэффициент жесткости c , будет равно

$$x_{max} = \frac{V_0}{\rho} \cos \alpha = \frac{V_0 \sqrt{m}}{\sqrt{c}} \cos \alpha \quad (12)$$

Время же удара в случае косоугольного удара остается тем же, что найдено из (9).

Здесь обязательно надо учесть, что величина значений $F_{y_{max}}$, x_{max} целиком и полностью зависит от величин — V_0 — скорости частицы, α — угла встречи клочка с рабочим органом машины, m — массы и коэффициента жесткости $c = \frac{1}{\delta} / \delta$ — коэффициент податливости/. Время же удара от V_0 и α не зависит.

Литература:

1. Бурнашев, Р. З., Лугачев А. Е. «Экспериментальное исследование ударного взаимодействия летучек хлопка — сырца с колосниками очистителя».
2. Аvezов, М. Ф., Бурнашев Р. З. «Анализ работы наклонного очистителя в условиях комбината».
3. Бурнашев, Р. З. «Теоретические основы технологии очистки хлопка-сырца». Дисс. Док. Тех. Наук. Кострома. 1983 г.

Вопросы разработки интервально-логических регуляторов на языках программирования стандарта IEC 61131-3

Антипин Андрей Федорович, кандидат технических наук, доцент
Стерлитамакский филиал Башкирского государственного университета

В статье описываются особенности создания программ многомерных интервально-логических регуляторов на языках стандарта IEC 61131-3 второй редакции.

Ключевые слова: многомерная система управления, интервально-логический регулятор, языки программирования стандарта IEC 61131-3.

Многомерные интервально-логические регуляторы [1, с. 30] с переменными в виде совокупности аргументов двужанговой логики (МИЛР) являются ступенью развития нечетких регуляторов в плане увеличения быстродействия автоматических систем управления и компенсации взаимного влияния контуров регулирования [2, с. 77].

В настоящее время практическое применение МИЛР сдерживается в связи с отсутствием надежных и эффек-

тивных алгоритмов их работы и, как следствие, испытаний в разных областях науки и техники.

Рассмотрим особенности программной реализации отдельных элементов (интервализаторов и деинтервализаторов) МИЛР на языках программирования контроллеров, описанных в международном стандарте IEC 61131-3.

На рис. 1, а и 1, б изображена числовая ось непрерывных физических величин $\#IN$, $\#OUT$ с расположен-

ными на ней термами $\#OUT_1$ — $\#OUT_N$, $\#IN_1$ — $\#IN_N$ интервализатора и деинтервализатора МИЛП соответственно.

Для реализации алгоритмов интервализации МИЛП на языках стандарта IEC 61131-3 следует использовать программные элементы сравнения для установки принадлежности какой-либо входной переменной МИЛП тому или иному интервалу значений. При этом не обязательно устанавливать степень принадлежности, т. к. это значение постоянно и равно единице.

Для реализации алгоритма деинтервализации на языках стандарта IEC 61131-3 требуется выполнить проверку условия: $IF \#IN_N = TRUE$, при выполнении которого выходной переменной $\#OUT$ будет присвоено соответствующее значение из числового интервала термина МИЛП, значение которого равно логической единице. Чёткое значение переменной $\#OUT$ определяется как функция $f(\#IN_{N-1}, \#IN_N)$. В данном случае также не обязательно указывать степень принадлежности переменной, т. к. это значение равно 1.

Язык FBD (от англ. Function Block Diagram — диаграмма функциональных блоков) — представляет собой графический язык для программирования схем, состоящих из совокупности функциональных блоков, связанных между собой через входы и выходы.

Пример реализации алгоритма интервализации непрерывной физической величины IN в диапазоне значений IN_0 — IN_N на языке FBD в среде TRACE MODE 6 изо-

бражен на рис. 2, откуда видно, что FBD-программа, по сути, представляет собой цепочку последовательно выполняемых функциональных блоков, предназначенных для обработки определенных функций («<» — сравнение, «X||Y» — логическое ИЛИ, «!X» — логическое НЕ, «MOVE» — пересылка значения).

Из рис. 2 следует, что с увеличением числа термов непрерывной физической величины IN в интервализаторе происходит пропорциональное увеличение числа стандартных функциональных блоков (сравнения, инверсии и др.).

Такая структура программы МИЛП в некоторой степени затрудняет дальнейшее редактирование интервализаторов в плане повышения суммарного числа термов непрерывных физических величин МИЛП и повышает её громоздкость.

Язык LAD (от англ. Ladder Diagram — многоступенчатая диаграмма) — представляет собой графический язык для программирования релейно-контактных схем, где логические выражения описываются в виде реле, и, в плане реализации алгоритмов интервализации и деинтервализации МИЛП, практически идентичен языку FBD.

На рис. 3 изображен пример реализации алгоритма деинтервализации непрерывной физической величины OUT в числовом диапазоне значений OUT_0 — OUT_N на языке LAD в среде SIMATIC STEP 7 в процессе имитации и мониторинга переменных МИЛП.

В качестве функции деинтервализации выбрана функция для определения среднего арифметического двух

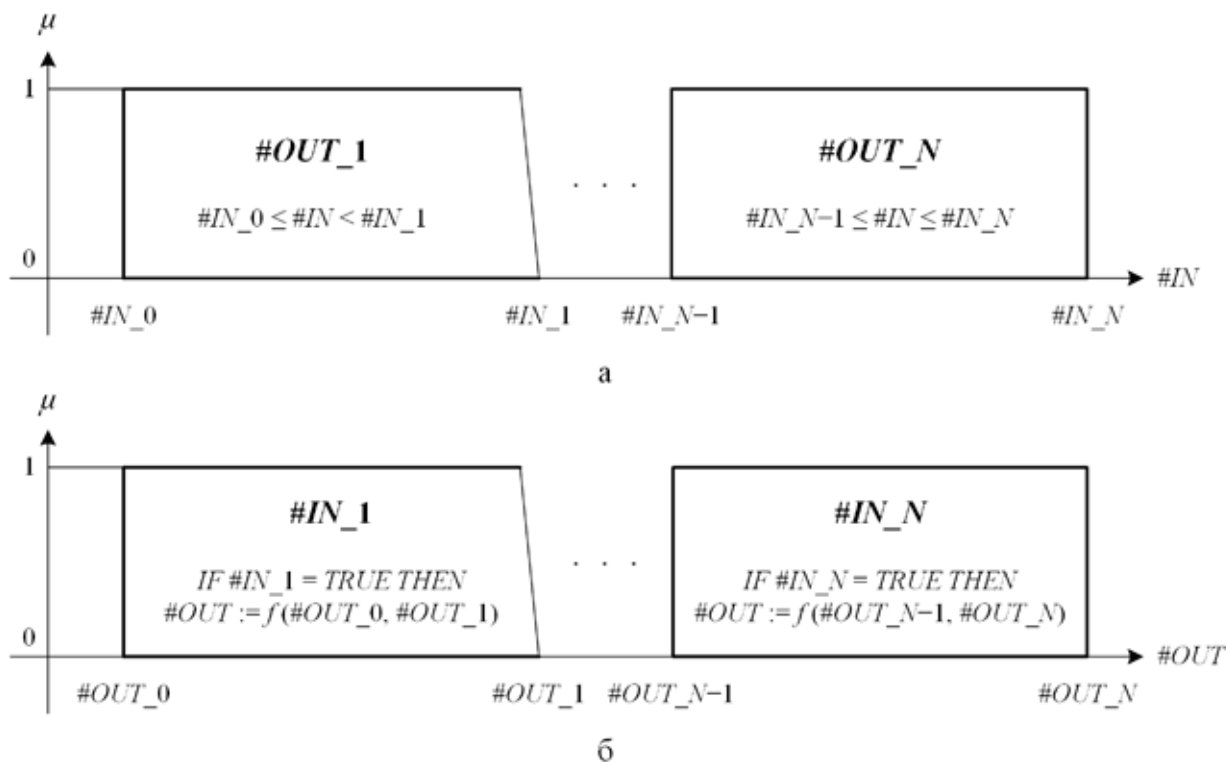


Рис. 1. Способ интерпретации непрерывных величин в виде совокупности термов: интервализатора (а) и деинтервализатора (б) МИЛП

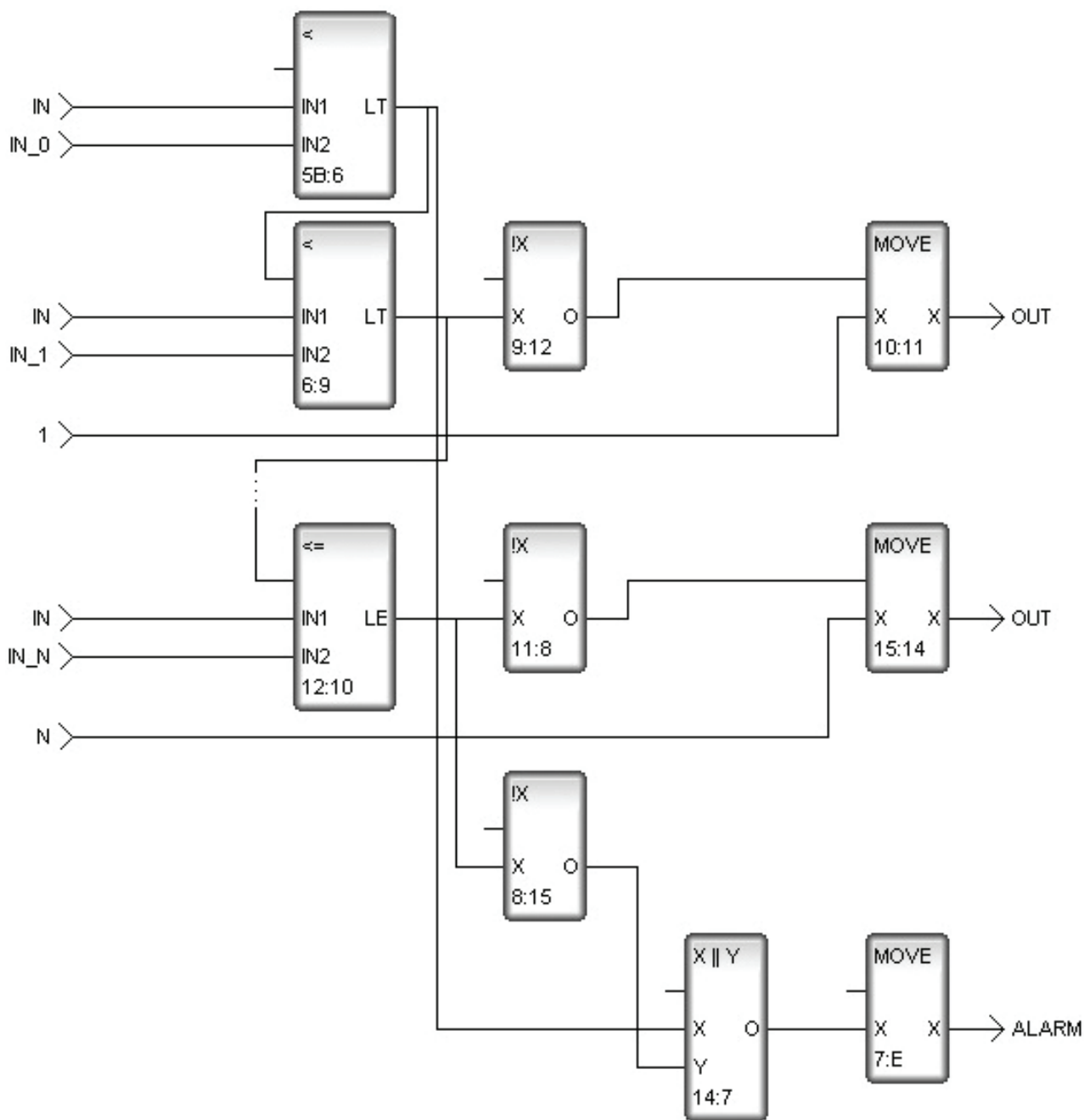


Рис. 2. Пример интервализации МИЛР на языке FBD в среде TRACE MODE

аргументов (блок DIV_R). В блоке ADD_R выполняется суммирование крайних значений интервалов термов, которые необходимо задавать непосредственно в структуре деинтервализатора.

Язык IL (от англ. Instruction List — список инструкций) — представляет собой текстовый язык для программирования мнемонических инструкций, внешне похожий на Assembler, который предоставляет гораздо больший набор инструкций, чем любой графический язык программирования, определённый стандартом IEC 61131-3.

На рис. 4 изображен пример реализации STEP-TIME алгоритма интервализации непрерывной физической величины IN в числовом диапазоне значений IN_0 — IN_N

на языке IL в среде разработки SIMATIC STEP 7. Необходимо отметить, что модификация языка IL в инструментальной среде SIMATIC STEP 7 имеет наименование STL (от англ. Statement List — лист операторов), а в среде TRACE MODE — Техно IL.

Текстовый язык высокого уровня ST (от англ. Structured Text — структурированный текст): Техно ST — в среде TRACE MODE и SCL — в среде SIMATIC STEP 7, объединяет в себе синтаксис языка Pascal и элементы, типичные для контроллеров, такие, как «вход (input)» и «выход (output)».

На рис. 5 представлен пример реализации блока логического вывода (БЛВ) на языке SCL в среде разработки SIMATIC STEP 7.

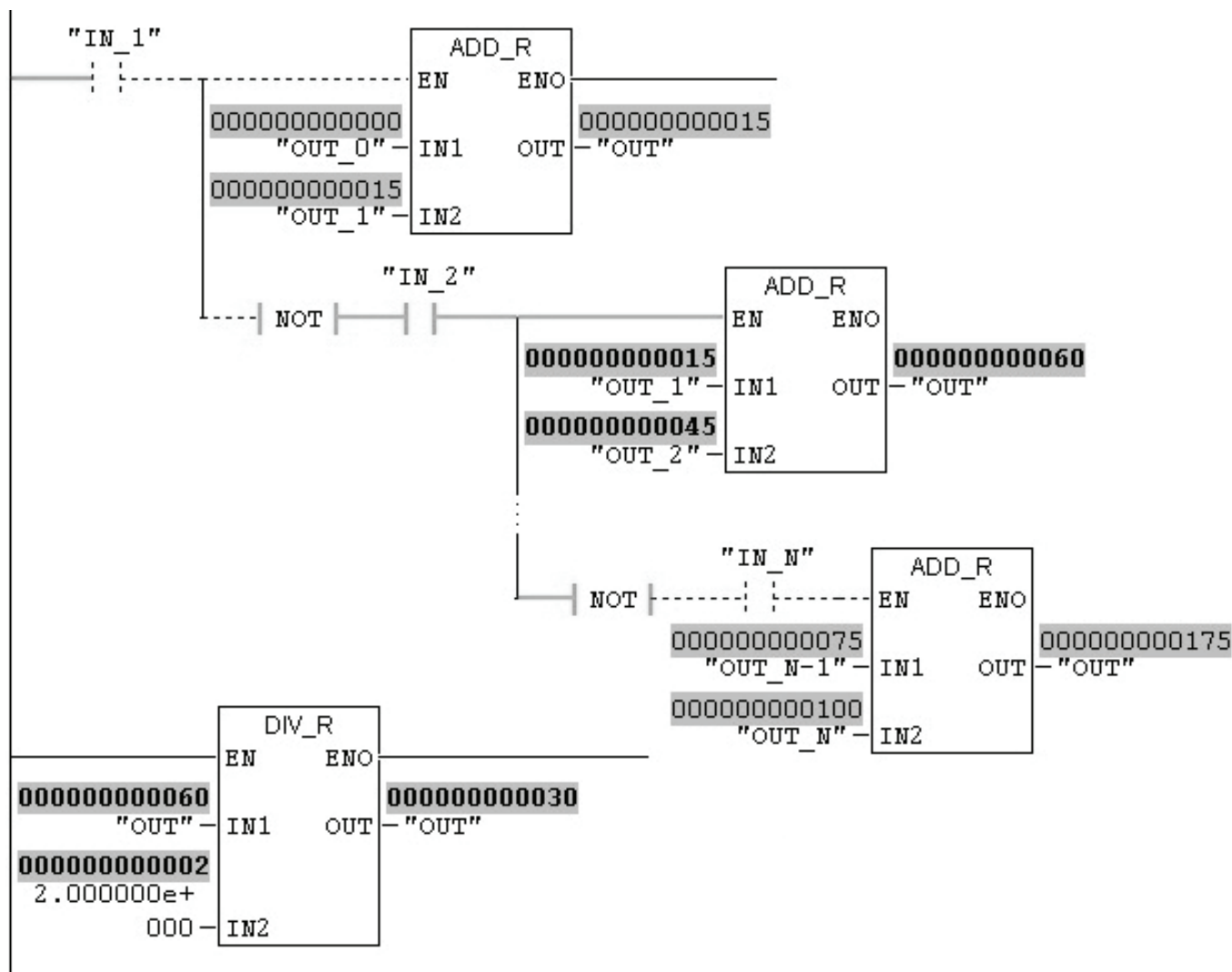


Рис. 3. Пример деинтервализации МИЛП на языке LAD в среде SIMATIC STEP 7

```

SET
SAVE
= L 0.1
L #IN
L #IN_0
<R
L #IN
L #IN_N
= L 0.2
>R
O L 0.2
JCN A7d0
SET
= #ALARM
JU A7d1

A7d0: CLR
= #ALARM
L #IN
L #IN_1
<=R
JCN A7d2
SET
= #OUT_1 ...
CLR
= #OUT_2
...
= #OUT_N
JU A7d1

A7d4: L #IN
L #IN_N-1
<=R
JCN A7d6
CLR
= #OUT_1
= #OUT_2
...
= #OUT_N-2
= #OUT_N
SET
= #OUT_N-1
JU A7d1

A7d6: CLR
= #OUT_01
= #OUT_02
...
= #OUT_N-1
SET
= #OUT_N
A7d1: CLR
A L 0.1
SAVE
BE
    
```

Рис. 4. Пример реализации STEP-TIME алгоритма интервализации МИЛП на языке программирования STL в среде разработки SIMATIC STEP 7

```

VAR_INPUT
  F_OUT: ARRAY [1..N] OF INT;
END_VAR
VAR_OUTPUT
  NUM: INT;
  ALARM: BOOL;
END_VAR
IF (F_OUT[1] = 0) OR
  ...
  (F_OUT[N] = 0)
  THEN ALARM := TRUE;
  NUM := 0;
  ELSE ALARM := FALSE;
  NUM := A[1]*F_OUT[1] + ...
  + A[N-1]*F_OUT[N-1] + F_OUT[N] - A[N];
END_IF;

```

Рис. 5. Пример реализации БЛВ МИЛР на языке SCL в среде SIMATIC STEP 7

Программы, написанные на текстовых языках (IL и ST) в ряде случаев практически невозможно транслировать на графические языки (FBD и LAD), определённые стандартом IEC 61131–3, но программы, написанные на гра-

фических языках, свободно транслируются на текстовые языки. Таким образом, для полноценной реализации МИЛР-программ наиболее оптимальным вариантом будет выбор текстовых языков стандарта IEC 61131–3.

Литература:

1. Антипин, А. Ф. Об одном способе анализа структуры многомерного четкого логического регулятора // Прикладная информатика. 2012. №5. с. 30–36.
2. Антипин, А. Ф. Сравнительный анализ быстродействия дискретно-логического регулятора // Программные продукты и системы. 2010. №1. с. 75–77.

Применение интеллектуальных технологий для анализа многомерных данных¹

Антипина Евгения Викторовна, кандидат физико-математических наук, доцент;
 Антипин Андрей Федорович, кандидат технических наук, доцент
 Стерлитамакский филиал Башкирского государственного университета

В статье рассматривается способ применения интеллектуальных нейросетевых технологий для анализа многомерных данных в пакете Matlab. Построена нейросетевая модель, адекватно воспроизводящая статистические данные.

Ключевые слова: нейронная сеть, интеллектуальные технологии, анализ многомерных данных.

Одной из важнейших задач математического моделирования деятельности любого предприятия является оценка его финансового состояния на основе статистических данных за отчетный период. Для составления описания деятельности предприятия применяют экономико-математические и статистические методы анализа, позволяющие получать математические модели, наиболее приближенные к эмпирическим данным.

В настоящее время одним из перспективных направлений моделирования экономических процессов является использование искусственных нейронных сетей, которые позволяют найти решение быстрее и эффективнее по сравнению с известными алгоритмами моделирования. Одним из преимуществ применения нейросетей является их способность работать с неполной информацией [1, с. 170].

Нейронная сеть — это система, состоящая из многих простых вычислительных элементов, или нейронов,

¹ Работа выполнена при поддержке гранта СФ БашГУ № В14–2.

определенным образом связанных между собой. Наиболее распространенными являются многослойные сети, в которых нейроны объединены в слои. Слой, в свою очередь, представляет собой совокупность нейронов, на которые в каждый момент времени параллельно поступает информация от других нейронов сети, т. е. выходы нейронов соединяются с входами других нейронов. После того как определено количество слоев и число элементов в каждом из них, нужно обучить сеть, т. е. найти значения для весов и порогов сети, которые минимизировали бы ошибку прогноза, выдаваемого сетью. Для этого существуют так называемые алгоритмы обучения. Ошибка для конкретной конфигурации сети определяется путем прогона через сеть всех имеющихся наблюдений и сравнения реально выдаваемых выходных значений с желаемыми (целевыми) значениями. По сути, процесс обучения представляет собой подгонку модели, которая реализует сеть, к имеющимся обучающим данным [2, с. 34].

Построим нейросетевую модель финансовых показателей для предприятия ОАО «Башинформсвязь», которое является одним из крупнейших операторов связи в уральском регионе и в стране. Статистические данные для построения модели взяты поквартально за период с 2006 года по 2013 год [3].

Значение чистой прибыли, в руб., от влияющих на нее факторов обозначим за Y — это зависимая переменная. В качестве объясняющих переменных возьмем следующие факторы, в рублях: X_1 — выручка; X_2 — себестоимость реализованных товаров и услуг; X_3 — коммерческие расходы; X_4 — прочие операционные доходы; X_5 — прочие операционные расходы; X_6 — дебиторская задолженность; X_7 — отложенные налоги; X_8 — нераспределенная прибыль.

Для выявления взаимосвязи между всеми переменными проведен корреляционный анализ. На основе анализа матрицы коэффициентов парной корреляции из модели исключаются такие факторы, как X_7 и X_8 .

Для построения нейросетевой модели использовано 6 входных факторов ($X_1 - X_6$), 1 выходное значение (Y), 31 наблюдение. Для получения достоверных результатов необходимо использовать нейросеть, аппроксими-

рующую исходные данные с максимальной степенью точности. Выбор архитектуры сети для решения конкретной задачи основывается на опыте разработчика. Для получения наилучшей сети проведем ряд экспериментов. Построим в Matlab нейросети с обратным распространением ошибки, т. к. они обладают хорошими обобщающими свойствами. Изменяя число скрытых слоев, число нейронов в слоях, функции активации нейронов выберем сеть с наилучшим значением общей среднеквадратической ошибки.

Создадим двухслойную однонаправленную сеть, предварительно нормализуя исходные значения финансовых показателей. Первый слой состоит из 20 нейронов с функциями активации ‘tansig’, второй слой содержит 1 нейрон с функцией активации ‘purelin’. Для обучения воспользуемся алгоритмом Левенберга-Маркара (‘trainlm’):

```
net=newff([-2.146 1.526; -1.140 2.498; -1.498
2.264; -2.591 2.130; -2.177 2.698],
[20 1],{'tansig' 'purelin'});
```

Обучим созданную сеть, используя функцию *train*:

```
net=train(net,INP,OUTP),
```

где *INP* — сформированный входной вектор из обучающей выборки, а *OUTP* — сформированный выходной вектор из обучающей выборки.

Для моделирования нейронной сети воспользуемся функцией *sim*:

```
Y=sim(net,X),
```

где *net* — сеть, *X* — вектор входных сигналов, *Y* — вектор выходных значений сети.

Для оценки качества сети рассчитана общая среднеквадратическая ошибка, значение которой менее 0,05 считается удовлетворительным [4, с. 1575].

Построим 9 нейросетей с одним скрытым слоем, изменяя типы функции активации и число нейронов от 7 до 20. Значения среднеквадратической ошибки этих сетей приведены в табл. 1.

На рис. 1 приведен график зависимости среднеквадратической ошибки от количества нейронов в скрытом слое. Отсюда видно, что для нейросетей №1–6 с увеличением числа нейронов скрытого слоя ошибка уменьшается, а для нейросетей №7–9, наоборот, увеличивается.

Таблица 1. Значение среднеквадратической ошибки для нейросетей с одним скрытым слоем

| Номер нейросети | Функция активации нейронов скрытого слоя/ выходного слоя | Количество нейронов в скрытом слое | Значение среднеквадратической ошибки |
|-----------------|--|------------------------------------|--------------------------------------|
| 1 | Tansig/ Purelin | 7 | 0,052 |
| 2 | | 17 | 0,013 |
| 3 | | 20 | 0,009 |
| 4 | Logsig/ Purelin | 7 | 0,083 |
| 5 | | 17 | 0,046 |
| 6 | | 20 | 0,031 |
| 7 | Purelin/ Purelin | 7 | 0,085 |
| 8 | | 17 | 0,091 |
| 9 | | 20 | 0,097 |

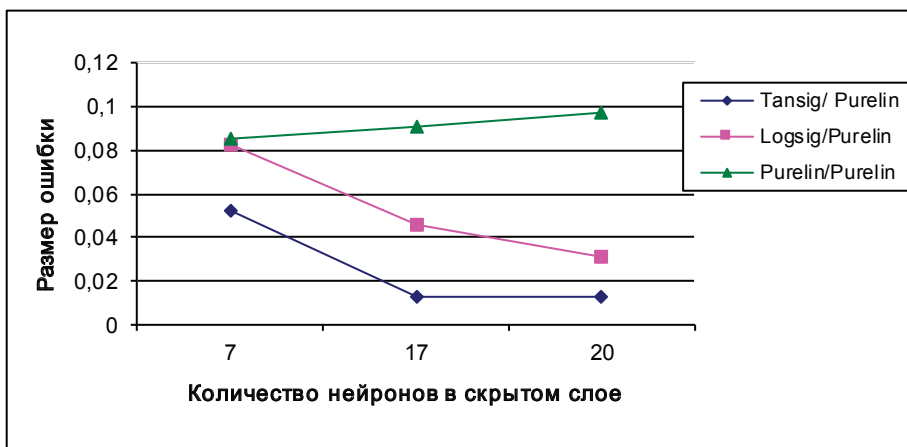


Рис. 1. График зависимости среднеквадратической ошибки от количества нейронов

Построим нейронные сети с двумя скрытыми слоями. В табл. 2 приведены значения среднеквадратических ошибок для нейросетей с двумя скрытыми слоями, количество нейронов на слое изменяется от 2 до 6, используются функции активации Tansig/ Tansig /Purelin и Logsig/ Tansig /Purelin.

Из рисунка 2 видно, что размер ошибки для сетей с функциями активации Logsig/ Tansig /Purelin ниже, чем для аналогичных сетей с функциями Tansig/ Tansig /Purelin.

Анализ полученных данных показал, что наилучшей сетью является сеть с архитектурой 6:20:1 (6 входных нейронов, 20 нейронов на 1 скрытом слое и 1 выходное значение), функциями активации Tansig/Purelin (среднеквадратическая ошибка равна 0,009). На рис. 3 представлены фактические значения финансовых показателей и значения, предоставляемые нейросетевой моделью.

Таблица 2. Значение среднеквадратической ошибки для нейросетей с двумя скрытыми слоями

| Номер нейросети | Функция активации нейронов 1 скрытого слоя/2 скрытого слоя/ выходного слоя | Количество нейронов в 1 скрытом слое | Количество нейронов во 2 скрытом слое | Значение среднеквадратической ошибки |
|-----------------|--|--------------------------------------|---------------------------------------|--------------------------------------|
| 1 | Tansig/ Tansig /Purelin | 2 | 2 | 0,085 |
| 2 | | 4 | 4 | 0,028 |
| 3 | | 2 | 6 | 0,043 |
| 4 | Logsig/ Tansig /Purelin | 2 | 2 | 0,084 |
| 5 | | 4 | 4 | 0,025 |
| 6 | | 2 | 6 | 0,039 |

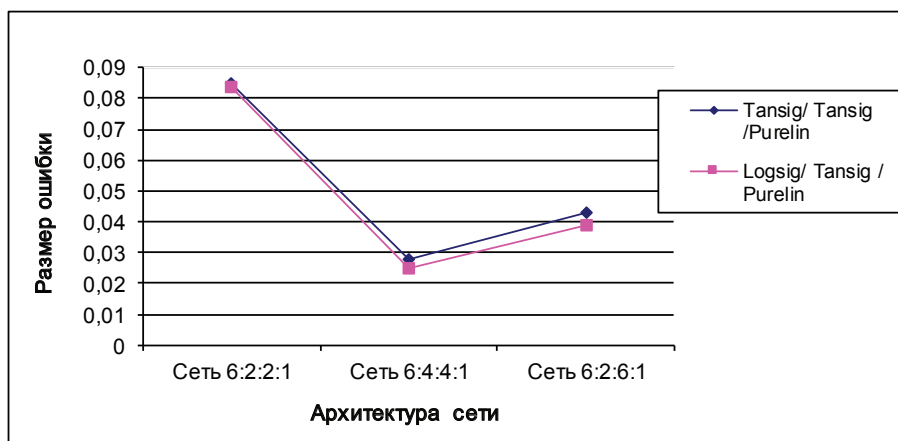


Рис. 2. График зависимости размера среднеквадратической ошибки от количества нейронов в скрытых слоях

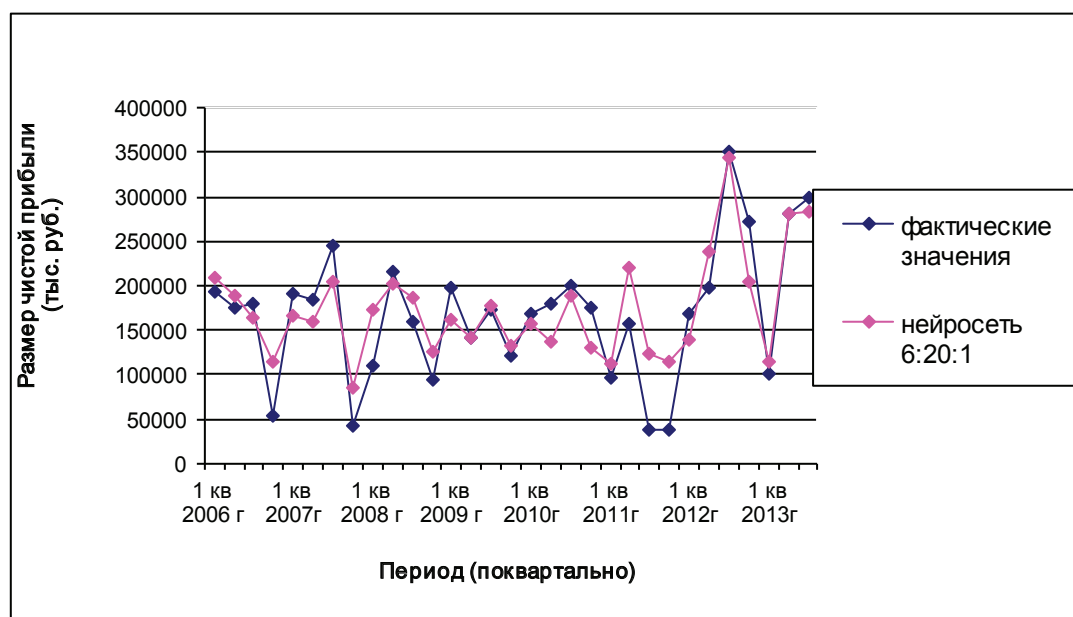


Рис. 3. Динамика чистой прибыли ОАО «Башинформсвязь»

Коэффициент детерминации R^2 , рассчитанный для нейросетевой модели 6:20:1, равен 0,971, что свидетельствует о том, что нейронная сеть достаточно хорошо описывает связь между входными и выходными значениями модели.

Таким образом, построенную нейросетевую модель финансовых показателей можно использовать для решения задач прогнозирования величины чистой прибыли и оптимизации финансовых показателей предприятия.

Литература:

1. Кравченко, М. Л., Грекова Т. И. Моделирование экономических систем с применением нейронных сетей // Вестник Томского государственного университета, 2006. — №290. — с. 169–172.
2. Степашина, Е. В. Оптимизация финансовых показателей предприятия на основе нейросетевой модели // Информационные системы и технологии, 2014. — №5. — с. 34–42.
3. Бухгалтерский баланс и приложения к нему ОАО «Башинформсвязь» [Электронный ресурс]. — URL: http://www.bashtel.ru/buh_ballance.php.
4. Antipin, A. F. A Computer-aided System for Designing Multidimensional Logic Controllers with Variables Representing a Set of Binary Logic Arguments // Automation and Remote Control, 2013. — No 9. — Vol. 74. — P. 1573–1581.

Обработка восстанавливаемых деталей абразивно-лезвийным способом

Бафоев Дустмурод Холмуродович, кандидат технических наук, доцент;
 Каландаров Наврузбек Олимбаевич, магистрант
 Бухарский инженерно-технологический институт (Узбекистан)

В данной статье приведены материалы о современных и перспективных способах восстановления и обработки деталей технологических машин.

Ключевые слова: ремонт, восстановление, обработка, дефект, абразивно-лезвийный способ, резание, шлифование.

Технический прогресс промышленности неразрывно связан с постоянным совершенствованием ремонтного производства. Одним из основных вопросов ремонтного производства является восстановление изношенных деталей технологических машин.

Наряду с восстановлением узкой номенклатуры основных и массовых деталей на поточных линиях особое место отводится широкой номенклатуре деталей, восстановление которых целесообразно на большинстве ремонтных предприятий. При этом важным условием явля-

ется их восстановление до уровня новых при относительно невысокой себестоимости.

Детали, подлежащие восстановлению, классифицируются в зависимости от их геометрической формы, характера и дефектов и общности технологической характеристики.

Все дефекты деталей технологических машин по видам изнашивающихся поверхностей подразделяются на следующие группы: износ цилиндрической наружной поверхности; износ конической и сферической поверхности; износ шлицев; износ пазов, канавок; износ, повреждение резьбы; износ отверстий, износ плоской, профильной и фасонной поверхности; износ зубьев цилиндрических и конических шестерен; трещины, изломы, скручивание, изгиб. Износ различных конструктивно-подобных групп деталей машин приблизительно от 0,01 до 10 мм. Наибольшее число деталей (около 83 %) имеет износ до 0,6 мм. Износ поверхностей деталей различных групп составляет примерно: цилиндрической 52 %; конической и сферической 3 %; шлицев 3 %; пазов, канавок 5 %; резьбы 10 %; плоской поверхности 1 %; зубьев шестерни 2 %; профильной, фасонной поверхности 1 %. Трещины и изломы наблюдаются у 9 % деталей; нарушение геометрии и формы у 13 % деталей.

В настоящее время детали технологических машин восстанавливаются различными высокоэффективными способами. Восстанавливаемые детали обрабатываются резанием, шлифованием, электрохимическим шлифованием, электроалмазным хонингованием, вибрационно-ленточным полированием и другими различными механическими способами. Одним из перспективных является абразивно-лезвийный способ, разработанный в Московском институте стали и сплавов.

Способ обработки заключается в разупрочнении наплавленного металла. Источником нагрева является специальный абразивный круг, работающий в режиме самозатачивания с дополнительным выделением тепла в контактную зону и расположенный таким образом с учетом режима резания лезвия. Это обеспечивает местный прогрев детали на глубину, не превышающую глубину резания. Оптимальные условия нагрева соответствуют минимальному теплоотводу в обрабатываемую деталь, что особенно важно. Тепло нагрева не поступает к передней поверхности резца.

В результате смещения круга по его высоте (на $1/3...1/2$ по отношению к поверхности резания резца) удаляется корка наплавленного металла, что позволяет вести резание восстанавливаемых деталей твердосплавным инструментом.

Обрабатывают детали кругами горячего прессования ЭФ МИСиС с характеристикой: ПП150X20X32, 38A200ВТБ. Резец, оснащенный напайкой пластиной твердого сплава ВК8, имеет следующие геометрические размеры: главный передний угол $\gamma = 0$; главный задний угол $\alpha = 8^\circ$; углы в плане $\varphi = \varphi_1 = 45^\circ$.

Скорость резания при обработке составляет 8 м/мин. Скорость шлифования 47 м/с. Диапазон регулирования усилия прижима круга 10...500 Н.

От абразивного круга требуется высокое тепловыделение в зоне контакта с обрабатываемым материалом, т. е. он должен работать аналогично диску трения. С другой стороны, круг должен обеспечивать интенсивный съём металла на глубину $\sim 1,5$ мм для удаления корки. Оба эти требования должны выполняться при условии высокой стойкости инструмента.

Производительность при абразивно-лезвийной обработке повышается в результате увеличения скорости резания и подачи, что в свою очередь, создает ограничения по пластической износостойкости инструмента.

Производительность при абразивно-лезвийном способе равна

$$Q_{a.l} = Q_l + Q_{ш} \quad (1)$$

где Q_l — съём металла в минуту резцом, г/мин;

$$Q_l = \gamma \cdot \vartheta \cdot S \cdot t_l \quad (2)$$

здесь γ — плотность обрабатываемого металла, г/см³;

ϑ — скорость резания, м/мин;

S — подача, мм/об;

t_l — глубина резания, мм;

$Q_{ш}$ — съём металла в минуту абразивным кругом, г/мин.

$$Q_{ш} = \gamma \cdot \vartheta_d \cdot S_0 \cdot t_{ш} \quad (3)$$

здесь $\vartheta_d = \vartheta$ — скорость вращения восстанавливаемой детали, м/мин;

$S_0 = S$ — подача, мм/об;

$t_{ш}$ — глубина шлифования, мм.

Литература:

1. Худых, М. И. Ремонт текстильных машин. Изд.3-е. М.: «Легкая индустрия», 1991 г.
2. П. А. Большаков. «Справочник по ремонту, наладке и эксплуатации оборудования обувных предприятий». М., 1982.

Выбор и расчет расхода смазочных материалов для подшипников скольжения

Бафоев Дустмурод Холмуродович, кандидат технических наук, доцент;
Каландаров Наврузбек Олимбаевич, магистрант
Бухарский инженерно-технологический институт (Узбекистан)

В данной статье представлена работа выбора и расчет расхода смазочных материалов для подшипников скольжения.

Ключевые слова: смазочные материалы, динамическая вязкость, условная вязкость, подшипники скольжения, потребность в масле.

Машиностроительное предприятие обычно указывает рекомендуемый для каждой машины сорт масла или смазки, исходя из нормальных условий эксплуатации, но часто из-за специфических местных условий и рабочего режима приходится заново подбирать сорт масла и смазочного материала. Выбор смазочного материала производится также в следующих случаях: для вновь проектируемых, изготавливаемых и модернизируемых машин; для действующего оборудования при резком изменении рабочего режима или температуры.

Задача заключается в том, чтобы выбранный смазочный материал создавал между трущимися поверхностями прочный масляный слой необходимой толщины, который разделял бы эти поверхности, уменьшал трение и предотвращал преждевременный износ, заменяя трение рабочих поверхностей трением слоев смазки. Этот масляный слой не должен выдавливаться из зазоров при данных температуре, частоте вращения и давлении. Кроме того, масло должно предохранять трущиеся поверхности от коррозии и предупреждать их нагрев. Сам смазочный материал не должен при этом окисляться под действием металла и воздуха, высыхать с образованием твердых пленок и не должен оказывать вредного действия на кожу рук, органы дыхания и зрения у обслуживающего персонала.

Выбор масла по степени очистки производится в зависимости от его целевого назначения. Так, для циркуляционной смазки масло должно быть высокоочищенным, а для проточной, ручной смазки или смазки погружением в масляную ванну может быть применено масло менее очищенное.

Необходимые смазочные материалы для подшипников скольжения можно выбрать, рассчитав динамическую вязкость масла, обеспечивающего жидкостное трение при определенных условиях работы подшипника, с учетом требований эксплуатации, качества масла и др.

Такой расчет базируется на выводах гидродинамической теории смазки, разработанной Н. П. Петровым и обосновывающей зависимость между режимами работы подшипника (частота вращения, нагрузка, температура), конструктивными элементами пары трения (диаметр цапфы, длина подшипника, зазор между внутренней поверхностью втулки и валом) и динамической вязкостью масла.

Для этой цели можно воспользоваться формулой

$$\eta\eta = \frac{9,8P}{3380000d \cdot 3,4(l:d)n} \quad (1)$$

где $\eta\eta$ – динамическая вязкость, Па·с;

P – нагрузка на подшипник, Н;

d – диаметр цапфы, м;

$l:d$ – отношение длины подшипника к его диаметру;

n – частота вращения вала, об/мин.

После преобразований формула (1) примет вид

$$\eta\eta = \frac{9,8 \cdot 15}{33,8d \cdot 0,4(l:d)n} \quad (2)$$

Температура смазочного слоя подшипника $T, ^\circ\text{C}$, в зависимости от динамической вязкости масла может быть определена по формуле Э.Фальца:

$$T = t + \sqrt[2,6]{\frac{P \cdot n^3 \cdot \eta\eta}{9600 \cdot a^2 \cdot (l/d)}} \quad (3)$$

где: t – температура окружающей среды, $^\circ\text{C}$

P – нагрузка на подшипник, Н;

n – частота вращения вала, об/мин.

$\eta\eta$ – динамическая вязкость, Па·с;

l/d – отношение длины подшипника к его диаметру;

a – коэффициент лучеиспускания. Для мелких и средних подшипников $a = 1$.

После преобразований получим:

$$T = t + \sqrt[2,6]{\frac{d^3 \cdot n^3 \cdot \eta\eta}{6400 \cdot a^2 \cdot (l/d)}} \quad (4)$$

Условная вязкость $ВУ$ при $t = 50 ^\circ\text{C}$ по формуле равна

$$ВУ = \frac{\eta\eta}{\left(\frac{t_{50}}{t_n}\right)^{2,6}} \quad (5)$$

Потребность в масле для подшипников скольжения, имеющих капельную или фитильную системы смазки, может быть рассчитана по формуле:

$$Q = \frac{0,3P(D-d)^3}{(l:d)\eta\eta} \quad (6)$$

где: Q — потребность в масле, л/мин;
 $D - d$ — диаметральный зазор, м;
 P — давление, Па;
 n — частота вращения вала, об/мин;
 $\eta\eta$ — динамическая вязкость, Па · с, при рабочей температуре;

l/d — отношение длины внутренней поверхности подшипника к его диаметру.

После преобразований получим:

$$Q = \frac{d^4}{30000 \cdot l^2 \cdot \eta\eta} \quad (7)$$

где: d — диаметр вала, м;
 l — длина подшипника, м.

Следует отметить, что рассчитанная таким образом потребность масла для подшипника скольжения обычно получается несколько завышенной по сравнению с фактической и справедливой при обеспечении жидкостного трения.

Литература:

1. Худых, М. И. Ремонт текстильных машин. Изд.3-е. М.:«Легкая индустрия»,1991 г.
2. П. А. Большаков. «Справочник по ремонту, наладке и эксплуатации оборудования обувных предприятий». М., 1982.

Потребный расход масла для подшипника скольжения с ручной фитильной и капельной смазкой можно определить, исходя из количества масла, одновременно заливаемого в зазор между подшипником и валом по формуле:

$$Q = \frac{\pi \cdot (D^2 - d^2) \cdot l \cdot \rho}{4} \quad (8)$$

где: Q — количество заливаемого масла, кг;
 D — диаметр подшипника, м;
 d — диаметр вала, м;
 l — длина подшипника, м;
 ρ — плотность масла ($\rho = 0,9 \cdot 10^{-3} \text{ кг/м}^3$).

Изложенная выше методика подбора и расчёта расхода смазочных материалов может применяться для таких пар трения, как эксцентрик и шатун, палец кривошипа и головка шатуна, шарнирные винты в сопряжении с головками шатунов или рычагов и т. д.

Вычисленная потребность масла для определённого сопряжения должна быть уменьшена в 4–6 раз в зависимости от условий работы машины, т. е. от частоты вращения главного вала машины, плотности и толщины тканей, длины шва и т. д.

Следует помнить, что по потребности масла для одной пары трения нельзя выбрать сорт масла для всей машины. Нужно просчитать несколько сопряжений и принять среднюю величину условной вязкости, а затем по ней выбрать сорт масла.

Эффективное устройство для нанесения полимерной композиции на стачиваемые детали одежды

Бехбудов Шавкат Хусенович, ассистент;
 Гайибова Умида Самадовна, магистрант
 Бухарский инженерно-технологический институт (Узбекистан)

В статье приводятся конструктивные особенности и принцип работы нового эффективного устройства для нанесения полимерной композиции на стачиваемые детали одежды.

The paper presents the design features and operation of a new efficient device for applying the polymer composition to stitch clothing items.

В существующей конструкции устройства для нанесения полимерной композиции по срезам деталей швейных изделий в пошивочном производстве взамен обмётывания для закрепления срезов от осыпания фиксируются определенные недостатки. Устройство содержит систему

подачи жидкофазного полимера, узел нанесения полимера на срезы деталей швейного изделия, опору для размещения изделия с зубчатой рейкой для его перемещения [1,2]. Жидкофазный полимер наносится на срезы деталей контактным способом с помощью встречных вращающихся

роликов, один из которых имеет специальную геометрию на ободке, а другой, имеющий губчатое полиуретановое покрытие, подпитывается полимерной композицией.

Недостатком аналогов является то, что данные устройства наносят полимерную композицию только на один слой ткани, а также то, что толщина наносимого полимерного покрытия может иметь различную толщину за счет неоднородности обрабатываемых материалов и не чётко ограниченную ширину полимерного покрытия.

Использование данной конструкции для закрепления нитей ткани по швам для предохранения от раздвигаемости возможно (нанесение полимерной композиции выполняется на данной установке, а стачивание деталей кроя на другом оборудовании), но это потребовало бы дополнительного оборудования, переместительных приёмов и удлинит технологический процесс изготовления одежды.

Поэтому нами рекомендуется устройство для нанесения полимерной композиции определённой ширины и толщины в процессе стачивания, при изменении плотности и толщины стачиваемых материалов за счет выполнения встречно вращающихся роликов с упругими элементами определенной жесткости. Конструкция поясняется чертежом, где на фиг.1, изображен общий вид устройства для нанесения полимерной композиции на стачиваемые детали кроя, а в сечении А-А представлена схема установки составных роликов.

Предлагаемое устройство работает следующим образом. Стачиваемые материалы 15 поступают под взаимно вращающиеся верхний 2 и нижний 3 составные ролики, установленные на валах 4 и 8, связанных с корпусом 1. В процессе продвижения тканей 15 из верхней ванны 13 через питающую трубку 11, полимерный композит поступает к пористой поверхности втулки 7 верхнего вращающегося ролика

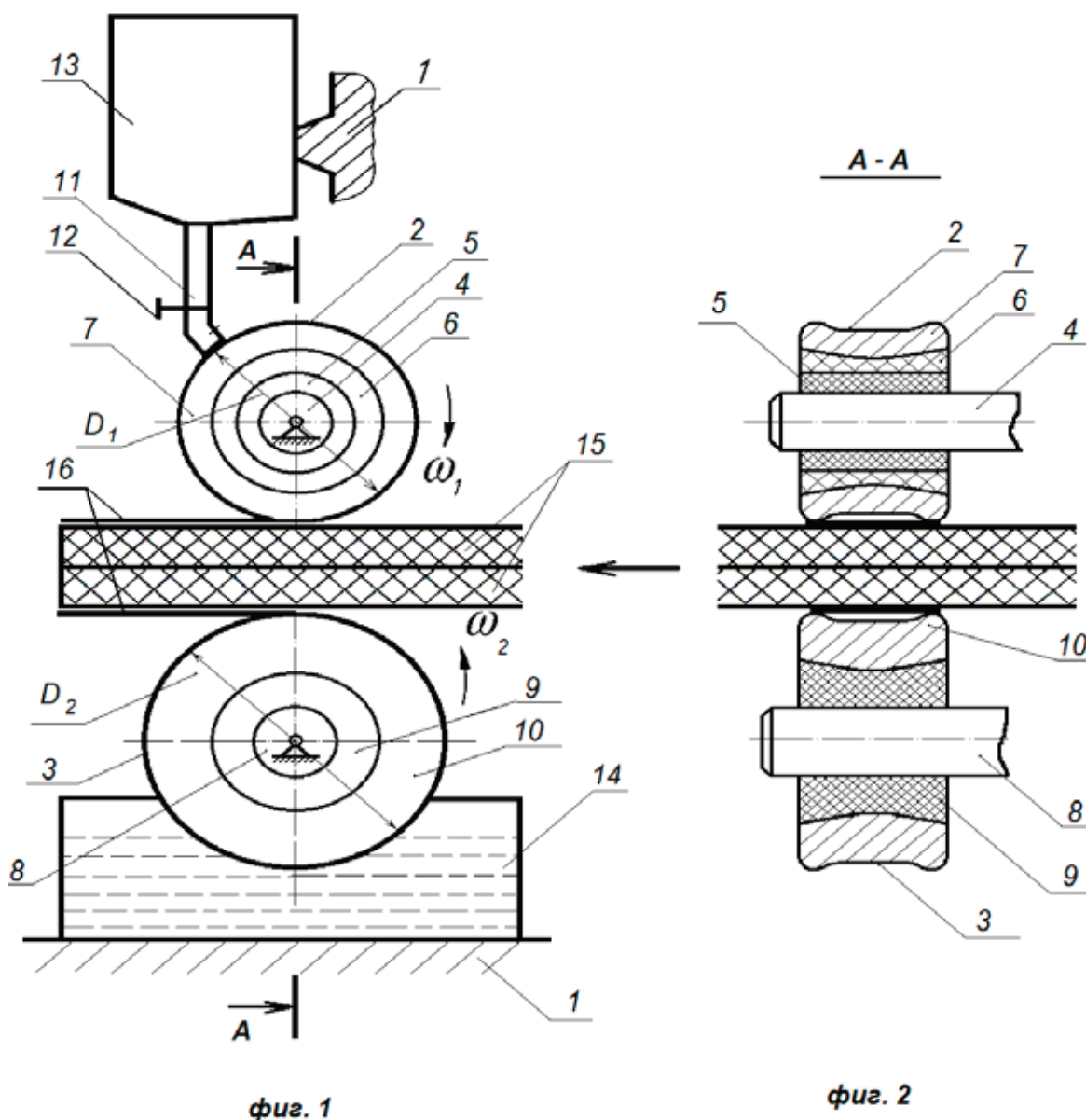


Рис. 1. Устройство для нанесения полимерной композиции на стачиваемые детали одежды

2, и наносится на верхнюю ткань 15 в виде плёнки 16. Подача полимерной композиции регулируется с помощью регулятора 12. На нижний слой стачиваемых материалов 15 полимерная композиция 16 наносится посредством втулки 10 нижнего вращающегося ролика 3, имеющего также пористую поверхность и частично утопленного в растворе полимерной композиции в нижней ванночке 14. В процессе стачивания, полимерная композиция 16 наносится полосой шириной 15–18 мм, таким образом, чтобы шов находился в центре полосы. В процессе нанесения полимерного композита 16, из-за неоднородности (изменение плотности и толщины) стачиваемых материалов 15, втулки 7 и 10 копируют эти неровности за счет деформации упругих втулок 5,6,9 вращающихся роликов 2 и 3. При этом верхний ролик 2, за счет своей массы, имеет большее давление на материалы 15, нежели нижний ролик 3. Масса нижнего ролика 3 не влияет на силу давления на стачиваемые материалы 15. За счёт дополнительной деформации упругой втулки 5 из твёрдой резины в достаточной степени уменьшается сила давления

ролика 2 на материалы 15. При этом обеспечиваются одинаковые силы давления роликов 2 и 3 на стачиваемые материалы 15, тем самым обеспечивая равномерное нанесение полимерной композиции 16 на стачиваемые детали одежды. Вогнутые криволинейные формы наружных поверхностей упругих втулок 6 и 9 обеспечивают центрирование вращающихся роликов 2 и 3, обеспечивая ровные полосы наносимых полимерных композиций 16 вдоль шва стачиваемых материалов 15. Таким образом, обеспечивается равномерное нанесение полимерных покрытий 16 на стачиваемые материалы 15, как по ширине полосы, так и по толщине покрытий 16.

Предлагаемая конструкция обеспечивает надёжное закрепление нитей ткани от раздвигаемости по швам с помощью полимерной композиции, при одновременном уменьшении трудоёмкости обработки. Улучшение прочности ниточных соединений улучшит качество швейных изделий из тканей с высокой раздвигаемостью нитей (переменная плотность и толщина) и увеличит срок их эксплуатации.

Литература:

1. В. В. Веселов, И. Д. Горбунов, И. В. Молькова. Устройство для нанесения жидкофазного полимера на срезы деталей кроя. Известия вузов. Технология текстильной промышленности. — 2007, №3. С 97–99.
2. В. В. Веселов, Г. В. Колотилова. Химизация технологических процессов швейных предприятий: Учебник / Под редакцией В. В. Веселова. — Иваново: ИГТА, 1999.

Разгрузка кинематических пар кривошипно-ползунного механизма иглы

Бехбудов Шавкат Хусенович, ассистент;
Мухамеджанова Сабрина Джамолитдиновна, магистрант;
Гайибова Умида Самадовна, магистрант
Бухарский инженерно-технический институт (Узбекистан)

Для определенности изложения все выкладки сделаны для плоского центрального кривошипно-ползунного механизма.

Движение точки B ползуна будем рассматривать в неподвижной системе отсчета XBY . Определим ускорение точки B ползуна в крайних ее положениях B_1 и B_2 , полагая, что кривошип вращается равномерно со скоростью ω .

Из рис. 1 можно получить зависимость между скоростями точек B и A :

$$V_B = V_A \frac{Ob}{OA}$$

где: Ob — отрезок, отсекаемый на прямой OY_1 являющийся продолжением оси симметрии шатуна.

Ускорение точки B можно определить выражением:

$$\alpha = \omega k_1 \frac{dy}{dt},$$

$$y = Ob.$$

$$y = (OA + AB - x) \operatorname{tg} \beta,$$

то

$$\alpha = \omega k_1 \left[-\frac{dx}{dt} \operatorname{tg} \beta + (OA + AB - x) \frac{1}{\cos^2 \beta} \frac{d\beta}{dt} \right] \quad (1)$$

где: k_1 — масштабный коэффициент для $y = Ob$

Из формулы (1) видно, что

$$OA \sin \alpha = AB \sin \beta,$$

$$OA \cos \alpha \frac{d\alpha}{dt} = AB \cos \beta \frac{d\beta}{dt}$$

поэтому:

для правого крайнего положения точки B имеем:

$$\alpha = 0; \beta = 0; \chi = 0;$$

$$\frac{dx}{dt} = 0; \frac{d\beta}{dt} = \lambda \omega,$$

где: $\lambda = r/l$ — геометрический параметр механизма.

Аналогично:

для левого крайнего положения точки В имеем:

$$\alpha = 180^\circ; \beta = 0; \chi = 2r;$$

$$\frac{dx}{dt} = 0; \frac{d\beta}{dt} = -\lambda\omega,$$

В соответствии с этим по формуле (1) найдем ускорения точки В ползуна в правом и левом крайних положениях:

$$\alpha_n = r\omega^2(1+\lambda); \alpha_n = -r\omega^2(1-\lambda);$$

Как известно, график функции имеет вид:

$$\alpha = f(S),$$

где: $S = k_1x$, — можно с достаточной точностью принять за параболу, которая проходит через точки $\xi_1(2k_1OA; a_n / k_1\omega^2)$ и $d_1(0; a_n / k_1\omega^2)$, а касательные к параболе в этих точках пересекаются в точке $g_1(k_1x_f; 3\lambda r\omega^2 / k_1\omega^2)$, где: k_1x_f представляет абсциссу

точки пересечения прямой d_1e_1 с осью направляющей (рис. 2).

Уравновешивание вращающихся масс.

Центр масс подвижных звеньев механизма определим вектором

$$\overline{OS} = \sum_{i=1}^3 \overline{h}_i,$$

где: \overline{h}_i — вектор главной точки i-го звена.

Если векторы \overline{h}_1 и \overline{h}_2 главных точек кривошипа и шатуна удовлетворяют пропорции

$$\frac{h_1}{OA} = \frac{h_2}{AB}, \tag{2}$$

то справедливо равенство

$$m_1OS_1 = -m_2OA$$

представляющее условие уравновешенности вращающихся масс, к которым относится масса m_1 кривошипа

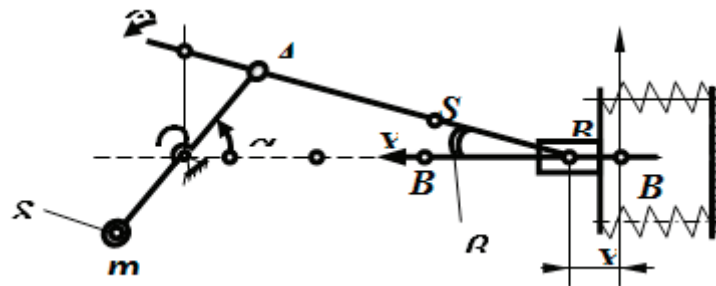


Рис. 1. Схема механизма иглы с упругой связью

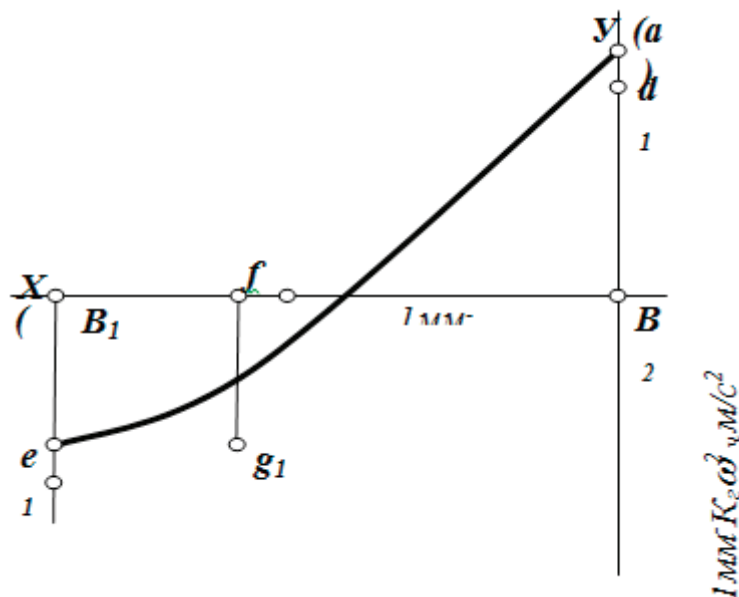


Рис. 2. График изменения зависимости перемещения иглы от ускорения

(рис. 2) и часть массы m_2 шатуна, приведенная статически к точке A кривошипа и равная

$$m_{2A} = m_2 \frac{BS_2}{AB}.$$

Таким образом, для реализации условия (2), кривошипу необходимо придать такую форму, чтобы его дисбаланс относительно оси вращения был:

$$D_1 = m_{2A}OA.$$

Если последнее условие выполняется, то центр масс подвижных звеньев механизма будет двигаться вдоль оси направляющей с ускорением $\bar{\alpha}$. Поэтому по оси направляющей будет действовать неуравновешенная сила

$$\bar{P}(S) = -m\bar{\alpha}, \quad (3)$$

где:

$$m = m_3 + m_{2B}$$

представляет поступательно движущуюся массу, состоящую из массы m_3 ползуна и шатунной массы

$$m_{2B} = m_2 \frac{AS_2}{AB}.$$

Литература:

1. Лебедев, В. С. Технологические процессы машин и аппаратов в производствах бытового обслуживания. — М.: Легпромбытиздат, 1991. — 331 с.
2. Макаров, А. И., Крылов В. В. и др. Расчет и конструирование машин прядильного производства. — М.: Машиностроение, 1981. — 464 с.
3. Маракушев, Е. А. и др., Машины швейного производства. Конструкция, расчет и основы проектирования. — Киев, Техника, 1967. — 324 с.

Характеристики и источники механических воздействий на радиоэлектронные средства

Воробьев Денис Владимирович, студент;
Реута Никита Сергеевич, студент;
Горячев Николай Владимирович, доцент
Пензенский государственный университет

Одной из основных задач при конструировании радиоэлектронных средств является обеспечение их надежного функционирования в реальных условиях эксплуатации, когда на РЭС воздействуют различные дестабилизирующие факторы, среди которых имеют место занимают механические воздействия — удары и вибрации.

Механические воздействия явятся причиной возникновения чрезмерно больших механических напряжений, деформаций или ускорений в элементах и узлах РЭС. Это приводит к нарушению механической прочности, разрушению и отказу. Поэтому при проектировании РЭС стремятся к тому, чтобы напряжения, деформации и ускорение не превышали допустимой величины, безопасной для деталей аппаратуры.

Разгрузка кинематических пар от действия силы $\bar{P}(S)$. Сила $\bar{P}(S)$ будет вызывать динамические давления в кинематических парах механизма, которые могут создавать не только отмеченные выше отрицательные явления, но в некоторых случаях служить основным препятствием для повышения производительности машины.

Чтобы полностью разгрузить вращательные пары от действия силы $\bar{P}(S)$, необходимо установить между ползуном и стойкой упругую связь с такой характеристикой $Q(S)$, чтобы удовлетворялось условие:

$$Q(S) = -\bar{P}(S) \quad (4)$$

при любой частоте вращения кривошипа.

Однако сила $\bar{P}(S)$ (2.3) является существенно нелинейной и зависит не только от абсциссы точки В ползуна, но и от частоты вращения кривошипа. По этой причине, реализация равенства (2.4) встречает в общем случае значительные конструктивные трудности. Решим локальную задачу о частичной разгрузке кинематических пар механизма упругой связью с линейной характеристикой при некоторой номинальной частоте вращения кривошипа.

Способность РЭС функционировать при механических воздействиях определяется как вибропрочность и виброустойчивость.

Вибропрочность определяет способность РЭС выдерживать без разрушения определенные механические нагрузки. Величина допустимых для данной аппаратуры механических возмущений и является мерой вибропрочности РЭС. Вибропрочность количественно определяют максимальными амплитудами колебаний в заданном диапазоне частот или допустимой величиной ускорений элементов, а также продолжительностью действия механических возмущений. Например, если в технических условиях определено, что аппарат может работать в диапазоне частот механических колебаний 100–4000 Гц, выдерживает ускорения 15g и ча-

стоту колебаний 50 Гц в течение 20 ч, то такая РЭС является вибропрочной при условии, что параметры механических воздействий будут находиться в указанных пределах.

Виброустойчивость определяет способность РЭС нормально функционировать при действии помех и шумов, вызываемых механическими нагрузками. Виброустойчивость так же, как и вибропрочность, характеризуется значениями амплитуд ускорений и частот механических колебаний, при которых не нарушается нормальное функционирование аппаратуры. Например, если для аппарата задана допустимая величина шумов, то предельными значениями ускорения и частоты механических колебаний будут те, при которых не превышает эта допустимая величина. Допустимые ускорения, характеризующие виброустойчивость элементов и аппаратуры, в большинстве случаев меньше ускорений, при которых выполняются условия вибропрочности. Поскольку требования виброустойчивости одновременно удовлетворяют и требования вибропрочности, достаточно, чтобы ускорения элементов конструкции не превосходили значений, определяемых виброустойчивостью. При конструировании особое внимание уделяется резонансным явлениям.

Современные РЭС являются сложными многоэлементными конструкциями, в которых элементы имеют различную массу и различные упругие характеристики. Поэтому РЭС в целом может иметь большое число резонансных частот. Чем больше резонансных частот конструкции в заданном диапазоне частот механических колебаний, в котором должен работать аппарат, тем больше вероятность повреждения аппарата. При конструировании применяются различные меры, позволяющие вывести резонансные частоты конструкции из рабочего диапазона частот или уменьшить амплитуды колебаний при резонансах, используя различные способы гашения колебаний.

Механические возмущения действуют на радиоэлектронную аппаратуру при ее транспортировке и эксплуатации. При конструировании необходимо знать возможные источники механических воздействий для того, чтобы правильно разместить аппаратуру на транспортных средствах с учетом ее виброустойчивости и вибропроч-

ности или принять меры защиты РЭС с помощью амортизаторов и демпферов.

При транспортировке аппаратуры различают внутренние и внешние источники механических воздействий. Внутренними источниками являются, например, двигатели транспортных средств, создающие вибрацию. К внешним источникам относятся неровности дороги, пульсирующие порывы ветра, акустический шум, волнение водной поверхности и т. п. Внешними источниками механических воздействий считаются также колебания систем подвески железнодорожных платформ, вызванные толчками на стыках рельс.

Каждому виду транспорта присущи свои параметры механических возмущений, действующих на аппаратуру, поэтому при выборе вида транспорта для перевозки аппаратуры необходимо согласовывать параметры вибропрочности и виброустойчивости РЭА с параметрами механических воздействий транспорта.

При эксплуатации стационарной РЭС источниками возмущений являются вращающиеся части вентиляторов и электродвигателей, агрегаты электропитания. Заметим, что такие источники в большинстве случаев можно изолировать от РЭС, и вопросы защиты от механических воздействий стационарной РЭС являются не такими сложными, как вопросы защиты нестационарной.

В наиболее сложных условиях работает аппаратура, установленная на ракетах. Такие РЭС подвержены механическим колебаниям, имеющим широкий спектр частот и значительные ударные нагрузки. Эти нагрузки действуют в основном на начальных и заключительных стадиях полета и распространяются по корпусу ракеты в виде различных поверхностных волн. Значительной величины при этом достигают также линейные ускорения, действующие на РЭС.

Авиационная РЭС испытывает ударные (импульсные) механические воздействия, в основном при взлете и посадке. Для вертолетов механические колебания в полете более существенны, чем в самолетах, что связано с вращением несущих плоскостей.

В таблице приведены характеристики источников вибраций, действующих на РЭС, установленную на подвижных объектах.

| Источник вибрации | Характеристики вибраций |
|--|---|
| Транспортные средства колесного типа | Частота возбуждающих колебаний подвески машины 2–10 Гц, кузова 8–15 Гц, ускорение I_g ; частоты возбуждения двигателя 20–60 Гц. |
| Транспортные средства гусеничного типа | Ударновозбуждаемые вибрации в диапазоне частот 400–700 Гц, амплитуда колебаний на низких частотах + 0,25 мм. |
| Корабль | Частоты возбуждающих колебаний и ускорения: кормовая часть 2–35 Гц, 0,05–0,5 g. |
| Самолет | Частоты возбуждения 3–500 Гц, амплитуда колебаний +3,8 мм на низких частотах. Акустические вибрации с частотой до 130 кГц на уровне 150 дБ выше звукового порогового уровня. |
| Управляемые снаряды | Частоты возбуждающих колебаний 30–5000 Гц, ускорения 5–30g. На участке резонанса возможны ускорения до 40g. Акустические вибрации с частотой до 10 кГц на уровне 130 дБ выше звукового порогового уровня. |

Литература:

1. Андреев, П. Г. Микропроцессорные системы в учебном процессе / П. Г. Андреев, И. Ю. Наумова, Н. К. Юрков, Н. В. Горячев, И. Д. Граб, А. В. Лысенко // Труды международного симпозиума Надежность и качество. 2009. Т. 1. с. 161–164.
2. Гарькина, И. А. Системные методологии, идентификация систем и теория управления: промышленные и аэрокосмические приложения/И. А. Гарькина, А. М. Данилов, Э. В. Лапшин, Н. К. Юрков//Известия высших учебных заведений. Поволжский регион. Технические науки. 2009. №1. с. 3–11.
3. Горячев, Н. В. Исследование и разработка средств и методик анализа и автоматизированного выбора систем охлаждения радиоэлектронной аппаратуры / Горячев Н. В., Танатов М. К., Юрков Н. К. // Надежность и качество сложных систем . 2013. №3. с. 70–75.
4. Горячев, Н. В. Концептуальная схема разработки систем охлаждения радиоэлементов в интегрированной среде проектирования электроники / Н. В. Горячев, Н. К. Юрков // Проектирование и технология электронных средств. 2009. №2. с. 66–70.
5. Бростилова, Т. Ю. Волоконно-оптический датчик деформации/Т. Ю. Бростилова, С. А. Бростилов, Т. И. Мурашкина//Надежность и качество сложных систем. 2013. №1. с. 93–99.
6. Бростилов, С. А. Метрологический анализ измерительной подсистемы информационно-измерительной системы для исследования средств воздушного охлаждения / С.А. Бростилов, Н. В. Горячев, Т. Ю. Бростилова // Труды международного симпозиума Надежность и качество. 2014. Т. 2. с. 127–129.
7. Горячев, Н. В. Алгоритм функционирования стенда исследования теплоотводов и систем охлаждения радиоэлектронной аппаратуры/ Н. В. Горячев, И. Д. Граб, А. В. Лысенко, Н. К. Юрков // Инновации на основе информационных и коммуникационных технологий. 2011. №1. с. 385–391.
8. Горячев, Н. В. Программные средства теплофизического проектирования печатных плат электронной аппаратуры / Н. В. Горячев, Н. К. Юрков // Молодой ученый. 2013. №10. с. 128–130.
9. Бростилов, С. А. Волоконно-оптические кабели для волоконно-оптических датчиков/С. А. Бростилов, Т. И. Мурашкина, Т. Ю. Бростилова, А. Ю. Удалов, А. В. Архипов//Труды международного симпозиума Надежность и качество. 2011. Т. 2. с. 108–111.
10. Бростилов, С. А. Математическое моделирование процессов отражения и распространения электромагнитных волн в тонкой градиентной диэлектрической пластине/С. А. Бростилов, Е. В. Кучумов // Труды международного симпозиума Надежность и качество. 2011. Т. 1. с. 281–283.
11. Бростилов, С. А. Волоконно-оптический датчик давления на основе туннельного эффекта/С. А. Бростилов, Т. И. Мурашкина, Т. Ю. Бростилова // Известия высших учебных заведений. Поволжский регион. Технические науки. — 2010. — №4. — с. 106–117.
12. Горячев, Н. В. Индикатор обрыва предохранителя как элемент первичной диагностики отказов РЭА / Н. В. Горячев, Н. К. Юрков // Труды международного симпозиума Надежность и качество. 2010. Т. 2. с. 78–79.
13. Меркульев, А. Ю. Системы охлаждения полупроводниковых электрорадиоизделий / А. Ю. Меркульев, Н. В. Горячев, Н. К. Юрков // Молодой ученый. — 2013. — №11. — с. 143–145.
14. Горячев, Н. В. Программа инженерного расчёта температуры перегрева кристалла электрорадиокомпонента и его теплоотвода / Н. В. Горячев, А. В. Лысенко, И. Д. Граб, Н. К. Юрков // Труды международного симпозиума Надежность и качество. 2012. Т. 2. с. 242–243.
15. Сивагина, Ю. А. Обзор современных симплексных ретрансляторов радиосигналов/ Ю. А. Сивагина, И. Д. Граб, Н. В. Горячев, Н. К. Юрков //Труды международного симпозиума Надежность и качество. 2012. Т. 1. с. 74–76.
16. Горячев, Н. В. Проектирование топологии односторонних печатных плат, содержащих проволочные или интегральные перемычки / Н. В. Горячев, Н. К. Юрков // Труды международного симпозиума Надежность и качество. 2011. Т. 2. с. 122–124.
17. Горячев, Н. В. Автоматизированный выбор системы охлаждения теплонагруженных элементов радиоэлектронных средств / Н. В. Горячев, И. Д. Граб, К. С. Петелин, В. А. Трусов, И. И. Кочегаров, Н. К. Юрков // Прикаспийский журнал: управление и высокие технологии. 2013. №4. с. 136–143.
18. Граб, И. Д. Алгоритм функционирования компьютерной программы стенда исследования теплоотводов/ И. Д. Граб, Н. В. Горячев, А. В. Лысенко, Н. К. Юрков //Труды международного симпозиума Надежность и качество. 2011. Т. 1. с. 244–246.
19. Трифоненко, И. М. Обзор систем сквозного проектирования печатных плат радиоэлектронных средств / И. М. Трифоненко, Н. В. Горячев, И. И. Кочегаров, Н. К. Юрков // Труды международного симпозиума Надежность и качество. 2012. Т. 1. с. 396–399.
20. Лысенко, А. В. Краткий обзор методов имитационного моделирования / А. В. Лысенко, Н. В. Горячев, И. Д. Граб, Б. К. Кемалов, Н. К. Юрков // Современные информационные технологии. 2011. №14. с. 171–176.

21. Горячев, Н. В. Концептуальное изложение методики теплофизического проектирования радиоэлектронных средств / Н. В. Горячев, Н. К. Юрков // Современные информационные технологии. 2013. № 17. с. 214–215.
22. Горячев, Н. В. и программно-информационное обеспечение информационно-измерительного лабораторного комплекса / Н. В. Горячев, А. В. Лысенко, Н. К. Юрков // Известия Южного федерального университета. Технические науки. 2012. Т. 130. № 5. с. 169–173.

Шумы осциллографа при исследовании электронных средств

Воробьев Денис Владимирович, студент;
Реута Никита Сергеевич, студент;
Горячев Николай Владимирович, доцент
Пензенский государственный университет

Современные осциллографы обладают важной особенностью — вертикальным шумом, обусловленным аналоговым и цифровым преобразованием измеряемого сигнала. Наличие вертикального шума снижает точность измерений, особенно сигналов с малой амплитудой и шумов. Любой осциллограф имеет определенную полосу пропускания измеряемого сигнала. Как правило, чем шире полоса пропускания осциллографа, тем больше вертикальный шум.

Следствиями наличия вертикального шума являются:

- ошибка амплитудных измерений сигнала;
- неопределенность при воссоздании сигнала с помощью функции $\sin(x)/x$;
- ошибка по времени (джиттер), зависящая от скорости нарастания (крутизны фронта) измеряемого сигнала;
- видимое утолщение сигналов, отображаемых на экране осциллографа.

Случайный шум, иногда называемый белым шумом, теоретически не имеет ограничений по времени и подчиняется распределению Гаусса. Поскольку случайный шум не ограничен во времени, то чем больше выборка данных при измерении сигнала, тем больше размах шума. В связи с этим, такие случайные явления, как вертикальный шум и джиттер должны характеризоваться среднеквадратичным значением (стандартным отклонением).

У осциллографов уровень шума при наиболее чувствительной настройке коэффициента отклонения принято называть «базовым уровнем шума». Необходимо отметить, что ряд моделей осциллографов имеют аппаратное ограничение полосы пропускания при наиболее чувствительной настройке коэффициента отклонения.

Поскольку осциллограф измеряет сигнал в широкой полосе частот, то, как правило, чем шире полоса пропускания, тем выше базовый уровень шума. Таким образом, для корректного сравнения по базовому уровню шума осциллографов должны иметь одинаковую полосу пропускания. Имея осциллографы с одинаковым предельным значением полосы пропускания, сравнение необходимо выполнять при наиболее чувствительной настройке коэф-

фициента отклонения, обеспечивающей всю полосу пропускания.

Собственный шум осциллографа является комбинацией двух составляющих. Одна составляющая шума имеет фиксированное значение и обусловлена работой аттенюатора и усилителя во входном тракте осциллографа. Базовый уровень шума при наиболее чувствительной настройке коэффициента отклонения дает хорошую аппроксимацию этой составляющей шума. Данная составляющая является доминирующей на большинстве наиболее чувствительных настроек, но практически не оказывает влияния в случае наименее чувствительных настроек (наибольшие значения В/дел).

Второй составляющей является относительный уровень шума, который зависит от динамического диапазона осциллографа, определяемого конкретным значением настройки. В наиболее чувствительном режиме, данной составляющей можно пренебречь. Однако она является основной в наименее чувствительном режиме. Измерение среднеквадратичного уровня собственного шума осциллографа осуществляется достаточно просто. Многие из современных осциллографов на базе операционной системы Windows имеют функцию построения гистограммы измеряемого сигнала.

Несмотря на то, что для получения наилучших результатов следует проводить сравнение уровня шума осциллографов по их среднеквадратичному значению, достаточно часто возникает желание провести сравнение и по величине размаха шума. В конечном счете, именно максимальные выбросы шума наблюдаются пользователем на экране осциллографа и становятся причиной увеличенной погрешности амплитудных измерений в режиме реального времени без усреднения сигнала. По этой причине многие пользователи предпочитают измерять и сравнивать именно величину размаха шума.

На первый взгляд, может оказаться заманчивым выставить на каждом осциллографе одинаковые значения коэффициента развертки для проведения измерений в режиме бесконечного послесвечения в течение определенного периода времени, например, 10 секунд. Однако, не-

смотря на кажущуюся интуитивность этого подхода, не рекомендуется использовать его для измерения величины размаха шума. Дело в том, что при одинаковом коэффициенте развертки осциллографа могут не только иметь разную глубину памяти, но и значительно отличаться по частоте обновления экрана. В этом случае осциллографы с более высокой частотой обновления экрана и, возможно, более глубокой памятью смогут собрать значительно больше данных, чем осциллографы с медленной частотой обновления экрана и неглубокой памятью. Чем больше данных собирает осциллограф, тем больше становится величина размаха шума, вследствие случайной природы шума с гауссовым распределением.

В осциллографе может потребоваться откорректировать результаты автоматической настройки параметров и вручную установить такие значения максимальной частоты дискретизации и глубины памяти, которые были

бы равны или больше величины критерия, установленного для измерения величины размаха шума. После того, как все настройки осциллографа (частота дискретизации, глубина памяти, коэффициент развертки) выполнены должным образом, возможны два варианта измерения величины размаха шума: с помощью гистограммы или с помощью автоматической функции измерения величины размаха сигнала для каждого коэффициента отклонения. Поскольку размах шума есть величина случайная, необходимо провести несколько измерений для получения среднего (типичного) значения размаха шума при заданной глубине памяти.

При использовании осциллографа на наиболее чувствительных настройках коэффициента отклонения, относительный уровень собственного шума осциллографа может быть достаточно высоким, тем самым снижая точность измерений сигналов с малой амплитудой.

Литература:

1. Андреев, П. Г. Микропроцессорные системы в учебном процессе / П. Г. Андреев, И. Ю. Наумова, Н. К. Юрков, Н. В. Горячев, И. Д. Граб, А. В. Лысенко // Труды международного симпозиума Надежность и качество. 2009. Т. 1. с. 161–164.
2. Гарькина, И. А. Системные методологии, идентификация систем и теория управления: промышленные и аэрокосмические приложения / И. А. Гарькина, А. М. Данилов, Э. В. Лапшин, Н. К. Юрков // Известия высших учебных заведений. Поволжский регион. Технические науки. 2009. № 1. с. 3–11.
3. Бростилов, С. А. Метрологический анализ измерительной подсистемы информационно-измерительной системы для исследования средств воздушного охлаждения / С. А. Бростилов, Н. В. Горячев, Т. Ю. Бростилова // Труды международного симпозиума Надежность и качество. 2014. Т. 2. с. 127–129.
4. Горячев, Н. В. Исследование и разработка средств и методик анализа и автоматизированного выбора систем охлаждения радиоэлектронной аппаратуры / Горячев Н. В., Танатов М. К., Юрков Н. К. // Надежность и качество сложных систем. 2013. № 3. с. 70–75.
5. Белов, А. Г. Обзор современных датчиков утечки воды / А. Г. Белов, Н. В. Горячев, В. А. Трусов, Н. К. Юрков // Труды международного симпозиума Надежность и качество. 2013. Т. 2. с. 34–36.
6. Горячев, Н. В. Концептуальная схема разработки систем охлаждения радиоэлементов в интегрированной среде проектирования электроники / Н. В. Горячев, Н. К. Юрков // Проектирование и технология электронных средств. 2009. № 2. с. 66–70.
7. Петрянин, Д. Л. Анализ систем защиты информации в базах данных / Д. Л. Петрянин, Н. В. Горячев, Н. К. Юрков // Труды международного симпозиума Надежность и качество. 2013. Т. 1. с. 115–122.
8. Горячев, Н. В. Алгоритм функционирования стенда исследования теплоотводов и систем охлаждения радиоэлектронной аппаратуры / Н. В. Горячев, И. Д. Граб, А. В. Лысенко, Н. К. Юрков // Инновации на основе информационных и коммуникационных технологий. 2011. № 1. с. 385–391.
9. Шуваев, П. В. Формирование структуры сложных многослойных печатных плат / П. В. Шуваев, В. А. Трусов, В. Я. Баннов, И. И. Кочегаров, В. Ф. Селиванов, Н. В. Горячев // Труды международного симпозиума Надежность и качество. 2013. Т. 1. с. 364–373.
10. Горячев, Н. В. Программные средства теплофизического проектирования печатных плат электронной аппаратуры / Н. В. Горячев, Н. К. Юрков // Молодой ученый. 2013. № 10. с. 128–130.
11. Сивагина, Ю. А. Обзор современных симплексных ретрансляторов радиосигналов / Ю. А. Сивагина, И. Д. Граб, Н. В. Горячев, Н. К. Юрков // Труды международного симпозиума Надежность и качество. 2012. Т. 1. с. 74–76.
12. Горячев, Н. В. Автоматизированный выбор системы охлаждения теплонагруженных элементов радиоэлектронных средств / Н. В. Горячев, И. Д. Граб, К. С. Петелин, В. А. Трусов, И. И. Кочегаров, Н. К. Юрков // Прикаспийский журнал: управление и высокие технологии. 2013. № 4. с. 136–143.
13. Трифоненко, И. М. Обзор систем сквозного проектирования печатных плат радиоэлектронных средств / И. М. Трифоненко, Н. В. Горячев, И. И. Кочегаров, Н. К. Юрков // Труды международного симпозиума Надежность и качество. 2012. Т. 1. с. 396–399.

14. Горячев, Н. В. Проектирование топологии односторонних печатных плат, содержащих проволочные или интегральные перемычки / Н. В. Горячев, Н. К. Юрков // Труды международного симпозиума Надежность и качество. 2011. Т. 2. с. 122–124.
15. Лысенко, А. В. Краткий обзор методов имитационного моделирования / А. В. Лысенко, Н. В. Горячев, И. Д. Граб, Б. К. Кемалов, Н. К. Юрков // Современные информационные технологии. 2011. № 14. с. 171–176.
16. Меркульев, А. Ю. Системы охлаждения полупроводниковых электрорадиоизделий / А. Ю. Меркульев, Н. В. Горячев, Н. К. Юрков // Молодой ученый. — 2013. — № 11. — с. 143–145.
17. Граб, И. Д. Алгоритм функционирования компьютерной программы стенда исследования теплоотводов / И. Д. Граб, Н. В. Горячев, А. В. Лысенко, Н. К. Юрков // Труды международного симпозиума Надежность и качество. 2011. Т. 1. с. 244–246.
18. Горячев, Н. В. Индикатор обрыва предохранителя как элемент первичной диагностики отказов РЭА / Н. В. Горячев, Н. К. Юрков // Труды международного симпозиума Надежность и качество. 2010. Т. 2. с. 78–79.
19. Подложенов, К. А. Разработка энергосберегающих технологий для теплиц / К. А. Подложёнов, Н. В. Горячев, Н. К. Юрков // Современные информационные технологии. 2012. № 15. с. 193–194.
20. Горячев, Н. В. Программа инженерного расчёта температуры перегрева кристалла электрорадиокомпонента и его теплоотвода / Н. В. Горячев, А. В. Лысенко, И. Д. Граб, Н. К. Юрков // Труды международного симпозиума Надежность и качество. 2012. Т. 2. с. 242–243.
21. Горячев, Н. В. Информационно-измерительная система для исследования средств воздушного охлаждения электрорадиоизделий. Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук: 05.11.16 / Пензенский государственный университет. Пенза, 2014.

Количественная оценка конструктивных параметров с использованием метрологических свойств

Гафурова Нигора Туймурадовна, кандидат технических наук;
Мирджанова Наргиза Норкуловна, магистрант
Бухарский инженерно-технологический институт (Узбекистан)

С целью более детального изучения конструктивного построения и выявления типовых вариантов конструкций мужских курток, проведен анализ промышленных курток разработанных на кафедре «Технический дизайн» БИТИ в ходе научно-исследовательских работ. Размер курток 170–100–88. В основу анализа положены основные конструктивные параметры узла «пройма-окат рукава». Подбор моделей производился исходя из условий близости изделий по функциональным признакам и основным конструктивным параметрам (одного силуэта, покроя, размера, роста, полноты). Было отобрано 16 конструкций курток прямого силуэта с втачным рукавом.

Статическое соответствие одежды размерам и форме тела человека обеспечивает верхние опорные участки спинки и полочки, а динамическое в основном зависит от конструкции узла «пройма-окат рукава».

Показатели функционального соответствия курток полевой форменной одежды зависят от нескольких факторов:

- хорошая посадка изделий;
- эргономичность (гигиеничность и удобства в движении);
- эстетичность (соответствие художественно-конструктивных признаков).

Посадка изделий оценивается визуально на основе изготовленных макетов или образцов.

Показатели динамического соответствия одежды зависят от правильно определенных размеров проймы и оката рукава.

Анализ конструкций проводился по следующим параметрам:

- Шизд.г — ширина изделия по линии груди, см
- Шпр — ширина проймы, см
- Впр.с — глубина проймы спинки, см
- Впр.п — глубина проймы полочки, см
- Дпр-длина проймы, см
- Шпл — ширина плеча, см
- Док — длина оката рукава, см
- Вок — высота оката рукава, см
- Шок — оката рукава, см.

Величина основных конструктивных параметров достигается их количественной оценкой с использованием метрологических свойств. Линейные размеры опорных участков спинки и полочки, оката рукава, длины проймы и оката определены путем непосредственного измерения лекал соответствующих деталей [1].

Как видно из приведенных в таблице, анализируемые конструктивные параметры и конструктивные их решения

весьма разнообразны. Они отличаются основными конструктивными параметрами узла «пройма-окат рукава» глубиной проймы.

Глубина (высота) проймы в конструкциях курток обратно пропорционально её ширине, причем в любом случае периметр такой проймы не должен быть меньше, чем в аналогичных конструкциях изделий с проймой классической ширины и глубины.

Втачной рукав отвесной формы без слабины под проймой, втачанной в пройму, расположенную по контуру руки, вершиной которого является плечевая точка. Такой рукав считается классическим, т. к. он в незначительной трансформации всегда имеет место в коллекциях модной одежды [2].

Ширина проймы мужских пиджаков классического стиля размером 170–100–88 составляет 16–17,2 см.

Проёмы изделий в зависимости от ширины могут быть:

$$\text{нормальная } Ш_{пр} = T_{57} + П;$$

$$\text{узкая } Ш_{пр} = T_{57} - П; П = 0 + 0,5 T_{57}$$

$$\text{щелевидная } Ш_{пр} = 0,5 T_{57}$$

где П — конструктивный припуск,

$П = П_c$; $П_c = 3$ см — припуск на свободу проймы (для летних курток),

$П = П_c + П_n$; $П_n = 1,15$ см — припуск на толщину пакета (для утепленных курток). Проёмы изделий по ширине отличаются следующим образом:

Таблица 1

| № | Ширина пройм курток | Летняя, см | Утепленная, см |
|---|---------------------|------------|----------------|
| 1 | нормальная | 15,4 | 16,55 |
| 2 | узкая | 12,4 | 13,55 |
| 3 | щелевидная | 6,2 | 7,35 |

Приведенных в таблице 2 конструкции с 1 по 10-е летние куртки, с 11 по 16-е утепленные куртки.

Из табличных значений конструктивных параметров видно, что 1, 3, 5, 6, 9, 10-е конструкции летних

курток относятся к первой группе (нормальной); 2, 4, 7, 8-е к второй (узкой), 11, 12, 13, 14, 15, 16-е конструкции утепленных курток тоже по ширине проймы относятся к первой группе (нормальной).

Таблица 2

| № | Ш _{изд} | Щ _{пр} | В _{пр.с} | В _{пр.п} | Д _{пр} | Ш _{пл} | Д _{ок} | Ш _{пл} | Д _{ок} | В _{ок} | Ш _{ок} |
|----|------------------|-----------------|-------------------|-------------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| 1 | 14,5 | 15,5 | 27,5 | 16,7 | 54,0 | 19,2 | 56,0 | 32,5 | 32,0 | 14,0 | 48,0 |
| 2 | 15,0 | 12,5 | 30,25 | 25,0 | 60,0 | 18,2 | 51,0 | 33,0 | 32,0 | 19,0 | 47,0 |
| 3 | 20,2 | 15,0 | 31,25 | 21,8 | 60,5 | 21,2 | 61,5 | 34,5 | 35,7 | 13,5 | 53,6 |
| 4 | 20,2 | 13,0 | 33,5 | 19,5 | 60,0 | 22,0 | 59,8 | 36,2 | 34,0 | 11,0 | 54,0 |
| 5 | 13,5 | 17,5 | 30,0 | 24,0 | 62,5 | 18,5 | 63,0 | 33,0 | 30,5 | 13,5 | 54,0 |
| 6 | 14,0 | 16,5 | 27,0 | 22,5 | 54,5 | 19,5 | 58,0 | 32,0 | 32,0 | 14,0 | 48,0 |
| 7 | 19,0 | 10,5 | 28,0 | 27,5 | 62,0 | 23,0 | 62,0 | 36,0 | 33,0 | 13,0 | 55,5 |
| 8 | 14,8 | 11,0 | 29,0 | 28,0 | 61,0 | 18,0 | 63,0 | 30,8 | 34,0 | 13,0 | 56,0 |
| 9 | 21,8 | 15,0 | 28,0 | 21,0 | 55,0 | 18,0 | 55,3 | 39,0 | 32,8 | 10,0 | 50,0 |
| 10 | 22,5 | 16,5 | 26,0 | 22,0 | 60,5 | 21,2 | 60,5 | 38,5 | 34,0 | 16,0 | 49,5 |
| 11 | 18,0 | 19,5 | 26,0 | 29,0 | 71,5 | 19,0 | 70,5 | 29,0 | 39,0 | 19,0 | 57,0 |
| 12 | 16,0 | 16,0 | 29,5 | 28,0 | 65,0 | 21,2 | 66,0 | 32,0 | 34,0 | 19,5 | 52,0 |
| 13 | 14,0 | 17,0 | 28,5 | 27,0 | 65,0 | 21,5 | 75,5 | 33,0 | 31,0 | 18,5 | 57,5 |
| 14 | 24,0 | 17,5 | 30,5 | 28,0 | 68,0 | 21,0 | 66,0 | 36,0 | 38,0 | 16,0 | 56,0 |
| 15 | 22,0 | 15,0 | 31,0 | 27,0 | 68,0 | 20,0 | 68,0 | 34,0 | 38,0 | 17,0 | 56,0 |
| 16 | 18,0 | 17,5 | 28,0 | 29,0 | 67,0 | 20,0 | 67,0 | 34,0 | 34,0 | 17,5 | 55,0 |

Были изготовлены макеты курток соответствующих двум группам конструкций. По мнению специалистов — конструкторов макеты, изготовленные по первой группы

получили положительную оценку по внешнему виду и было внедрено в производство.

Литература:

1. Коблякова, Е. Б. Основы конструирования одежды. Москва. Легкая индустрия. 1980 г.
2. Рогова, А. П. Эркалар ва болалар устки кийимини конструкциялаш асослари. Тошкент. Укитувчи, 1988 й.

Использование вторичного и растительного сырья в продуктах функционального назначения

Гаязова Алена Олеговна, магистрант;
 Прохасько Любовь Савельевна, кандидат технических наук, доцент;
 Попова Марина Алексеевна, магистрант;
 Лукиных Светлана Викторовна, магистрант
 Южно-Уральский государственный университет (национальный исследовательский университет) (г. Челябинск)
 Асенова Бахыткуль Кажкеновна, кандидат технических наук, профессор
 Государственный университет имени Шакарима (г. Семей, Казахстан)

В статье рассматривается возможность использования вторичного сырья, сырья растительного происхождения при разработке мясных и молочных продуктов функциональной направленности. Функциональные продукты — специальные пищевые продукты, разработанные для постоянного употребления группами населения всех возрастов, которые обладают полезными свойствами, снижают риск развития различных заболеваний, восполняют в организме баланс питательных веществ, сохраняют и улучшают здоровье.

Ключевые слова: функциональные продукты питания, мясные продукты питания, молочные продукты, мясная промышленность.

Одним из основных факторов, определяющих здоровье населения, считается питание. Именно здоровое питание обуславливает нормальный рост и развитие детей, а также профилактику заболеваний. Последние исследования показали, что появилась тенденция снижения потребления незаменимых компонентов. Это стало причиной распространения и роста болезней, а так же увеличения числа детей с заболеваниями, такими как рахит, гипотрофия, анемия. Учеными установлено, что такие заболевания вызывает несбалансированное питание. Поэтому в последнее время стала актуальной проблема восстановления функций органов и систем человеческого организма. Таким образом, проблемы изготовления функциональных продуктов, находятся в центре внимания специалистов, занимающихся разработкой современных пищевых технологий [1].

Растительное сырье — это богатый источник функциональных ингредиентов, в первую очередь, витаминов и минеральных веществ, оно содержит аскорбиновую кислоту, Р-активные вещества, органические кислоты и пектиновые вещества.

Естественные нутриенты, содержащиеся в растительном сырье, позволяют использовать его для создания продуктов профилактической и оздоровительной направленности. На сегодняшний день в пищевой промышленности стоит вопрос создания продуктов, обладающих лечебно-профилактическим эффектом. Этот вопрос можно решить, если разрабатывать технологии комбинированных продуктов питания с использованием раститель-

ного сырья. В связи с этим производство новых видов продуктов питания с повышенным содержанием биологически ценных веществ, обусловленным подбором растительного сырья, является актуальным [2–3].

На сегодняшний день проводятся исследования в целях создания молочных и мясных продуктов, которые будут способны обеспечить население полноценными, доступными и безопасными продуктами питания. Для их разработки используется вторичное сырье, поскольку в него попадает значительное количество веществ, которые с точки зрения биологических потребностей организма человека, имеют важное физиологическое значение [4–5]. Одним из примеров вторичного сырья является молочная сыворотка. Особенности концентрированной молочной сыворотки в том, что она производится путем сгущения (выпаривания) побочного молочного продукта (сыворотка), при этом реализуется задача — сохранить максимальное содержание минерального комплекса. Баланс микро- и макроэлементов концентрированной молочной сыворотки позволяет обогатить готовый продукт необходимыми для организма человека минеральными веществами. Сыворотка и продукты из сыворотки обладают функциональными свойствами. Употребление сыворотки помогает повысить иммунитет, вывести из организма избыточный холестерин и токсические вещества. Она содержит все водорастворимые витамины и некоторую часть жирорастворимых витаминов. Содержание витаминов в цельном молоке и молочной сыворотке приведено в табл. 1.

Таблица 1. Содержание витаминов в цельном молоке и молочной сыворотке

| Сырье | Витамины, мг % | | | | | | | |
|--------------------|----------------|------|------|------|------|------|------|------|
| | В1 | В2 | В6 | В12 | С | А | Е | Н |
| Цельное молоко | 0,45 | 1,50 | 0,33 | 4,00 | 1,50 | 0,25 | 0,85 | 56,0 |
| Молочная сыворотка | 0,37 | 2,00 | 1,30 | 2,60 | 4,70 | 0,04 | 0,29 | 0,01 |

Молочная сыворотка и ее компоненты (белок, известный как сывороточные протеины и лактоза) — известны уже давно. Сывороточные протеины принадлежат к самым ценным белкам, известным человеку. Протеины используются в различных областях питания и пищевой промышленности, а также в продуктах для оздоровления. Поэтому они высоко ценятся. Биологическая ценность белков обусловлена оптимальным набором жизненно необходимых аминокислот. С точки зрения физиологии питания соотношение набора аминокислот сывороточных белков приближается к аминокислотной шкале «идеального» белка, в котором соотношение аминокислот соответствует потребностям организма. Общее содержание аминокислот в подсырной и творожной сыворотках примерно одинаково (табл.2).

В настоящее время в результате производственной деятельности предприятий молочной промышленности объемы молочной сыворотки в России составляют около 3 млн. тонн в год, лишь 30 % от этого объема идет на переработку, а остальная ее часть возвращается в хозяйства и сбрасывается в сточные воды. Исследования, проводимые в пищевой промышленности, открывают всё новые и новые возможности применения сыворотки, этого ценного сырья. Современные технические способы переработки пищевого сырья позволяют удовлетворять становящиеся всё более разнообразными запросы покупателей и расширять области применения сыворотки [6].

Для увеличения ассортимента функциональных продуктов питания, а также применения вторичного сырья нами был разработан полуфабрикат мясорастительный рубленый, состоящий из следующих компонентов: мясо птицы, картофель свежий как источник растительного сырья, гидратированные хлопья из пророщенной ржи как источник клетчатки, белково-жировой эмульсии из рисовой муки и растительного масла, свежего репчатого лука, молочной сыворотки концентрированной, соли поваренной, пряностей (в виде перца черного молотого, укропа высушенного, базилика высушенного), воды питьевой, для панировки используется талкан. Этот состав позволяет получить сбалансированный по химическому составу рубленый мясорастительный полуфабрикат с высокой пищевой ценностью. Производство предлагаемых полуфабрикатов с содержанием белков животного и растительного происхождения позволит получить продукт диетической направленности. Предлагаемый продукт можно употреблять людям с за-

болеваниями сердечно-сосудистой системы и желудочно-кишечного тракта [7,10]. Технологический процесс изготовления полуфабрикатов мясорастительных рубленых включает подготовку мясного сырья, измельчение, подготовку посолочных ингредиентов и специй, наполнителей (овощей, хлопьев из пророщенных зерен), приготовление белково-жировой эмульсии, приготовление фарша, формование, панировку, упаковывание, охлаждение/замораживание, хранение, транспортирование, реализацию.

Также был разработан йогурт содержащий в качестве исходных компонентов: молоко коровье, овсяные хлопья, закваску в виде бактериального концентрата, мед пчелиный натуральный, стабилизатор, концентрированную молочную сыворотку, курагу, цукаты из овощей. Этот состав позволяет получить сбалансированный по химическому составу йогурт функционального назначения с высокой пищевой ценностью [8].

Способ приготовления термообработанного рулета из мяса птицы, предусматривающий использование в качестве исходного сырья тушек цыплят без костей, обработку мякоти поваренной солью, затем измельченным чесноком, путем равномерного распределения, сворачивание в форму рулета, при этом куриную мякоть соединяют внахлест кожей наружу, упаковку рулета, термическую обработку в универсальной камере при температуре не выше 400°C в течение 30–50 мин, охлаждение при 6°C, согласно изобретению в стадии обработки поваренной солью одновременно тушки цыплят обрабатывают смесью из стартовых бактериальных культур и выдерживают в течение 8 часов, далее мясо помещают в глубокую емкость и наливают апельсиновый сок, молочную сыворотку и выдерживают в течении часа, после равномерно натирают куриную мякоть, заранее перемешанную с чесноком свежим и медом пчелиным натуральным. Предлагаемый рулет расширяет ассортимент продуктов из птицы с новыми вкусовыми качествами. Плюсом является простота приготовления, не требуется специальная подготовка и обработка используемого сырья, а также использование вторичного сырья [9].

Нами были разработаны новые безопасные продукты питания, употребление которых будет способствовать укреплению и сохранению здоровья населения, профилактике заболеваний, связанных с несбалансированным питанием взрослых и детей. Разработанные нами продукты удовлетворяют всем требованиям качества и без-

Таблица 2. Аминокислотный состав сыворотки

| Аминокислоты | Содержание аминокислот, мг/л, в сыворотке | |
|--|---|-------------|
| | Подсырной | Творожной |
| Свободные, всего в том числе незаменимые | 132,7 51,0 | 450,0 356,0 |
| В белках, всего в том числе незаменимые | 6490 3326 | 5590 2849 |

опасности, регламентируемыми нормативными документами, а также соответствует ожиданиям потребителей, подана заявка на патенты.

Таким образом, потребление и производство функциональных продуктов питания на сегодняшний день при-

обретает все большую актуальность и востребованность, что определено не только развитием нутрициологии и заботой потребителей о своем здоровье, но и поддержкой со стороны государства развития данного направления пищевой промышленности.

Литература:

1. Гаязова, А. О., Ребезов М. Б., Паульс Е. А., Ахмедьярова Р.А, Косолапова А. С. Перспективные направления развития производства мясных полуфабрикатов. Молодой ученый. 2014. №9 (68). с. 127–129.
2. Кацерикова, Н. В. Технология продуктов функционального питания. Кемеровский технологический институт пищевой промышленности. Кемерово, 2004. 146 с.
3. Хайруллин, М. Ф., Ребезов М. Б., Наумова Н. Л., Лукин А. А., Дуць А. О. О потребительских предпочтениях при выборе мясных продуктов. Мясная индустрия. 2011. №12. с. 15–17.
4. Ребезов, М. Б., Мирошникова Е. П., Богатова О. В., Лукин А. А., Хайруллин М. Ф., Зинина О. В., Лакеева М. Л. Физико-химические и биохимические основы производства мяса и мясопродуктов. Часть 2. Челябинск: ИЦ ЮУрГУ, 2011. Ч. 2. 133 с.
5. Ребезов, М. Б., Зинина О. В., Максимюк Н. Н., Соловьева А. А. Использование животных белков в производстве мясопродуктов. Вестник Новгородского государственного университета имени Ярослава Мудрого. 2014. №76. с. 51–53.
6. Сулова, А. В. Использование листьев грецкого ореха при производстве функциональных продуктов питания. Молодой ученый. 2011. №4. с. 171–173.
7. Гаязова, А. О., Ребезов М. Б., Попова М. А., Лукиных С. В. Оценка качества и безопасности разработанного мясорастительного рубленого полуфабриката. Молодой ученый. 2014. №10 (69). с. 133–136.
8. Попова, М. А., Ребезов М. Б., Гаязова, А.О., Лукиных С. В. Оценка качества и безопасности разработанного йогурта. Молодой ученый. 2014. №10 (69). с. 199–202.
9. Лукиных, С. В., Ребезов М. Б., Попова М. А., Гаязова А. О. Оценка качества и безопасности разработанного рулета из мяса птицы. Молодой ученый. 2014. №10 (69). с. 168–171.
10. Гаврилова, Е. В., Ребезов М. Б. Разработка полуфабрикатов мясных рубленых функциональной направленности. Тамақ жеңіл өнеркәсіптері мен қонақжайлылық индустрияның инновациялық дамуы: халықаралық ғылыми-тәжірибелік конференциясының материалдары. Алматы: АТУ, 2014. Б. 156–157.

Влияние содержания воды, вида суперпластификатора и гиперпластификатора на растекаемость суспензий и прочностные свойства цементного камня

Гуляева Екатерина Владимировна, кандидат технических наук;
 Ерофеева Ирина Владимировна, аспирант;
 Калашников Владимир Иванович, доктор технических наук, профессор;
 Петухов Андрей Владимирович, студент
 Пензенский государственный университет архитектуры и строительства

Порошково-активированные бетоны нового поколения — это пластифицированные бетоны с повышенным содержанием суспензионной составляющей. Основной суспензионной составляющей в бетонах является пластифицированная, высококонцентрированная цементная суспензия. Поэтому тестирование цемента по отношению к суперпластификаторам (СП), является первым важным этапом в производстве бетонов. Изучено влияние В/Ц-отношения вида цемента, супер- и гиперпластификатора (ГП) на кинетику набора прочности цементного камня. В качестве исходных материалов применялись цемент Красноярский, цемент Вольский, Жи-

гулевский, Новотроицкий. На этих цементах были изготовлены образцы-балки размерами 4×4×16 см из непластифицированного теста нормальной густоты и из пластифицированных суспензий с различным содержанием воды. Использовались два вида зарубежных пластификатора и один отечественный. Распływ суспензии определялся из конуса Хегерманна. Результаты экспериментов представлены в таблице 1.

Анализируя данные таблицы 1 можно сделать вывод, что наиболее эффективными ГП на всех видах цементов являются пластификаторы на поликарбоксилатной основе. Самые высокие значения прочности были полу-

Таблица 1. Влияние вида цемента, СП и ГП на прочностные свойства цементного камня

| Наименование | | На 1 м ³ , кг | V на 1 м ³ , л | В/Т | $\rho_{вл}$, кг/м ³ | РК Хегер-манна | Прочность, МПа, через, сут | | |
|--------------|-------------------------------------|--------------------------|---------------------------|------------|---------------------------------|----------------|----------------------------|-------------------|------------------|
| | | | | | | | 1 | 7 | 28 |
| 1 | | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| Ц-4 | Цемент Вольский ПЦ 500 Д0 | 1700 | 550,5 | 0,26 | 2159 | НГ | $R_{изг} = 6,3$ | $R_{изг} = 12,4$ | $R_{изг} = 13,8$ |
| | Вода | 450,5 | 450,5 | $C_v=0,55$ | | | $R_{сж} = 40,8$ | $R_{сж} = 106$ | $R_{сж} = 113$ |
| ЦДС-21 | Цемент Вольский ПЦ 500 Д0 | 2090 | 674 | 0,15 | 2418 | 28,5 см | $R_{изг} = 6,3$ | $R_{изг} = 17,5$ | $R_{изг} = 19$ |
| | Melflux 5581F (0,9 % от Ц) | 18,8 | 18,8 | | | | $R_{сж} = 88$ | $R_{сж} = 140$ | $R_{сж} = 152$ |
| | Вода | 313 | 313 | $C_v=0,67$ | | | | | |
| ЦДС-20 | Цемент Вольский ПЦ 500 Д0 | 2058 | 663 | 0,17 | 2382 | 31,3 см | $R_{изг} = 9,2$ | $R_{изг} = 14,4$ | $R_{изг} = 18,2$ |
| | Хидетал 9γ ГП (0,9 %) от Ц | 18,5 | 18,8 | | | | $R_{сж} = 107$ | $R_{сж} = 124$ | $R_{сж} = 134,8$ |
| | Вода | 341 | 341 | $C_v=0,66$ | | | | | |
| ЦДС-1 | Цемент Красноярский ПЦ 500 Д0 | 1952 | 635 | 0,185 | 2328 | 38 см | $R_{изг} = 7,7$ | $R_{изг} = 8,9$ | $R_{изг} = 12,2$ |
| | Melflux 5581F (0,9 % от Ц) | 17,7 | 17,7 | | | $C_v=0,63$ | $R_{сж} = 82$ | $R_{сж} = 124$ | $R_{сж} = 147,6$ |
| | Вода | 364,5 | 364,5 | | | | | | |
| Ц-5 | Цемент Красноярский ПЦ 500 Д0 | 1744 | 563 | 0,26 | 2093 | НГ | $R_{изг} = 4,7$ | $R_{изг} = 5,6$ | $R_{изг} = 9,6$ |
| | Вода | 453 | 454 | $C_v=0,56$ | | | $R_{сж} = 59,6$ | $R_{сж} = 86,2$ | $R_{сж} = 90,4$ |
| ЦДС-17 | Цемент Красноярский ПЦ 500 Д0 | 1949 | 629 | 0,18 | 2370 | 37,5 | $R_{изг} = 6,0$ | $R_{изг} = —$ | $R_{изг} = 23,4$ |
| | Sika ViscoCrete-20GOLD (0,9 % от Ц) | 17,5 | 17,5 | | | | $R_{сж} = 79,6$ | $R_{сж} = 129$ | $R_{сж} = 144,8$ |
| | Вода | 351 | 351 | $C_v=0,63$ | | | | | |
| ЦДС-22 | Цемент Красноярский ПЦ 500 Д0 | 2083 | 672 | 0,18 | 2360 | 34 см | $R_{изг} = 4,7$ | $R_{изг} = 122,3$ | $R_{изг} = 19,9$ |
| | Хидетал 9γ ГП (0,9 %) от Ц | 18,8 | 18,8 | | | | $R_{сж} = 94$ | $R_{сж} = 123$ | $R_{сж} = 136$ |
| | Вода | 375 | 375 | $C_v=0,63$ | | | | | |
| Ц-3 | Цемент Жигулевский ПЦ 500 Д0 | 1717 | 554 | 0,26 | 2178 | НГ | $R_{изг} = 3,7$ | $R_{изг} = 4,6$ | $R_{изг} = 8,9$ |
| | Вода | 446,5 | 446,5 | $C_v=55$ | | | $R_{сж} = 42,7$ | $R_{сж} = 56$ | $R_{сж} = 80,8$ |

| | | | | | | | | | |
|--------|--|-------|-------|------------|------|------------|-----------------|------------------|-------------------|
| ЦДС-5 | Цемент Жигулевский ПЦ 500 Д0 | 1954 | 630,3 | 0,18 | 2343 | 28,7 см | $R_{изг} = 6,0$ | $R_{изг} = 10,2$ | $R_{изг} = 12,3$ |
| | Sika ViscoCrete-20GOLD (0,9 % от Ц) | 15,6 | 15,6 | | | | $R_{сж} = 76,2$ | $R_{сж} = 118$ | $R_{сж} = 142$ |
| | Вода | 352 | 352 | $C_v=0,63$ | | | | | |
| ЦДС-24 | Цемент Новотроицкий ПЦ 500 Д0 | 2040 | 658 | 0,18 | 2360 | 31,5 см | – | – | $R_{изг} = 18,75$ |
| | Melflux 5581F (0,9 % от Ц) | 18,3 | 18,3 | | | $C_v=0,65$ | – | – | $R_{сж} = 151,2$ |
| | Вода | 367 | 367 | | | | | | |
| ЦДС-25 | Цемент Новотроицкий ПЦ 500 Д0 | 1841 | 594 | 0,22 | 2255 | 23,5 см | – | – | $R_{изг} = 12,4$ |
| | Хидетал 9γ ГП (0,9 % от Ц) | 16,5 | 16,5 | | | $C_v=0,6$ | – | – | $R_{сж} = 136,4$ |
| | Вода | 400,4 | 400,4 | | | | | | |

чены на Вольском ПЦ с ГП Melflux. Это конечно связано прежде всего с самыми низкими значениями В/Ц при достаточно высокой текучести цементных суспензий из конуса Хегерманна (28,5 см). Наибольшая прочность (151–152 МПа) цементной матрицы получена на Воль-

ском и Новотроицком цементах. При замене ГП Melflux на отечественный ГП Хидетал 9 водоцементное отношение существенно увеличилось, что привело к более низкой плотности цементного камня и потери прочности на 10 %.

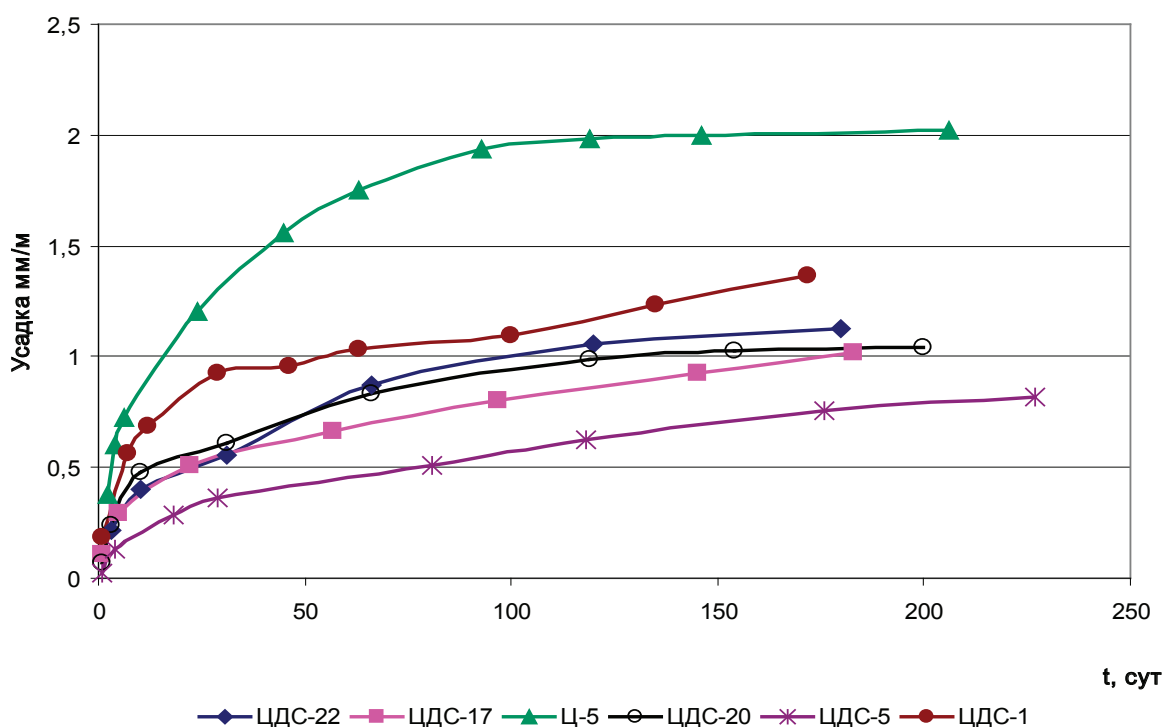


Рис. 1. Усадочные деформации цементных камней: 1 — Ц-5; 2 — Ц-3; 3 — ЦДС-22; 4 — ЦДС-20; 5 — ЦДС-17; 6 — ЦДС-5

Прочность цементного камня с суперпластификаторами из саморастекающихся суспензий в 1,35–1,6 раза выше, чем цементного камня из теста нормальной густоты с более высокой пористостью.

В связи с тем, что усадочные деформации являются функцией плотности (пористости) цементного камня была определена усадка пластифицированных цементных камней. Результаты экспериментов представлены на рисунке 1.

Как видно из данных рисунка 1 самые высокие значения усадки отмечены у состава цементного камня из теста НГ (Ц-5). Они в 2 раза выше, чем у цемента с добавкой СП Sika ViscoCrete 20 Gold (ЦДС-17), что конечно обусловлено более высоким содержанием воды. Для пластифицированных цементных камней с низким содержанием воды

(от 0,17 до 0,18) значение усадки находилось в пределах 0,818–1,04 мм/м; для цементного камня из теста нормальной густоты — 1,4–2,0 мм/м.

А. В. Волженским [1] показано, что усадка цементного камня в зависимости от свойств исходных цементов и водоцементного фактора колеблется обычно в пределах 3–5 мм/м, а показатели усадки тяжелых бетонов, изготовленных из этих цементов, в 6–10 раз меньше, чем цементного камня.

В наших опытах усадка сверхплотного камня, полученного из литой суспензии, находится в пределах 0,8–1,2 мм/м.

Исходя из этого, бетоны, полученные с использованием эффективных СП и ГП, обладают сверхнизкими значениями усадки, не превышающими 0,2–0,4 мм/м [2].

Литература:

1. Волженский, А. В. Минеральные вяжущие вещества. 4-е изд., перераб. и доп. М.: Стройиздат, 1986—464с.
2. Калашников, В. И. Капиллярная усадка высокопрочных реакционно-порошковые бетоны и влияние на нее масштабного фактора // Строительные материалы. 2010. — №5. с. 52–53.

Влияние реакционно-активных добавок на прочностные свойства пластифицированного цементного камня

Гуляева Екатерина Владимировна, кандидат технических наук;
Ерофеева Ирина Владимировна, аспирант;
Калашников Владимир Иванович, доктор технических наук, профессор;
Петухов Андрей Владимирович, студент
Пензенский государственный университет архитектуры и строительства

Революционные достижения в технике и технологии бетонов за последние годы связаны с долгожданной заменой самой «консервативной» рецептуры бетона «цемент-песок-щебень-вода», существующей с 1830 г., на новую, многокомпонентную. Многокомпонентная система со значительным количеством дисперсного компонента и очень тонкого песка при использовании эффективных суперпластификаторов позволяет называть бетоны нового поколения бетонами с высоким содержанием суспензионной составляющей. В бетонах старого поколения с суперпластификатором суспензионная составляющая состоит из цемента и воды. При низких расходах цемента 200–300 кг/м³ в бетонах старого поколения, содержание суспензионной составляющей очень мало и бетонные смеси не могут быть высокопластичными и самоуплотняющимися.

Изучению влияния микрокремнезема в большом диапазоне концентраций его в цементном камне посвящено небольшое количество работ [1,2,3]. Поэтому изучалось влияние количества микрокремнезема (МК) на растекаемость суспензий, формирование пластической прочности и прочностные показатели цементного камня. В качестве

компонентов цементно-минеральной суспензии использовался цемент Вольский и Красноярский ПЦ 500 ДО, микрокремнезем Липецкий в количестве от 10 до 20 % от массы цемента. Количество ГП во всех составах было принято 0,9 % от массы цемента в пересчете на сухое вещество. Результаты испытаний представлены в таблице 1. и на рисунке 1.

Как видно из представленных пластограмм индукционный период (рисунок 1) у системы, содержащей МК продолжительнее на 2 часа, что связано с увеличением водопотребности цемента с МК. Именно по этой же причине высокими прочностными характеристиками в 28 суток и более интенсивной кинетикой формирования прочности обладал состав без МК (таблица 1). Учитывая высокую дисперсность МК Липецкого в составе на Красноярском ПЦ с 20 % МК увеличение В/Т до 0,28 так не позволило получить самоуплотняющуюся суспензию, однако прочность цементного камня с 20 % содержанием МК, несмотря на высокое значение В/Т также, что, у состава с 7 % МК. Если обратиться к плотностям составов содержащих МК, то можно увидеть, что увеличение его количества приводит к существенному воздухововлечению. Вы-

сокие дозировки МК гарантируют более высокий прирост прочности в поздние сроки и тем выше, чем меньше вовлекается воздуха при перемешивании.

Как видно из результатов таблицы 1 с увеличением содержания МК с 10 до 20 % плотность цементного камня на Вольском цементе снизилась на 118 кг/м³. Как уже указывалось ранее, в Европе есть ограничения по применению МК в порошковой форме [4]. Для приготовления бетонов с МК его часто используют в виде суспензии. В связи с этим была изучена контракция водной суспензии с МК. Суспензия изготавливалась при В/Т=1,5, обеспечивающем её текучесть и деаэрацию суспензии. Контракция после 20 дневной выдержки составила 5мл/100г сухого МК. Использование суспензии МК позволяет существенно понизить воздухоовлечение от применения МК.

Таким образом, установлено, что введение высокодисперсной реакционно-активной добавки в количестве

10 % от цемента приводит к незначительному увеличению водопотребности цементно-минеральных дисперсных суспензий. Повышение содержания МК до 20 % увеличивает водосодержание суспензии на 33 %. Увеличение содержания МК с 10 % до 20 % в Липецком цементе приводит к возрастанию водосодержания на 63 %. Самоуплотняющаяся суспензия превращается в малопластичное тесто и скорость набора прочности в первые 1–7 суток существенно замедляется. Поэтому оптимальная дозировка МК зависит от вида цемента.

Проведен рентгеноструктурный анализ цементных камней с МК и без него. На рентгенограммах с содержанием МК 7 % от массы цемента наблюдались следующие фазы: твердый раствор CSH(B); некойта, афвиллита и Ca(OH)₂. На рентгенограммах с содержанием МК 10 и 20 % преимущественно наблюдались фазы - гидрат -C₂S, а в составе с 30 % МК фазы некойта и афвиллита.

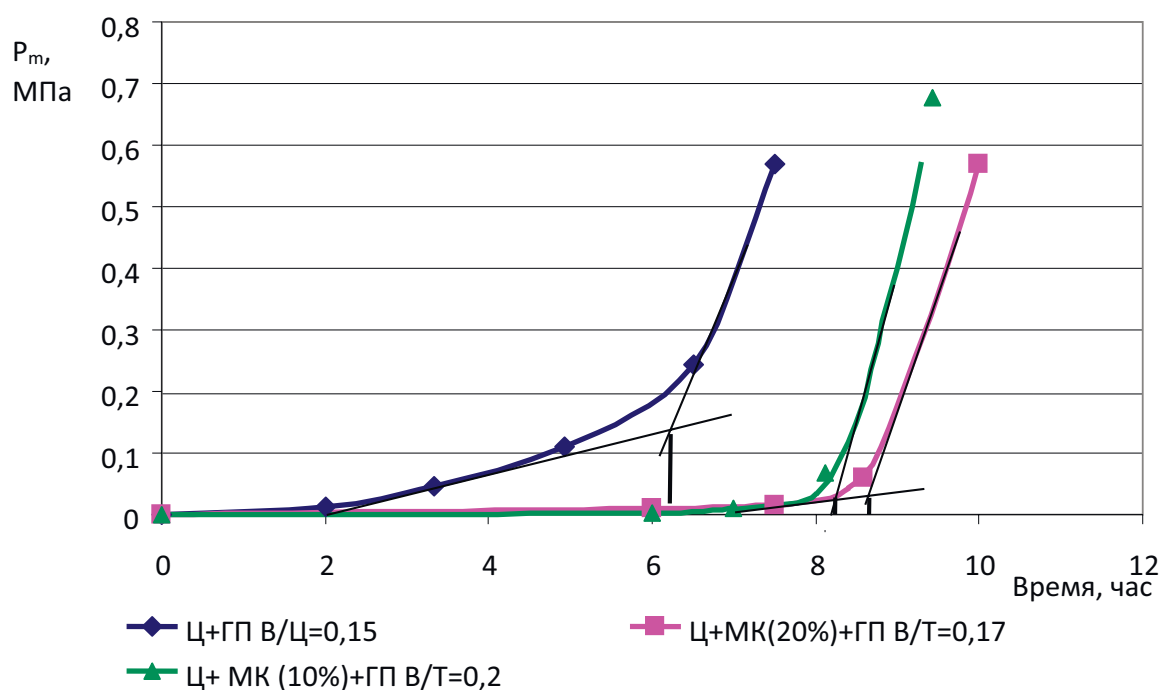


Рис. 1. Влияние количества МК и В/Т отношения на пластическую прочность цементного камня

Таблица 1. Влияние количества МК на прочностные свойства модифицированного цементного камня

| Наименование | На 1 м ³ , кг | V на 1 м ³ , л | В/Т | ρ _{вл} , кг/м ³ | РК Хагерманна | Прочность, МПа, через, сут | | |
|----------------------------|--------------------------|---------------------------|------|-------------------------------------|---------------|----------------------------|-----------------------|-------------------------|
| | | | | | | 1 | 7 | 28 |
| Цемент Вольский ПЦ 500 ДО | 2098 | 676 | 0,15 | 2418 | 29 см | R _{изг} = 6,3 | R _{изг} = 19 | R _{изг} = 23,8 |
| Melflux 5581F (0,9 % от Ц) | 18,9 | 18,9 | | | | R _{сж} = 88 | R _{сж} = 140 | R _{сж} = 152 |
| Вода | 315 | 315 | | | | | | |

| | | | | | | | | |
|---|-------|-------|-------|------|--------|---------------------|---------------------|---------------------|
| Цемент Вольский ПЦ 500 ДО | 1780 | 574,2 | 0,17 | 2300 | 28,5см | $R_{изг} =$ 5,7 | $R_{изг} =$ — | $R_{изг} =$ 20,2 |
| МК Липецкий (10 % от Ц) $S_{уд} = 65000 \text{ см}^2/\text{г}$ | 178 | 77,4 | | | | $R_{сж} =$ 71,5 | $R_{сж} =$ 126 | $R_{сж} =$ 140 |
| Melflux 5581F (0,9 % от Ц) | 16 | 16 | | | | | | |
| Вода | 335,6 | 335,6 | | | | | | |
| Цемент Вольский ПЦ 500 ДО | 1510 | 487 | 0,204 | 2189 | 30,6 | $R_{изг} =$ 5,2 | $R_{изг} =$ — | $R_{изг} =$ 19,8 |
| МК Липецкий (20 % от Ц) $S_{уд} = 65000 \text{ см}^2/\text{г}$ | 302 | 131,3 | | | | $R_{сж} =$ 50 | $R_{сж} =$ 117,2 | $R_{сж} =$ 134,8 |
| Melflux 5581F (0,9 % от Ц) | 13,6 | 13,6 | | | | | | |
| Вода | 372,4 | 372,4 | | | | | | |
| Цемент Красноярский ПЦ 500 ДО с 0,9 % Melflux 5581F | 1869 | 603 | 0,172 | 2286 | 28,5 | $R_{изг} =$ 7,36 | $R_{изг} =$ 9,6 | $R_{изг} =$ 15,8 |
| МК Липецкий (7 % от Ц) $S_{уд} = 65000 \text{ см}^2/\text{г}$ | 131 | 57 | | | | $R_{сж} =$ 108 | $R_{сж} =$ 114 | $R_{сж} =$ 118 |
| Вода | 322 | 322 | | | | | | |
| Цемент Красноярский ПЦ 500 ДО с 0,9 % Melflux 5581F | 1510 | 487 | 0,28 | 2124 | 17,3* | $R_{изг} =$ 3,0 | $R_{изг} =$ 12,4 | $R_{изг} =$ 23,4 |
| МК Липецкий (20 % от Ц) $S_{уд} = 65000 \text{ см}^2/\text{г}$ | 302 | 131,3 | | | | $R_{сж} =$ 65,6 | $R_{сж} =$ 88,4 | $R_{сж} =$ 120 |
| Вода | 376 | 376 | | | | | | |
| * — распыл определялся на встряхивающем столике | | | | | | | | |

Таким образом, на рентгенограммах цементного камня с повышенным содержанием МК не обнаружены фазы портландита $\text{Ca}(\text{OH})_2$. Следует также отметить, что на рентгенограммах образцов с ГП наблюдается больше фаз, чем на рентгенограммах, образцов, содержащих МК. Это вероятно можно, объяснить неоднородным химическим и зерновым составом и неодинаковым количеством

воды, участвующем в реакции гидратации. Конечно, отсутствие фаз $\text{Ca}(\text{OH})_2$ может повлиять на поведение арматуры в бетоне, а именно усилить её коррозию. Однако применение ингибитора коррозии стали — нитрита натрия в количестве 2 % от массы вяжущего (Ц+МК) позволяет расширить диапазон применения микрокремнезема в бетонах в повышенных дозировках.

Литература

1. Брыков, А. С. Влияние ультрадисперсных кремнеземов на гидратацию портландцемента и состав цементного камня / А. С. Брыков, Р. Т. Камалиев, В. И. Корнеев // Цемент и его применение — № 1. — 2009. — с. 91–93.
2. Гамалий, Е. А. Структура и свойства цементного камня с добавками микрокремнезема и поликарбоксилатного пластификатора / Е. А. Гамалий, Б. Я. Трофимов, Л. Я. Крамар. Вестник ЮУрГУ Серия «Строительство и архитектура», выпуск 8 — 2009 — № 16 — с. 29–35.
3. Федосов С. В. Влияние микрокремнезема на кинетику связывания гидроксида кальция в портландцементе для жаростойкого бетона / С. В. Федосов, Г. В. Серегин, А. А. Луценко Сборник статей Международной научно-практической конференции «Композиционные строительные материалы. Теория и практика». Пенза. Приволжский дом знаний, 2006—С. 286–288.
4. Валиев, Д. М. Высокопрочные порошково-активированные мелкозернистые бетоны с тепловлажностной обработкой / Д. М. Валиев, Е. В. Гуляева, В. М. Володин, В. И. Калашников // Актуальные проблемы проектирования и возведения зданий и сооружений с учетом энергосберегающих технологий и современных методов строительства: сб. ст. МНТК. — Пенза, 2011. — с. 40–43.

Стандартизация и система управления качеством производства макаронных изделий на предприятиях Челябинской области

Долматова Ирина Александровна, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент;

Зайцева Татьяна Николаевна, кандидат биологических наук, доцент;

Персецкая Ксения Михайловна, студент;

Иванова Галина Дмитриевна, студент

Магнитогорский государственный университет имени Г. И. Носова (Челябинская обл.)

В условиях рыночных отношений существует жесткая конкуренция между товаропроизводителями. На рынке выживает только производитель, выпускающий качественную, безопасную продукцию с расширенной ассортиментной линейкой. На российском рынке товарной продукции в условиях рыночной экономики, конкуренция между предприятиями разворачивается главным образом на поле качества выпускаемой продукции. Качество продукции — один из главных показателей коммерческой деятельности предприятий, который в значительной мере определяет выживаемость предприятия в условиях рынка, темпы технического прогресса, внедрения инноваций, рост эффективности производства.

На современном этапе развития товарных рынков России большое внимание уделяется обеспечению системы менеджмента качества, которые представляют собой совокупность организационной структуры, методик, процессов и ресурсов, необходимых для общего руководства качеством. Системы менеджмента качества позволяют улучшить деятельность предприятий, с целью повышения их конкурентоспособности на отечественном и мировом рынках.

Макаронные изделия являются основным продуктом питания XX столетия, поэтому спрос на них достаточно стабилен. На российском рынке макаронная продукция представлена в достаточно широком ассортименте от «элит» до «эконом», производимых как отечественными, так и зарубежными товаропроизводителями [3].

Магнитогорский рынок макаронных изделий представлен продукцией отечественного и зарубежного производства. Однако потребительские предпочтения отдаются макаронным изделиям отечественного производства. Из отечественных товаропроизводителей на магнитогорском рынке представлена продукция более 30 производственных предприятий Челябинской области. Среди них два настоящих гиганта — «Макфа» и «СоюзПищепром», два довольно крупных предприятия — МКХП «СИТНО» и ПК «Увелка», объемы производства которых, тем не менее, в разы меньше лидеров. Товаропроизводители удерживают Челябинскую область на 1-м месте в России по производству макаронных изделий (около 20 % всего объема). Расширение рынка сбыта за пределами Челябинской области свидетельствует о том, что на предприятиях большое внимание уделяется управлению качеством продукции [2].

ОАО «Макфа» образовалось в результате слияния в 2001 году двух крупнейших предприятий: Сосновский

комбинат хлебопродуктов и Челябинская макаронная фабрика. Предприятие производит макаронные изделия из муки твердых сортов под торговой маркой «Макфа». На предприятии контроль качества сырья, материалов, готовой продукции ведется производственно-технологической лабораторией, оснащенной современным оборудованием. В 2003 году «Макфа» проходит сертификацию системы менеджмента качества по стандарту ГОСТ Р ИСО 9001 и в 2004 г. «Макфа» становится лауреатом премии «Народная марка», впоследствии неизменно побеждая в конкурсе в номинации «Макароны». Именно «Макфа» в 2006 году вывела первый в России федеральный бренд в сегменте премиум «Grand di Pasta».

На российском рынке макаронных изделий существует жесткая конкуренция, поэтому предприятиям необходимо расширять ассортиментную линейку. В 2007 — 2008 гг. на рынок выводятся макаронные изделия специальных форматов — «гнезда»; крупноформатные изделия — «ракушки», «бантики»; детский ассортимент под названием «Макфики». В 2009 году компания выводит на рынок макарон быстрого приготовления «Экспресс», где быстрота варки достигается за счет технологии пропаривания в отличие от распространенного способа — обжарки в пальмовом масле. Эта технология позволяет сохранять все полезные свойства, витамины и микроэлементы сырья — муки из твердой пшеницы. В настоящее время предприятие выводит на рынки новинки макаронной продукции, при этом увеличивается производительность, расширяются рынки сбыта продукции. Высокое качество продукции ОАО «Макфа» подтверждается наградами престижных международных выставок, экспертных и потребительских конкурсов [6].

Под брендом «СИТНО» объединено сегодня около 70 предприятий сельского хозяйства и перерабатывающей промышленности. Предприятия компании «СИТНО» представляют собой динамически развивающиеся производственные структуры с замкнутым циклом производства. Миссия компании «СИТНО» — обеспечение достойного качества выпускаемой продукции, забота о здоровье потребителей, расширение ассортимента с целью удовлетворения запросов покупателей, умеренная ценовая политика [4].

Признанием лучших товаров и товаропроизводителей являются награды, которые являются важным элементом в стратегиях совершенствования, повышения производительности и конкурентоспособности как на микро-, так

и на макроэкономическом уровне. Еще в дореволюционной России проводились конкурсы в виде разнообразных ярмарок. Ярмарки выполняли как торговую функцию, так и являлись выставками творческих сил и технических новинок. Развитие российской промышленности в начале XIX в. исключило необходимость закупать товар за границей. Реформы, проводимые в 60–70-х гг. XIX в. дали мощный толчок развитию промышленного производства, где применялись новейшие по тем временам технологии. Все это позволило выпускать продукцию высокого качества с достаточно низкой себестоимостью и достойно конкурировать с зарубежными поставщиками. Известная цитата С. Т. Морозова того времени гласит: «...Богато наделенной русской земле и щедро одаренному русскому народу не пристало быть данником чужой казны и чужого народа... Россия благодаря своим естественным богатствам, благодаря редкой выносливости своего рабочего может и должна быть одной из первых по промышленности стран Европы».

Сегодня существует множество конкурсов качества, таких как «Сто лучших товаров России», «Народная марка», «Товар года», где оцениваются потребительские свойства продуктов и услуг, объем продаж, позиция в рейтинге брендов. Мы же хотим обратить внимание на премии за качество систем управления и организацию бизнеса. Подобные конкурсы, как правило, инициируются на государственном уровне. Многие национальные и региональные премии в области качества учреждаются с целью систематизировать и структурировать менеджмент компаний на основе философии качества, чтобы в результате повысить конкурентоспособность и производительность бизнеса как внутри страны, так и на мировом рынке. Значимость наградам придает и тот факт, что вручают их первые лица государства: так, в США премию Болдриджа ежегодно вручает лично Президент, а в России премии Правительства РФ в области качества вручает премьер-министр или один из его заместителей.

Высокое качество продукции ЗАО «МКХП-Ситно» отмечено золотыми и серебряными дипломами Всероссийского конкурса «100 лучших товаров России», платиновыми медалями Международной выставки «Всероссийская марка (III тысячелетие). Знак качества XXI века». Система управления качеством на предприятии соответствует Международным стандартам качества ИСО-9002.

В 2014 году «Ситно» одним из первых пищевых предприятий города получил Сертификат ХАССП, в основе которого лежит анализ опасностей, оценка рисков и определения критических точек в процессе производства. Система ХАССП — это достаточно эффективный инструмент управления, главной функцией которого является защита.

Сертификат ХАССП свидетельствует о соответствии предприятия требованиям международного стандарта. Наличие сертификата ХАССП дает товаропроизводителю внутреннюю уверенность в том, что производимая продукция является безопасной. Наличие сертификата си-

стемы ХАССП является конкурентным преимуществом на российском потребительском рынке. Применение ХАССП подтверждает выполнение нормативных и законодательных требований при производстве, реализации и потреблении продукции.

Таким образом, система ХАССП сводит воедино и систематизирует принципы добросовестного производства пищевых продуктов, естественные для нормально работающего предприятия [1].

Внедряя систему управления качеством на предприятии, и информируя об этом потребителя, производители, в первую очередь, повышают уровень их доверия, доверия торговых сетей, надзорных органов и потенциальных партнеров, во-вторых, укрепляют и повышают авторитет марки «СИТНО» и имиджа предприятия, демонстрируя приверженность производству безопасных пищевых продуктов.

В Объединение «СоюзПищепром» входят такие отраслевые предприятия, как ОАО «Комбинат хлебопродуктов им. Григоровича», ОАО «Варненский комбинат хлебопродуктов», ООО Агрофирма «Павловское», ООО «Чембаркульская птица». Торговая марка «СоюзПищепром» — родовой бренд предприятий объединения, представлен на продовольственном рынке России уже более 15 лет. Особенностью марочного ассортимента «СоюзПищепрома» является позиционирование в сегменте эконом-класса. Объединение «СоюзПищепром» производит более 25 видов макаронных изделий под торговыми марками «Царь», «СоюзПищепром», которые изготавливают на современном оборудовании швейцарской фирмы «Buhler AG» и итальянских линиях «Fava». В рецептурах используется мука собственного помола из твердых сортов пшеницы, вода природных источников, что придает готовой продукции янтарно-желтый и соломенно-желтый натуральные цвета. Макароны отличаются высокими потребительскими свойствами.

Предприятия «СоюзПищепрома» объединяет политика качества, а также общая стратегия развития производства и целевых инвестиций в сельское хозяйство, пищевую и перерабатывающую промышленность. Объединение подтверждает свой статус экологическими сертификатами, «СоюзПищепром» удостоен высших наград Международного экологического фонда, премий губернатора Челябинской области в области качества. Система качества и безопасности пищевой продукции соответствует требованиям ГОСТ Р ИСО 22000 (ИСО 22000:2005), включающий принципы ХАССП.

Производство высококачественной макаронной продукции подтверждается и телевизионным проектом 1 Российского канала «Контрольная закупка», который осенью 2009 году назвал макароны изделия торговой марки «Царь» победителем экспертного и покупательского отборов. Профессионалы и потребители подтвердили высокое качество макаронных изделий. Макароны изделия «СоюзПищепрома» вошли в престижный ТОП-10 самых востребованных продуктов питания бакалейной группы, по итогам анализа спроса в крупных торговых сетях в 2009—

2010 годах. Продукция объединения «Союзпищепром» отмечена наградами «Продэкспо-2010», медалями высшего достоинства «Интерфуд-2009», «WorldFood-2009», «Покупай российское-2009», «Агро-2009», «Золотая осень-2009»; они являются победителями федеральной программы-конкурса «100 лучших товаров России» [5].

Таким образом, внедрение на предприятиях макаронной промышленности систем управления качеством позволяет выпускать продукцию высокого качества, которая является конкурентоспособной не только на региональных рынках, но и позволяет конкурировать на российских и мировых рынках.

Литература:

1. Вайскрובה, Е. С., Барышников Н. И. Методика оценки результативности интегрированной системы управления качеством и безопасностью [Текст] // Молодой ученый. — № 11. — С.304–310.
2. Долматова, И. А., Зайцева Т. Н., Иванова Г. Д. Обогащение макаронных изделий растительными компонентами [Текст] // Материалы международной научно-практической конференции «Актуальные проблемы развития общественного питания и пищевой промышленности» — Белгород: БУКЭП 2014. с. 208–210.
3. Дранкова, Н. А., Зайцева Т. Н. Сравнительный анализ качества макаронных изделий из твердых и мягких сортов пшеницы [Текст] // Материалы 69-ой межрегиональной научно-технической конференции «Актуальные проблемы современной науки, техники и образования» Магнитогорск: МГТУ им. Г. И. Носова, 2011. № 1. с. 212–215.
4. Ситно [Электронный ресурс] — Режим доступа — <http://sitno.ru>
5. Союзпищепром — главная [Электронный ресурс] — Режим доступа — <http://www.spp.ru>
6. Торговая марка макарон, круп и муки «Макфа» [Электронный ресурс] — Режим доступа <http://company.unipack.ru>

Восстановление металлизацией деталей транспортно-технологических машин и комплексов

Захаров Юрий Альбертович, кандидат технических наук, доцент;
Ремзин Евгений Викторович, студент;
Мусатов Григорий Анатольевич, студент
Пензенский государственный университет архитектуры и строительства

Раскрывается сущность металлизации восстанавливаемых поверхностей деталей машин. Приведена классификация металлизации, методика нанесения и основные технологические аспекты. Приведены достоинства и недостатки каждого способа металлизации.

Ключевые слова: металлизация, восстанавливаемая поверхность, плазма, технологический процесс, металл, восстановление деталей.

Металлизация — это один из способов нанесения металлических покрытий на изношенные поверхности, восстанавливаемых деталей [1–5]. Сущность процесса металлизации состоит в распылении предварительно расплавленного металла струей сжатого газа (воздуха) на мелкие частицы, которые, имея высокую скорость полета при ударе о поверхность детали, деформируются, внедряются в ее поры и неровности и образуют металлическое покрытие [1]. Соединение частичек металла с поверхностью детали носит в основном механический характер и только в отдельных точках имеет место сваривание основного и присадочного материала.

Основными достоинствами металлизации как способа нанесения покрытий при восстановлении деталей являются: высокая производительность процесса, небольшой

нагрев детали (120–180°C), высокая износостойкость покрытия, простота технологического процесса и применяемого оборудования, возможность нанесения покрытий толщиной от 0,1 до 10 мм и более из любых металлов и сплавов. К недостаткам процесса следует отнести пониженную механическую прочность покрытия и сравнительно невысокую прочность сцепления его с подложкой [1–5].

В зависимости от вида тепловой энергии, используемой в металлизационных аппаратах для плавления металла, различают четыре основных способа металлизации: газопламенную, электродуговую, высокочастотную и плазменную.

Газопламенная металлизация осуществляется при помощи специальных аппаратов, в которых плавление ис-

ходного металла (проволоки) производится ацетиленокислородным пламенем, а распыление его — струей сжатого воздуха. Достоинствами газопламенной металлизации являются: небольшое окисление металла, мелкий его распыл, достаточно высокая прочность покрытия. К недостаткам следует отнести сравнительно невысокую производительность процесса и известную сложность установки.

Электродуговая металлизация производится аппаратами, в которых плавление металла осуществляется электрической дугой, горящей между двумя проволоками, а распыление — струей сжатого воздуха. Электродуговая металлизация отличается высокой производительностью процесса, экономичностью, простотой применяемого оборудования. К числу ее недостатков следует отнести повышенное окисление металла и как следствие — сравнительно невысокую прочность покрытия и прочность его сцепления с поверхностью детали.

Высокочастотная металлизация основана на использовании принципа индукционного нагрева при плавлении исходного материала покрытия (проволоки). Распыление металла производится струей сжатого воздуха. Головка высокочастотного металлизатора имеет индуктор, питаемый от генератора токов высокой частоты, и концентратор тока, который обеспечивает плавление проволоки на небольшом участке ее длины.

Преимуществами высокочастотной металлизации являются небольшое окисление металла благодаря возможности регулирования температуры его нагрева и достаточно высокая механическая прочность покрытия. К числу недостатков следует отнести сложность и высокую стоимость применяемого оборудования.

Плазменная металлизация это достаточно новый способ нанесения металлических покрытий напылением, при котором для расплавления и переноса металла на поверхность детали используются тепловые и динамические свойства плазменной струи. Плазменная струя представляет собой частично или полностью ионизированный газ, обладающий свойством электропроводности и имеющий высокую температуру. Плазменную струю получают путём нагрева плазмообразующего газа в электрической дуге, горящей в закрытом пространстве. Устройства для получения плазменной струи получили наименования плазменных горелок или плазмотронов. Плазмотрон, применяемый при металлизации, состоит из охлаждаемых водой катода и анода (сопла). Катод изготавливают обычно из лантанированного вольфрама, а анод (сопло) — из меди. Катод и анод изолированы друг от друга прокладкой из изоляционного материала.

Для получения плазменной струи между катодом и анодом возбуждают электрическую дугу от источника постоянного тока напряжением 80–100 В. Плазмообразующий газ, введенный в зону горения электрической дуги, ионизируется и выходит из сопла плазмотрона в виде струи небольшого сечения. Обжатую плазменную струю способствуют холодные стенки канала сопла плазмотрона

и электромагнитное поле, возникающее вокруг струи. Небольшое сечение плазменной струи, и её высокая электропроводность значительно повышают плотность тока и, следовательно, температуру газа и скорость его истечения. Температура плазменной струи в зависимости от силы тока дуги и расхода плазмообразующего газа достигает 10–30 тыс. °С, а скорость истечения — 1000–1500 м/с.

В качестве плазмообразующих газов используют аргон и азот. Аргонная плазма имеет наиболее высокую температуру — до 15–30 тыс. °С. Температура азотной плазмы ниже (10–15 тыс. °С), но она имеет более высокое тепло-содержание. Учитывая это, а также низкую стоимость, азот и нашел широкое применение в качестве плазмообразующего газа при плазменной металлизации.

Исходный материал покрытия при плазменной металлизации вводится в сопло плазмотрона в виде порошка с размером частиц от 50 до 200 мкм. Подача порошка производится из дозатора при помощи транспортирующего газа (азота). Дозатор определяет расход порошка и, следовательно, производительность процесса напыления. Расход порошка можно плавно регулировать в пределах от 5 до 12 кг/ч. Попадая в плазменную струю, металлический порошок расплавляется и увлекаемый плазменной струей, наносится на поверхность детали, образуя покрытие. Наибольшей скорости полета, расплавленные частицы порошка достигают на расстоянии 50–80 мм от среза сопла плазмотрона. Скорость полета металлических частиц зависит от тока дуги и расхода плазмообразующего газа и составляет 150–200 м/с. Большая скорость полета частиц исходного материала и высокая температура их нагрева в момент встречи с подложкой обеспечивают более высокие, чем при других способах металлизации, механические свойства покрытия и более прочное соединение его с поверхностью деталей. Предел прочности покрытия на растяжение составляет 20–25 кгс/мм². Твердость покрытия в зависимости от состава исходного материала может быть получена в пределах 30–60 HRC. Прочность сцепления покрытия с подложкой при испытании на отрыв достигает 400–500 кгс/см². Износостойкость покрытия в 1,5–2 раза выше, чем износостойкость стали 45, закаленной до твердости 58–62 HRC. Покрытие не снижает усталостной прочности деталей.

Высокая температура плазменной струи позволяет наносить покрытия практически из любых материалов, в том числе из особо жаростойких и износостойких сплавов. Процесс плазменной металлизации имеет высокую производительность (до 12 кг/ч) и позволяет полностью автоматизировать нанесение покрытия на детали. Все эти достоинства процесса плазменной металлизации позволяют сделать вывод о возможности его широкого применения при восстановлении автомобильных деталей. Металлизация как способ восстановления деталей применяется для восстановления наружных и внутренних цилиндрических поверхностей деталей.

Технологический процесс восстановления деталей способом металлизации складывается из трех основных групп операций: подготовки деталей к металлизации, нанесения покрытия и обработки деталей после металлизации.

Подготовка деталей к металлизации имеет целью обеспечить прочное сцепление покрытия с поверхностью детали. Процесс подготовки поверхности детали к металлизации включает: обезжиривание и очистку от загрязнений, механическую обработку, создание шероховатости на поверхности детали и защиту поверхностей, не подлежащих металлизации.

При механической обработке с поверхности детали снимают такой слой металла, чтобы после окончательной обработки детали после металлизации на ее поверхности оставалось покрытие толщиной не менее 0,5–0,8 мм. Необходимую шероховатость поверхности деталей получают путем дробеструйной обработки или накаткой зубчатым роликом. Дробеструйная обработка является наиболее производительным способом создания шероховатости и обеспечивает прочное сцепление покрытия с поверхностью детали. Дробеструйную обработку производят в специальных камерах чугунной дробью. Накатку поверхности детали производят на токарных станках однорядным зубчатым роликом диаметром 60 мм с углом заострения зуба 40–60°, при установке ролика по отношению к детали под углом 30° с обеспечением продольной подачи ролика в пределах 1,5–2 мм/об детали. Накатку

для создания шероховатости применяют при восстановлении металлизацией деталей с твердостью не более 350–400 НВ.

После подготовки поверхности детали к металлизации приступают к нанесению покрытия. Промежуток времени между подготовкой и нанесением покрытия должен быть минимальным и не превышать 1,5–2 ч.

Нанесение металлизационных покрытий производится при помощи специальных аппаратов — металлизаторов. При плазменной металлизации применяются специальные установки, включающие в себя плазменную металлизационную горелку (плазматрон); пульт управления; порошок питатель (дозатор), обеспечивающий подачу металлического порошка в горелку и источник питания.

Металлизация восстанавливаемых поверхностей деталей транспортно-технологических машин и комплексов находит достаточно широкое применение в ремонтном производстве. Наряду с гальваническими методами, которые реализуются с помощью специальных устройств, металлизация также нуждается в совершенствовании для обеспечения наиболее рационального восстановления изношенных поверхностей [6–8].

Применение металлизации достаточно распространено не только в авторемонтном производстве, но и при обслуживании сельскохозяйственных машин и оборудования [9].

Литература:

1. Захаров, Ю. А. Совершенствование технологии восстановления посадочных отверстий корпусных деталей проточным электролитическим цинкованием: дис. ... канд. техн. наук [Текст] / Ю. А. Захаров. — Пенза, 2001. — 170 с.
2. Захаров, Ю. А. Анализ способов восстановления посадочных отверстий корпусных деталей машин [Текст] / Ю. А. Захаров, Е. Г. Рылякин, А. В. Лахно // Молодой ученый. — 2014. — № 16. — с. 68–71.
3. Захаров, Ю. А. Восстановление посадочных поверхностей корпусных деталей машин проточным гальваническим цинкованием [Текст] / Ю. А. Захаров, Е. Г. Рылякин, И. Н. Семов // Молодой ученый. — 2014. — № 17. — с. 58–62.
4. Рылякин, Е. Г. Повышение работоспособности гидропривода транспортно-технологических машин в условиях низких температур [Текст] / Е. Г. Рылякин, Ю. А. Захаров // Мир транспорта и технологических машин. — № 1 (44). — Январь-Март 2014. — с. 69–72.
5. Обеспечение работы мобильных машин в условиях отрицательных температур [Текст] / Ю. А. Захаров, Е. Г. Рылякин, И. Н. Семов [и др.] // Молодой ученый. — 2014. — № 17. — с. 56–58.
6. Пат. 2155827 РФ, МПК: 7С 25D 5/06 А. Устройство для электролитического нанесения покрытий [Текст] / И. А. Спицын, Ю. А. Захаров // заявитель и патентообладатель ФГОУ ВПО «Пензенская государственная сельскохозяйственная академия» (РФ). — № 99115796/02, Заявлено 16.07.1999; Опубл. 10.09.2000.
7. Пат. 70366 Российская Федерация, МПК G01М. Инерционный нагружатель [Текст] / Власов П. А., Власов М. В., Захаров Ю. А.; заявитель и патентообладатель ФГОУ ВПО «Пензенская государственная сельскохозяйственная академия» (RU). — № 2007108571; заявл. 07.03.2007; опубл. 20.08.2008, Бюл. № 2. — 2 с.
8. Пат. 2503753 Российская Федерация, МПК: С25D19/00. Устройство для гальваномеханического осаждения покрытий [Текст] / Ю. А. Захаров, И. А. Спицын; заявитель и патентообладатель ФГОУ ВПО «Пензенская государственная сельскохозяйственная академия» (RU). — № 2012149639/02, заявл. 21.11.2012; опубл. 10.01.2014, Бюл. № 1. — 9 с.
9. Семов, И. Н. Разработка и обоснование конструктивно-режимных параметров дискового высевающего аппарата с подпружиненным выталкивателем семян сахарной свеклы [текст]: дисс. ... канд. техн. наук: 05.20.01: защищена 15.06.2007 утв. 02.11.2007 / Семов Иван Николаевич. — Пенза, 2007 — 130 с.

Анализ способов восстановления корпусных деталей транспортно-технологических машин и комплексов

Захаров Юрий Альбертович, кандидат технических наук, доцент;

Ремзин Евгений Викторович, студент;

Мусатов Григорий Анатольевич, студент

Пензенский государственный университет архитектуры и строительства

Основные дефекты корпусных деталей машин образуются в процессе эксплуатации и зависят от окружающих условий и режимов нагружения. Существующие технологии позволяют устранять эти дефекты с той или иной степенью эффективности. Каждый из рассмотренных способов имеет свои достоинства и недостатки, а также возможность совершенствования и создания на их основе более рациональных технологий.

Ключевые слова: дефект, ремонт, восстановление, надежность, механическая обработка, сварка, наплавка, напыление.

При проведении ремонта транспортно-технологических машин и комплексов, возникает необходимость в приобретении новых корпусных деталей — наиболее металлоемких и дорогих комплектующих. К сожалению, качество и ассортимент корпусных деталей, присутствующих в продаже, оставляет желать лучшего, что, в свою очередь, ориентирует потребителей на расширение применения ремонтно-восстановительных технологий по отношению к корпусным деталям.

При эксплуатации корпусные детали машин подвергаются различного рода нагрузкам, физическому и химическому воздействию, ударному и вибрационному воздействию, коррозии и температурным деформациям, абразивному, кавитационному и другим видам изнашивания, а также нарушению требований эксплуатации [1—3]. В результате возникают разнообразные дефекты, основными из которых являются: механические повреждения — сколы, выкрашивания привалочных плоскостей, трещины, задиры, пробои, обломы шпилек, срез или смятие наружной или внутренней резьбы, износ посадочных поверхностей отверстий и так далее; повреждения, возникающие под воздействием высоких температур — прогар, температурные деформации (коробление) в результате которых нарушается макрогеометрия корпусной детали, повреждаются базовые плоскости, могут возникнуть трещины и возрастая местные напряжения; химические повреждения — коррозия, покрытие поверхности продуктами химических реакций, окислами, смолистые отложения.

Нарушения макрогеометрии можно устранить с помощью горячей или холодной правки, механической обработкой (шлифованием и фрезерованием) или установкой дополнительных деталей [1—3]. Такие методы эффективны только при малых нарушениях макрогеометрии и не во всех местах корпусной детали их можно реализовать из-за технологической недоступности. В случае больших отклонений геометрии корпусной детали деталь признается неремонтопригодной и выбраковывается.

Восстановление резьбовых элементов осуществляют нарезкой новой резьбы с помощью слесарного инструмента, установкой втулок и свертышей, нанесением полимерных композиций, заменой шпилек, установкой спиральных вставок. В случае затруднения удаления обломка шпильки из резьбового отверстия прибегают к высверливанию или выкручивают, предварительно приварив (приклеив в случае невозможности сварки) к обломку небольшого прутка. В таких ситуациях задачу облегчает местный попеременный нагрев-охлаждение участка около обломанной шпильки, а также применение проникающих смазок. При применении полимерных композиций для восстановления резьбы в качестве наполнителя используют опилки металла схожего по своим свойствам с основным металлом детали. Это позволяет придать восстановленному участку характеристики близкие к материалу корпусной детали. Недостатком восстановления полимерами является невысокая их стойкость к температурным и вибрационным нагрузкам, поэтому полимерные композиции применяют в малонагруженных сопряжениях.

Трещины, сколы, пробоины, выкрашивания, прогар поверхностей корпусных деталей устраняют сваркой, наплавлением слоя металла, полимерными композициями, монтажом заплаток, клеевыми композициями, установкой фигурных вставок с последующей обработкой восстановленного участка или без обработки. В зависимости от места расположения дефекта и условий работы восстанавливаемой поверхности выбирают тот или иной метод. Для мест подвергающихся незначительным нагрузкам и нагреву (картер ДВС, корпус КП и т. д.) чаще всего применяют заполнение полимерно-композитными материалами. Ответственные участки восстанавливают наплавкой слоя металла, заливкой жидким металлом или приваркой заплат, а так же возможна комбинация способов восстановления.

Дефекты коррозионного характера можно устранить, предварительно подвергнув пораженный участок механической обработке для устранения очагов коррозии и последующим заполнением раковин (отверстий) полимером

или металлом [1–5]. Труднодоступные для механической обработки места корпусной детали подвергают химическому воздействию сильных растворителей (кислот) с последующей промывкой обработанного участка и заполнению его металлом или полимером. С целью предотвращения распространению коррозии или для предотвращения ее появления корпусную деталь частично покрывают антикоррозионными составами. Следы фреттинг коррозии устраняют механической обработкой с последующим восстановлением геометрии поверхности.

Различного рода отложения на поверхностях корпусных деталей устраняют мойкой с применением специальных моющих средств, ультразвукового воздействия на отложения, под высоким давлением, под воздействием электрического тока и инфракрасного излучения [1–5]. Отложения могут быть различны по составу и стойкости к воздействию моющих средств, кроме того, часть отложений находится в труднодоступных местах корпусной детали. Весьма хорошие результаты показывают способы мойки деталей с применением воздействия ультразвука, а также весьма эффективно применение комбинации способов очистки отложений. В качестве моющих средств применяют растворы, содержащие в своем составе поверхностно-активные вещества.

Для устранения внутренних напряжений в металле, а также для «исправления» структуры металла после воздействия высоких температур корпусные детали подвергают термической обработке (отпуску, закалке). Также применяется поверхностное упрочнение восстановленного участка корпусной детали (цементация, науглероживание и т. д.) с целью придания более высоких износных и прочностных свойств.

Износ поверхностей корпусных деталей машин происходит вследствие трения скольжения сопряженных поверхностей, в результате абразивного и кавитационного воздействия, эрозионный износ и так далее. Наибольшему износу подвержены посадочные отверстия в корпусных деталях под подшипники качения и скольжения [1].

При восстановлении изношенных поверхностей применяют ряд способов [1–3]:

— Механические способы — установка дополнительных элементов (втулка, лента, стакан), с последующим их закреплением клеевыми составами, приваркой, выглаживанием, запрессовкой с натягом и так далее. Способ достаточно прост и производителен, но при этом происходит перерасход металла (при изготовлении дополнительных элементов), снижение механической прочности корпусной детали ввиду уменьшения толщины перемычек между отверстиями и необходимостью снятия слоя основного металла. Кроме того, повторное восстановление таким способом в большинстве случаев невозможно.

— Термо-деформационные — деформация восстанавливаемой поверхности, предварительно нагретой тем или иным способом, с последующим выглаживанием, высадкой, сглаживание и осадкой. С помощью специального

инструмента, воздействуют на разогретую восстанавливаемую поверхность, высаживая часть металла, то есть, образуя «валики» на поверхности. Затем, «валики» подвергают выглаживанию, как бы их сминают, выдерживая необходимый размер. Получаемый в результате микрорельеф поверхности состоит из сглаженных валиков и борозд. Способ применяется крайне редко ввиду его малой эффективности и большой трудоемкости. Кроме того, увеличивается удельная нагрузка на восстановленную поверхность из-за снижения ее контактной площади. Применяют также пластическое деформирование нагретой поверхности путем ее обжатия, вытягивания или осадки (в зависимости от желаемого результата и от направления дефекта). Но таким способом можно восстановить только 1 раз и ограниченную номенклатуру поверхностей.

— Сварочно-наплавочные и напыление — наплавление, расплавленного с помощью сварочной дуги, металла на восстанавливаемую поверхность, с последующей ее механической обработкой. Способ высокопроизводителен, позволяет получать покрытия практически любой толщины, позволяет наносить разнообразные металлы и сплавы. Однако, при этом, получаемые поверхности имеют пористую структуру, трудно поддаются последующей механической обработке, присутствует перерасход наносимого металла, ввиду его разбрызгивания, а также присутствует высокий местный нагрев восстанавливаемой поверхности, влекущий за собой коробление корпусной детали.

— Полимерные материалы — нанесение полимерной композиции на восстанавливаемую поверхность с последующим ее отверждением различными способами. Слой полимерной композиции, требуемой толщины, наносится на восстанавливаемую поверхность с последующим отверждением. Способ достаточно универсален, но покрытия получаемые при его реализации имеют невысокую стойкость к температуре и вибрациям, кроме того обладают низкой теплопроводностью.

— Гальваническое осаждение покрытий — получение слоя металла или сплава на восстанавливаемой поверхности в результате химической или электрохимической реакции из раствора или расплава электролита [1–3, 7–8]. Осаждение осуществляют различными способами (ваннным, проточным, проточно-контактным и так далее) из электролита, содержащего соль осаждаемого металла под воздействием электрического тока с использованием растворимых и нерастворимых анодов. Этот способ имеет ряд преимуществ, таких как возможность осаждения слоя металла или комбинации металлов с заданными физико-механическими свойствами толщиной от нескольких микрометров до 2 мм. Возможно нанесение нескольких слоев с разными свойствами, возможно восстановление путем осаждения металл «в размер» без последующей механической обработки поверхности.

Как видим, для устранения дефектов корпусных деталей, возникающих в процессе эксплуатации, существует достаточно большое количество способов.

Выбор того или иного способа зависит не только от вида дефекта, но и от его локализации, величины, характера и других факторов [6, 9]. В определенных случаях

возможно применение комбинации из двух и более способов восстановления корпусных деталей транспортно-технологических машин и комплексов.

Литература:

1. Захаров, Ю. А. Совершенствование технологии восстановления посадочных отверстий корпусных деталей проточным электролитическим цинкованием: дис. ... канд. техн. наук [Текст] / Ю. А. Захаров. — Пенза, 2001. — 170 с.
2. Захаров, Ю. А. Анализ способов восстановления посадочных отверстий корпусных деталей машин [Текст] / Ю. А. Захаров, Е. Г. Рылякин, А. В. Лахно // Молодой ученый. — 2014. — № 16. — с. 68–71.
3. Захаров, Ю. А. Восстановление посадочных поверхностей корпусных деталей машин проточным гальваническим цинкованием [Текст] / Ю. А. Захаров, Е. Г. Рылякин, И. Н. Семов // Молодой ученый. — 2014. — № 17. — с. 58–62.
4. Рылякин, Е. Г. Повышение работоспособности гидропривода транспортно-технологических машин в условиях низких температур [Текст] / Е. Г. Рылякин, Ю. А. Захаров // Мир транспорта и технологических машин. — № 1 (44). — Январь-Март 2014. — с. 69–72.
5. Обеспечение работы мобильных машин в условиях отрицательных температур [Текст] / Ю. А. Захаров, Е. Г. Рылякин, И. Н. Семов [и др.] // Молодой ученый. — 2014. — № 17. — с. 56–58.
6. Пат. 2155827 РФ, МПК: 7С 25D 5/06 А. Устройство для электролитического нанесения покрытий [Текст] / И. А. Спицын, Ю. А. Захаров // заявитель и патентообладатель ФГОУ ВПО «Пензенская государственная сельскохозяйственная академия» (РФ). — № 99115796/02, Заявлено 16.07.1999; Опубл. 10.09.2000.
7. Пат. 70366 Российская Федерация, МПК G01M. Инерционный нагружатель [Текст] / Власов П. А., Власов М. В., Захаров Ю. А.; заявитель и патентообладатель ФГОУ ВПО «Пензенская государственная сельскохозяйственная академия» (RU). — № 2007108571; заявл. 07.03.2007; опубл. 20.08.2008, Бюл. № 2. — 2 с.
8. Пат. 2503753 Российская Федерация, МПК: C25D19/00. Устройство для гальваномеханического осаждения покрытий [Текст] / Ю. А. Захаров, И. А. Спицын; заявитель и патентообладатель ФГОУ ВПО «Пензенская государственная сельскохозяйственная академия» (RU). — № 2012149639/02, заявл. 21.11.2012; опубл. 10.01.2014, Бюл. № 1. — 9 с.
9. Семов, И. Н. Разработка и обоснование конструктивно-режимных параметров дискового высевающего аппарата с подпружиненным выталкивателем семян сахарной свеклы [текст]: дисс. ... канд. техн. наук: 05.20.01: защищена 15.06.2007 утв. 02.11.2007 / Семов Иван Николаевич. — Пенза, 2007—130 с.

Использование каплунированной птицы как аспект здорового образа жизни

Злобина Светлана Александровна, аспирант;

Гиро Татьяна Михайловна, доктор технических наук, профессор;

Прянишников Вадим Валентинович, кандидат технических наук, профессор

Саратовский государственный аграрный университет имени Н. И. Вавилова

Ларионова Ирина Сергеевна, доктор философских наук, профессор

Московская государственная академия ветеринарной медицины и биотехнологии имени К. И. Скрябина

Исследовались физико-химические показатели мяса каплунов.

Ключевые слова: *каплуны, птицеводство, качественные показатели.*

Еще в детстве, перечитывая романы Александра Дюма и Мориса Дрюона, многие задавались вопросом: жирные каплуны, которых постоянно едят три мушкетёра с Д'Артаньяном и другие герои, — это кто? Или что?

Теперь мы знаем ответ!

Уже с глубокой древности была известна кастрация птицы. В Китае каплунирование производилось более трёх тысяч лет назад. Холостили птицу вавилоняне, рим-

ляне, греки... Упоминание об использовании в пищу мяса каплунов у Аристотеля датируется IV веком до нашей эры. Позднее, в средние века эта технология проникла в Европу из Армении и Персии. В Англии в XVI столетии каплуны высоко ценились не только для еды, но и для приготовления пива, в котором варили мясо этой птицы. В дореволюционной России производство каплунов, по утверждению И. И. Абозина, являлось даже промышленной

отраслью. Только в одном селе в Тверской губернии к Рождеству выращивали несколько сот тысяч каплунов. В СССР попытки массового каплунирования относятся к 30-м годам прошлого столетия, они осуществлялись на Украине (Н. Дорофеев, 1932 г.), на Московском птицекомбинате (В.Заручинский, 1936 г.) и в ряде других производств.

Одна из основных целей в птицеводстве на современном этапе — произвести продукцию эффективно, с наименьшими затратами и отличным качеством. В связи с этим, большое внимание должно уделяться разработке путей повышения качества мяса.

Целью нашей работы в течение нескольких последних лет является исследование влияния каплунирования петушков на качество их мяса.

Общеизвестно, что каплуны имеют более высокий прирост массы, мясо отличается более высокой пищевой и биологической ценностью, легче усваивается, также значительно улучшаются органолептические показатели — сочность, нежность и аромат.

При искусственном прекращении функции половых желез значительно изменяется обмен веществ и деятельность желез внутренней секреции. В результате возникают количественные и качественные изменения в органах и тканях кастратов, что сказывается на поведении животных. Выключение функции половых желез повышает склонность организма к накоплению жировых тканей, что способствует увеличению прироста массы тела при откорме животных в половозрелом возрасте. Каплуны, без дополнительного откорма, вырастают в полтора раза крупнее обычных петухов, причем поедаемость корма при этом уменьшена на 40 %.

Но главная ценность каплунов — получение мяса с высокими пищевыми качествами.

Авторами, под руководством врачей Ветеринарного госпиталя Саратовского ГАУ им. Н. И. Вавилова были проведены операции на 10-ти петушках 3–5 недельного возраста мясоичной породы Родонит. Разумеется, операции по каплунированию осуществляли в полном соответствии с требованиями Женевской конвенции «International Guiding principles for Biomedical Research Involving Animals» (Geneva, 1990).

Техника операции требует наличия специальных инструментов, определенного навыка, и знания топографической анатомии. Из многообразия способов каплунирования наиболее эффективным является полное хирургическое удаление семенников. Опасность инфекции и летального исхода очень мала (2–4 %).

По окончании эксперимента отмечено, что по экстерьеру каплуны сильно отличаются от некастрированных петухов. После оперативного вмешательства наблюдается половая реверсия в сторону фенотипических признаков самки. У них отсутствуют петуший головной убор и грива, имеются маленькие анемичные серёжки и гребень, выделяется массивная задняя часть тела с очень лёгким и тонким костяком.

У таких гонадоэктомированных особей отмечается изменение не только экстерьерных форм, но и биохимических свойств крови; в частности понижение интенсивности окислительных процессов, что ведёт в конечном итоге к увеличению приростов массы тела и улучшению качества мясного сырья.

Результаты физико-химических и микроструктурных исследований мяса каплунов, проведенные в испытательном лабораторном центре «ВНИИМП им. В. М. Горбатова», представлены в таблице 1.

Результаты физико-химических исследований показали, что в мясе каплунов изменяется соотношение между белковыми фракциями мышц: нарастает количество белков нерастворимой фракции и уменьшается содержание белков растворимых фракций (солевой и щелочной) (табл.1).

Другое дополнительное преимущество — в мясе петушков после оперативного удаления гонад отмечается низкое количество нерастворимых белков и высокое растворимых белков, а также экстрактивных небелковых азотистых веществ, что придаёт продукту незабываемый вкус и аромат. По своему аминокислотному составу наиболее близки к идеальным животным белкам, так как они содержат в себе все незаменимые аминокислоты в оптимальном количестве и соотношении (Рис.1). Триптофан относится к незаменимым аминокислотам и необходим для образования «гормона счастья» серотонина, который контролирует настроение, сон и восприятие боли.

Таблица 1. Результаты физико-химических исследований мяса каплунов

| Наименование определяемых показателей | Единица измерения | НД на методы исследований | Результаты испытаний |
|---------------------------------------|-------------------|---------------------------|----------------------|
| Массовая доля жира | % | ГОСТ 23042–86 | 35,1±0,2 |
| Массовая доля белка | % | ГОСТ 25011–81 | 15,7±0,2 |
| Триптофан | мг/100 г | | 330,25±0,3 |
| Фракционный состав | | | |
| Водорастворимый белок | % | | 1,48±0,01 |
| Солерастворимый белок | % | | 2,83±0,20 |
| Щелочерастворимый белок | % | | 11,45±0,12 |
| Оксипролин | мг/100 г | ГОСТ 23041–78 | 49,51±0,01 |
| КБП | | | 6,67 |

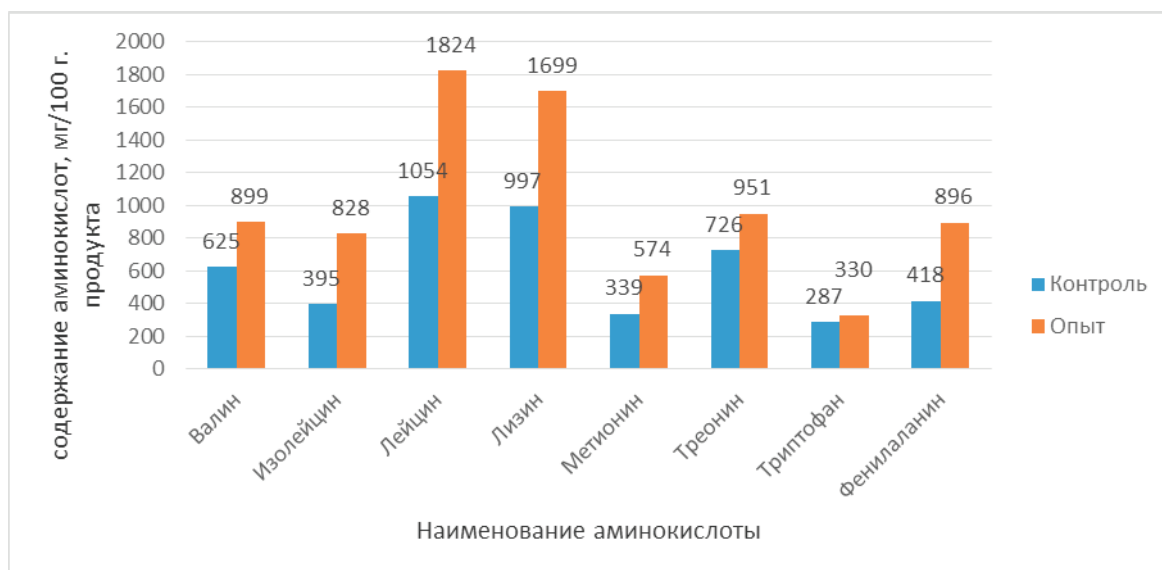


Рис. 1. Содержание аминокислот в мясе петухов контрольной и опытной групп

Мясо каплунов является источником высококачественного белка, обеспечивает полноценный баланс белка в организме, является прекрасным продуктом для жизнедеятельности и роста, также его можно рекомендовать для производства деликатесных продуктов питания.

Таким образом, нами убедительно установлено положительное влияние удаления у петушков половых желез

на рост каплунов и качество получаемого при их убое мясного сырья. Уверены, что изучение продуктивности качества мяса каплунов вызовет интерес не только у гурманов, птицеводов-любителей, фермеров, поставщиков мясной продукции, но и поможет возрождению многовековой традиции потребления в пищу своеобразного ароматного, сочного мяса холощёных петушков. Наша работа в этом направлении продолжается.

Литература:

1. Гиро, Т. М. Физико-химические, органолептические и морфологические показатели мяса петухов, подвергшихся каплунированию / Т. М. Гиро, С. А. Злобина // Технология и продукты здорового питания. — Материалы VII Международной научно-практической конференции. — Саратов. — 2013. — С.27–30.
2. Гиро, Т. М., Прянишников В. В., Толкунова Н. Н. Использование белковых препаратов в мясных технологиях. Саратов: Издательство «Саратовский источник», 2013.-205 с.
3. Морозова, Н. И., Мусаев Ф. А., Прянишников В. В., Захарова О. А., Ильтяков А. В., Черкасов О. В. Технология мяса и мясных продуктов. — Часть I. Инновационные приёмы в технологии мяса и мясных продуктов: Учебное пособие. Рязань: ФГБОУ ВПО «РГАТУ». 2012. — 209 с.
4. Антипова, Л. В., Прянишников В. В. Применение препаратов ВИТАЦЕЛЬ в технологии рубленых полуфабрикатов из мяса птицы // Все о мясе, 2006, №4, С.15–17
5. Пищевые волокна и белковые препараты в технологиях продуктов питания функционального назначения / О. В. Черкасов, Д. А. Еделев, А. П. Нечаев, В. В. Прянишников, и др. // ФГБОУ ВПО «РГАТУ» — Рязань, — 2013. — 160 с.
6. Прянишников, В. В., Ильтяков А. В., Гиро М. В. Современные технологии ферментированных мясных продуктов. Журнал «Вестник СГАУ», Саратов, 2013 г. № 1. С.48–52.
7. Прянишников, В. В. Современные технологии производства мясных продуктов. Птица и птицепродукты, 2011, № 1, с. 11–12.
8. Прянишников, В. В. Пищевая клетчатка в инновационных технологиях мясных продуктов. Пищевая промышленность, 2011, № 5, с. 20–21
9. Черкасов, О. В. Пищевые волокна и белки: научные основы производства, способы введения в пищевые системы / О. В. Черкасов, В. В. Прянишников, Н. Н. Толкунова, А. А. Жучков // Рязань: Издательство ФГБОУ ВПО РГАТУ, — 2014. — 183 с
10. Прянишников, В. В. Животные белки «Могунции» для антикризисной программы // Мясная индустрия, 2009 г, №3, С.46–47
11. Прянишников, В. В., Гиро Т. М., Микляшевски П. Принципы создания продуктов питания для людей пожилого возраста // Пищевая промышленность. 2010. №8. С.23–25

12. Прянишников, В. В. Пищевые волокна ВИТАЦЕЛЬ в мясной отрасли // Мясная индустрия, 2006, №9, С.43–45.
13. Прянишников, В. В. Инновационные технологии производства полуфабрикатов из мяса птицы // Птица и птицепродукты, 2010, №6, с. 54–57.
14. Ильяков, А. В. Белковые компоненты в технологии мясных продуктов / А. В. Ильяков, В. В. Прянишников, Г. И. Касьянов. — Краснодар: Экоинвест, 2011. — 152 с.
15. Прянишников, В. В., Ильяков А. В., Касьянов Г. И. Инновационные технологии в мясопереработке. — Краснодар: Экоинвест, 2011. — 163 с.
16. Прянишников, В. В., Ильяков А. В., Касьянов Г. И. Пищевые волокна и белки в мясных технологиях. Краснодар: Экоинвест, 2012. — 200 с.
17. Прянишников, В. В. Свойства клетчаток и применение их в технологии мясных продуктов. — Саратов: ФГБОУ ВПО «Саратовский ГАУ». 2012. — 124 с.
18. Прянишников, В. В. Свойства и применение препаратов серии «Витацель» в технологии мясных продуктов // Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук. — Воронеж: «Воронежская государственная технологическая академия», 2007.
19. Прянишников, В. В., Микляшевски П., Оziemковски П., Гиро Т. М. Актив — ред — натуральный пигмент для мясных продуктов // Мясная индустрия, 2010. №3, С.28–30.
20. Прянишников, В. В. Мировые проблемы в производстве, переработке и потреблении мяса // Птица и птицепродукты, 2011, №6, с. 8–9.

Супер- и гиперпластификаторы. Микрокремнеземы. Бетоны нового поколения с низким удельным расходом цемента на единицу прочности

Калашников Владимир Иванович, доктор технических наук, профессор;
Володин Владимир Михайлович, кандидат технических наук;
Мороз Марина Николаевна, кандидат технических наук;
Ерофеева Ирина Владимировна, аспирант
Петухов Андрей Владимирович, студент
Пензенский государственный университет архитектуры и строительства

На рубеже третьего тысячелетия в технике и технологии бетона реализовывались три основных революционных достижения, позволившие получать высококачественные многокомпонентные бетоны, бетоны с прочностью 150–200 МПа [1]. Эти три изобретения — использование фибры, супер- (СП) и гиперпластификатора (ГП) и стекловидных микрокремнеземов (МК). К наиболее важным из них следует, на наш взгляд, отнести высокоэффективные гиперпластификаторы на карбоксилатной основе. Это изобретение можно считать главенствующим и для бетонов, не содержащих МК и фибру, если изменить рецептуру в нем: значительно увеличить количество дисперсной минеральной фазы — молотых горных пород и очень тонкого кварцевого песка фракции 0,1–0,5÷0,16–0,63 мм в замен среднего или крупного песка и щебня. В связи с этим мы считаем, что четвертым революционным достижением необходимо считать использование высокодисперсных компонентов, существенно усиливающих действия СП и ГП и формирующих в бетоне высокотекучую реологическую матрицу с низким пределом текучести при минимуме содержания воды. С этих позиций реологические свойства являются основой для получения

порошковых бетонов и щебеночных бетонов нового поколения [2, 3, 4], включая самоуплотняющиеся, с прочностью на сжатие от 20–150 МПа, с низким удельным расходом цемента на единицу прочности в пределах $C_{уд} = 3–5$ кг/МПа.

Эти виды бетонов, изготовленные с использованием реакционно-порошковой матрицы с частичной заменой тонкодисперсного молотого песка микрокремнеземом в количестве 10–20 % от массы цемента, позволяют повысить прочность на 10–30 % и довести ее до особо высокопрочных бетонов с прочностью на сжатие 180–200 МПа. В настоящее время до 98 % выпускаемого бетона имеют марку до М 500, и удельный расход $C_{уд} = 8–12$ кг/МПа.

Переход на строительство из особо высокопрочных бетонов — это глобальная экономика строительства из бетона и железобетона. Снижение объемов бетона в конструкциях в 3–4 раза, это не только экономический рывок в области производства бетона, он распространяется на многие другие сферы промышленности.

Но такие экономические эффекты возможны при реализации технологии высокопрочных и особовысокопрочных бетонов в строительстве.

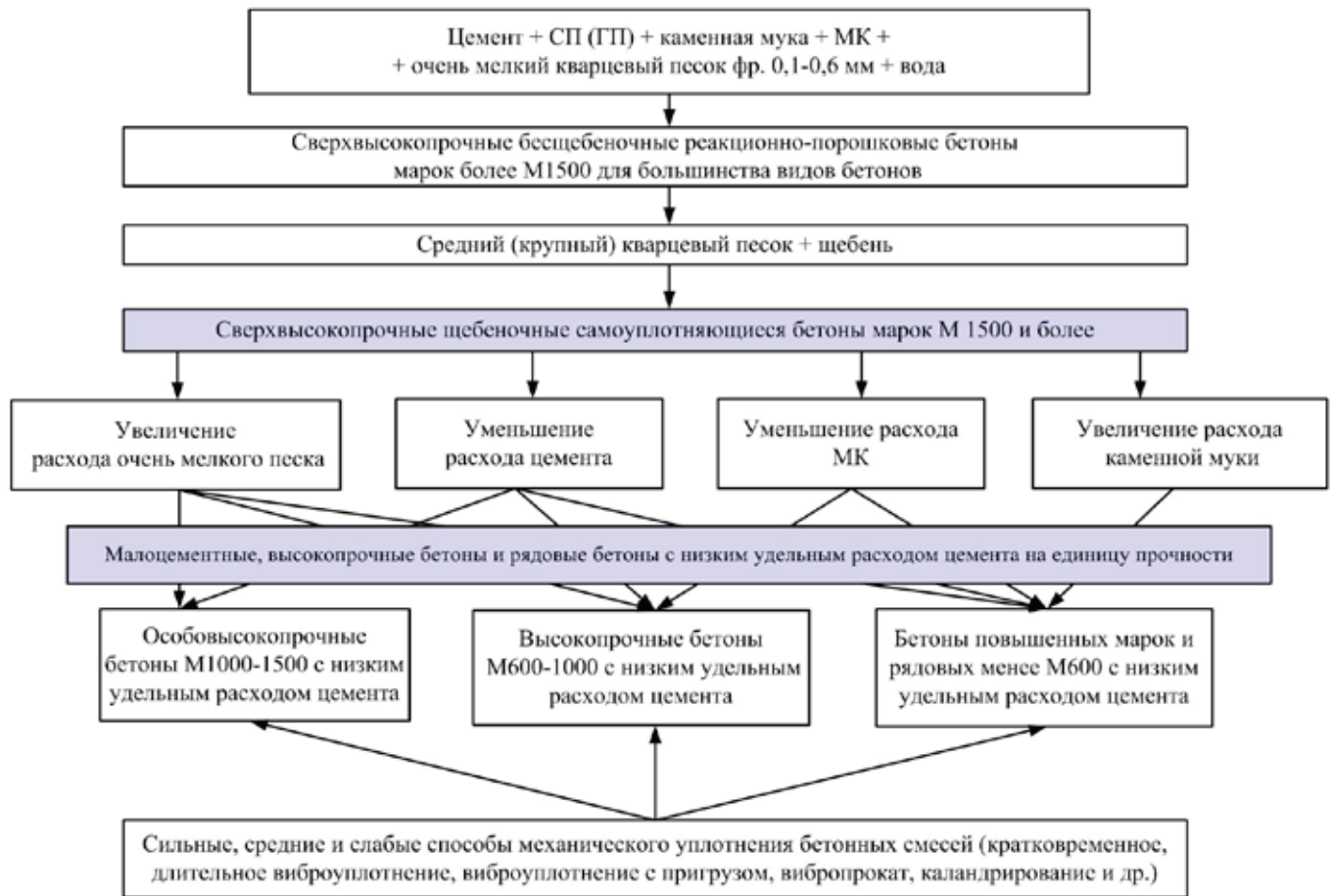


Рис. 1. Концепция формирования составов высокоэффективных бетонов

А на современном этапе мы предлагаем концепцию формирования составов высокоэффективных бетонов, перенеся основные принципы создания высокопрочных малоусадочных бетонов на бетоны общестроительного назначения марок менее М 600, М 600–1000 и М 1000–1500, с низким удельным расходом цемента. На рис. 1 изображено преобразование рецептуры тонкодисперсной реологической матрицы для щебеночных бетонов марок М 1500 и более, в матрицы бетонов с прочностью 20–150 МПа.

На рис. 2 в соответствии с нашими исследованиями представлена зависимость прочности щебеночных бетонов от содержания цемента для бетонов нового и старого поколения. Видно, что расход цемента для бетонов средней прочности уменьшен в 2–2,5 раза. Для высокопрочных бетонов при одинаковом расходе цемента показатели прочности возрастают в 2–3 раза.

Наиболее острая проблема — получение песчаных бетонов высокой прочности, с малой усадкой, повышенной трещиностойкостью и низкой деформативностью. Эта проблема решена нами с использованием оптимизации реологической тонкодисперсной матрицы. Такие высокие результаты достигнуты из-за оптимизации состава бетонов использование самых эффективных гиперпластификаторов, по нашему мнению, типа Melflux.

Эти гиперпластификаторы одинаково эффективны для цементов различных производителей, молотых кварцевых песков и различных микрокремнеземов. Они в меньшей мере изменяют свою реологическую активность от минералогического состава ПЦ (табл. 1, 2).

Как видно из табл. 1, наиболее эффективным ГП является Melflux1641F, 2651F и 5581F. Первый Российский ГП Хидетал 9 несколько уступает немецким Мелфлюксам. Из табл. 3 видно, что СП С-3 значительно уступает как отечественному, так и немецкому ГП. Всего было исследовано около 12 цементов Российских заводов, но вследствие ограниченности объема статьи были помещены результаты 4-х цементных заводов.

Как видно из табл. 2, Сурский песок с содержанием глинистых примесей плохо разжижается в суспензиях самым эффективным ГП. Наличие глинистых примесей снижает его адсорбцию на частицах молотого песка и водоредуцирующий эффект составляет 1,15. Достаточно чистый микрокварц увеличивает адсорбцию ГП Melflux и водоредуцирующий эффект достигает 2,26 и 2,16. Микрокремнеземы Новокузнецкого и Липецкого заводов разжижаются лишь при высоких дозировках ГП. Добавление цемента усиливает действие ГП на МК и Сурский песок из-за перезарядки отрицательной поверхности аморфных кремнеземов и кварца, генети-

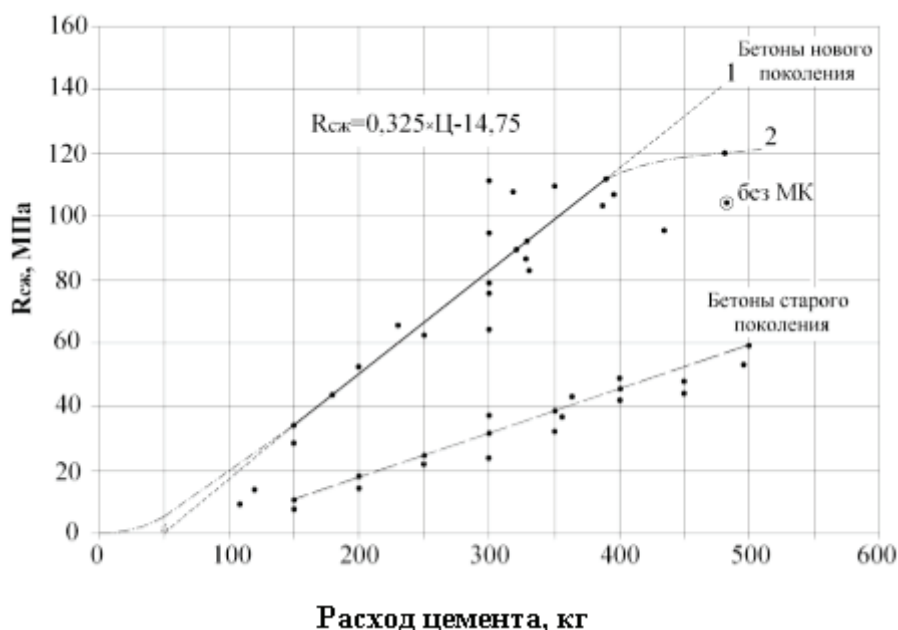


Рис. 2. Зависимость прочности при сжатии щебеночных бетонов старого и нового поколения от расхода цемента

Таблица 1. Водоредуцирующие эффекты разных СП и ГП на цементах различных производителей

| Наименование | Вид СП и ГП, и его дозировка от Ц, % | $\left(\frac{B}{Ц}\right)_n$ | $\left(\frac{B}{Ц}\right)_n$ | Распływ с СП и ГП, мм | Распływ без СП и ГП, мм | $V_{эф}$ |
|------------------------------|--------------------------------------|------------------------------|------------------------------|-----------------------|-------------------------|----------|
| Цемент Вольский М 500 ДО | Melflux1641F (0,8 %) | 0,18 | 0,45 | 51–52 | 38–42 | 2,5 |
| Цемент Вольский М 500 ДО | Хидетал ГП 9γ (0,8 %) | 0,2 | 0,45 | 50 | 38–42 | 2,25 |
| «Мордовцемент» М 500 ДО Н | Melflux 5581F (0,8 %) | 0,21 | 0,42 | 49 | 30–31 | 2,05 |
| «Мордовцемент» М 500 ДО Н | Хидитал ГП 9γ (1 %) | 0,2 | 0,42 | 36–38 | 30–31 | 2,1 |
| Цемент Красноярский М 500 ДО | Melflux 5581F (0,9 %) | 0,19 | 0,45 | 48 | 37 | 2,36 |
| Цемент Красноярский М 500 ДО | Хидитал ГП 9γ (1 % от Ц) | 0,21 | 0,45 | 55 | 34–37 | 2,14 |
| Цемент Ульяновский М 500 ДО | Melflux 2651F (1 %) | 0,19 | 0,4 | 55–59 | 35–37 | 2,14 |
| Цемент Ульяновский М 500 ДО | С-3 (1 %) | 0,29 | 0,4 | 39–40 | 35–37 | 1,38 |

Таблица 2. Водоредуцирующие эффекты разных СП и ГП в суспензиях молотых песков и микрокремнезёмов

| Наименование | Вид ГП, % от Т | $\left(\frac{B}{T}\right)_n$ | $\left(\frac{B}{T}\right)_n$ | Распływ с СП и ГП, мм | Распływ без СП и ГП, мм | $V_{эф}$ |
|--|----------------------------|------------------------------|------------------------------|-----------------------|-------------------------|----------|
| Песок Сурский с 2 % глинистых и илистых частиц, $S_{уд} = 3900 \text{ см}^2/\text{г}$ | Melflux 5581F (0,2 %) | 0,39 | 0,45 | 56–60 | 32 | 1,15 |
| Микрокварц $S_{уд} = 3650 \text{ см}^2/\text{г}$ | Melflux 5581F (1 %) | 0,23 | 0,52 | 65 | 34 | 2,26 |
| Микрокварц $S_{уд} = 3650 \text{ см}^2/\text{г}$ | Melflux 5581F (0,2 %) | 0,24 | 0,52 | 65–67 | 34 | 2,16 |
| МК Липецкий $S_{уд} = 54000 \text{ см}^2/\text{г}$ | Melflux 5581F (5 % от Т) | 2 | 2,8 | 53–58 | 30–32 | 1,4 |
| МК Новокузнецкий $S_{уд} = 13290 \text{ см}^2/\text{г}$ | Melflux 5581F (5 %) | 0,9 | 1 | 43–40 | 31–33 | 1,11 |
| Цемент Красноярский М 500 ДО (ЦДС с ГП)+ Песок Ртищевский молотый $S_{уд} = 3050 \text{ см}^2/\text{г}$ + Песок Сурский 0,16–0,63 + МК Новокузнецкий с 10 % от Ц | Melflux 5581F (0,9 % от Ц) | 0,11 | 0,31 | 52–51 | 33–35 | 2,82 |

чески селективного для них положительно заряженного катиона Ca^{+2} .

Таким образом, использование порошковой или реакционно-порошковой матрицы способствует получению бетонов всех видов, как очень высокой прочности, так и бетоны общестроительного назначения. Всех их объединяет очень информативный технико-экономический критерий — низкий удельный расход цемента на единицу прочности. Это позволяет рекомендовать сухую порошковую или реакционно-порошковую смесь для про-

изводства не только на бетонных заводах и на заводах сборного железобетона, но и, что на много лучше, на цементных заводах.

Сухие смеси, содержащие в своем составе 6 компонентов, определяющих высокую прочность цементирующей матрицы при использовании на бетонных заводах и ЖБИ, увеличат точность дозирования и существенно упростят процесс его. Они легко перемещаются пневмотранспортом и имеют насыпную плотность на 20–25 % больше, чем цемент.

Литература:

1. Калашников, В. И. Промышленность нерудных строительных материалов и будущее бетонов. Строительные материалы. 2008. №3. с. 20–23.
2. Калашников, В. И. Через рациональную реологию в будущее бетонов. Часть 1. Виды реологических матриц в бетонной смеси и стратегия повышения прочности бетона и экономии его в конструкциях // Строительные материалы XXI века, Технологии бетонов. 2007. №5. с. 8–10. Часть 2. Тонкодисперсные реологические матрицы и порошковые бетоны нового поколения. // Технологии бетонов. 2007. №6. с.8–11. Часть 3. От высокопрочных и особовысокопрочных бетонов будущего к суперпластифицированным бетонам общего назначения настоящего // Технологии бетонов. 2008 №1. с 22–26.
3. Калашников, В. И., Ананьев С. В. Высокопрочные и особовысокопрочные бетоны с дисперсным армированием. Строительные материалы. 2009. №6. с. 59–61.
4. Калашников, В. И. Расчет составов высокопрочных самоуплотняющихся бетонов. Строительные материалы, №10, 2008. с. 4–6

Разработка авиационных агрегатов в условиях ограничения себестоимости

Костюченко Александр Павлович, студент

Высшая школа системного инжиниринга МФТИ (г. Долгопрудный, Московская обл.)

Проектирование авиационных агрегатов является инженерной задачей, при выполнении которой разработчик встречается с целым рядом вопросов, решение которых требует использования комплексных знаний и системных подходов.

Задачи, решаемые в процессе разработки изделия, как правило, многокритериальные. Помимо выполнения технических требований, к которым относятся требования по обеспечению минимальной массы, заданного ресурса, надежности и др., созданное изделие должно быть технологичным в исполнении и удовлетворять ряду экономических требований. Значительная часть требований противоречивы и конкурентоспособное изделие возможно получить только найдя наиболее оптимальные компромиссные решения. Разработка агрегатов в условиях конкуренции не только накладывает значительные ограничения на сроки и стоимость разработки, изготовления и испытаний, она требует уделить особое внимание экономической эффективности изделия на всех этапах его жизненного цикла. Одна из наиболее актуальных проблем создания конкурентоспособных агрегатов заключается в реализации механизмов контроля себестоимости изделия на этапе его разработки.

Конструкторские решения, принимаемые на этапе проектирования агрегата, имеют гораздо более общий характер, чем кажется при первоначальном рассмотрении, и существенно влияют на экономическую эффективность самолета в целом, и поэтому, при разработке продукта важно выбрать решения, позволяющие наиболее оптимально реализовать в конструкции все разнообразные требования.

На настоящее время в отечественном агрегатостроении накоплен огромный опыт по оптимизации изделий с технической стороны в рамках освоенных технологий. Применение имитационного моделирования при проектировании позволяет существенно сократить сроки и бюджет разработки [1]. Современные программные средства инженерного анализа позволяют оптимально решать задачи силовой передачи, формирования оптимальной геометрии силовых элементов и весовой оптимизации изделия в целом. Однако, зачастую, данная оптимизация выполняется в отрыве от экономического анализа конструкции, который в свою очередь имеет место только после полного формирования облика изделия.

Для обеспечения возможности управления экономическими параметрами изделия на стадии его формирования необходимо применять комплексные методики оценки вариантов конструкции, которые включают:

1. Функционально-стоимостную оценку, выполняемую на этапе анализа основных требований к агрегату для возможности формирования связи между техническими и экономическими параметрами разрабатываемой конструкции.

2. Стоимостной анализ применения конструкционных материалов, проводимый на этапе выбора основных конструкционных материалов, необходимо выполнять с учетом рассмотрением всех возможных комбинаций полученных параметров конструкции и ее себестоимости.

3. Проработку директивной технологии изготовления сборки с применением комплексной системы оценок различных вариантов конструкции, проводимой на этапе разработки компоновочной схемы агрегата, и позволяющую выявить влияние каждого из принятых решений на эффективность и конкурентоспособность конструкции с учетом требуемых значений себестоимости.

4. Оценку различных способов изготовления деталей и узлов в зависимости от программы выпуска, с учетом обеспечения требуемых показателей надежности, ресурса и др., проводимой на этапе преобразования производственно-технологических требований в функции, обеспечивающих их реализацию.

1. Анализ требований к агрегату и функционально-стоимостная оценка изделия

Требования к авиационным агрегатам и системам вытекают из совокупности свойств, которыми должен обладать разрабатываемый самолет. Комплекс требований играет роль директивных установок, которые должны быть выполнены в процессе проектирования изделия.

С учетом взаимосвязи требований изменение степени выполнения каждого из них в отдельности сказывается на качествах самолета в целом. Поэтому на этапе анализа требований должна быть решена одна из наиболее важных задач — найти наилучшее компромиссное решение, определить наивыгоднейшую степень удовлетворения в проектируемом агрегате каждого из требований с учетом перспектив развития технологии самолетостроения и уровня эксплуатационного обслуживания, а также с учетом предполагаемых конкретных условий производства. Несмотря на то, что требования подразделяются на функциональные, эксплуатационные, производственно-технологические и экономические, их анализ должен проводиться только в совокупности.

Наибольшую сложность при проведении функционального анализа вызывают требования, имеющие качественное выражение, например, требования по минимизации количества мест, требующих смазки в экс-

плуатации, сокращению применения специнструмента при эксплуатации и обеспечения удобства доступа при обслуживании. Для оценки подобных требований используется экспертный подход, который может являться причиной некорректного функционального анализа. Для уменьшения вероятности ошибочных выводов при проведении функционального анализа, каждое из требований, имеющих качественное выражение, необходимо преобразовать в количественное для возможности применения математических инструментов при анализе.

Для возможности оценки влияния достижения каждого из предъявленных к конструкции требований на стоимость его реализации их необходимо свести в таблицу, где каждому требованию будет соответствовать обеспечивающая его функция. Проведенный анализ функций с применением попарного сравнения их значимости, позволяет выявить наиболее важные наиболее значимые функции. После сопоставления значимости функции и стоимости их реализации возможно не только выявить функции, достижение которых наиболее затратно, но и увидеть технико-экономический баланс разрабатываемого изделия.

2. Выбор основных конструкционных материалов и их стоимостной анализ

Для изготовления силовой конструкции авиационных агрегатов используются ограниченное количество материалов, одобренных ВИАМ, однако, это не упрощает процесс выбора того или иного материала для ее элементов. При выборе материала зачастую происходит перекоп в сторону удовлетворения, к примеру, производственно-технологических требований, без проведения экономического сравнения различных вариантов. Исключить данный перекоп и наиболее оптимально назначить материал для элементов конструкции позволяет проведение стоимостного анализа применяемых материалов.

На выбор материала влияет целый ряд требований к агрегату:

— функциональные, такие как необходимая прочность, жесткость, ресурс и надежность.

— производственно-технологические, например, параметры обрабатываемости и доступности.

— экономические, среди которых стоимость материала и обработки.

— эксплуатационные, определяемые условиями эксплуатации и хранения изделия.

Основные соображения по выбору материалов для изготовления различных силовых элементов конструкции агрегатов и систем принимаются на основе требований разработчика самолета, однако значительную долю веса конструкции составляют детали, сечения которых определяются не прочностью, а так называемыми конструктивными соображениями. Для подобных деталей необходимо применение материала, характеристики технологичности которого будут превалировать над прочностными.

С точки зрения обеспечения статической прочности и жесткости материал для элементов, работающих на раз-

личные виды деформации, следует подбирать по характеристикам удельной прочности.

При выборе материалов необходимо учитывать и их стойкость к внешним воздействующим факторам, статическую и длительную прочность при повышенных температурах, стойкость против различных видов коррозии, в том числе коррозии под напряжением и фреттинг-коррозии и др.

Наиболее оптимально провести назначение материалов для конструкции возможно только обладая комплексными показателями по таким параметрам как:

- стоимость снятия массовой единицы материала с заготовки,
- лимиты по объемам поставок материалов,
- стоимость материала и формы поставок,
- стоимостные показатели свариваемости, покрытия и др.,
- стоимость нанесения покрытия на единицу площади материала в зависимости от требуемых условий эксплуатации изделия,
- соотношение ресурсно-массовых показателей элементов конструкции, изготовленных из различных материалов,
- стоимостные показатели по обеспечению стойкости на истирание элементов кинематических узлов и др.

3. Компоновка агрегата и комплексная система оценок различных вариантов конструкции

Этап компоновки агрегата является одним из самых важных и трудоемких, в ходе данного этапа прорабатывается конструкция агрегата и намечается директивная технология изготовления и сборки.

В процессе конструирования агрегата по данным проектировочного расчета выбираются и увязываются между собой форма и размеры всех конструктивных элементов, способы их соединений, типы крепежных деталей и конструкция соединительных швов, окончательно устанавливается положение эксплуатационных и технологических разъемов и прорабатывается деление агрегата на под сборки.

Разработка конструкции ведется сначала на уровне эскизов и предварительных решений, затем, постепенно уточняясь, конструкция приобретает законченный вид.

На этапе предварительных решений по компоновке наиболее оптимально применять метод комплексных критериев, в основе которого лежит ранжирование критериев по степени важности. Для выбора оптимальных решений необходимо, чтобы критерии и их ранжирование по степени важности, по которым производится оценка вариантов компоновок, разрабатывались на основе функционального анализа, выполненного ранее.

Параллельно ведется разработка директивной технологии. Ее основное назначение — увязать принимаемые при проектировании конструкторские решения с предполагаемой рациональной технологией производства конструкции. Директивная технология может оказать существенное влияние на конструкцию агрегата ее разработка производится параллельно процессу проектирования.

В процессе разработки директивного технологического процесса агрегатной сборки решаются следующие вопросы:

- определяется состав элементов, поступающих на сборку, и степень их завершенности и производится разделение агрегата на под сборки;
- выбирается базы сборки;
- намечается основная последовательность сборки;
- разрабатываются способы обеспечения взаимозаменяемости собираемого агрегата по эксплуатационным и технологически разъемам;
- обеспечиваются удобные подходы для выполнения сборочных и монтажных работ;
- предусматривается в конструкции возможности механизации и автоматизации сборочных работ.

При составлении директивного технологического процесса агрегатной сборки должна проводиться стоимостная оценка каждого из ее шагов, с учетом применения специнструмента и оснастки для каждого из вариантов компоновки агрегата.

4. Обеспечение производственно-технологических требований и экономические параметры агрегата

На этапе преобразования производственно-технологических требований в функции, обеспечивающих их реализацию необходимо применять методы, позволяющие проводить оценку различных способов изготовления деталей и узлов в зависимости от программы выпуска, с учетом обеспечения требуемых показателей надежности, ресурса и др.

Группа производственно-технологических требований определяет технологичность конструкции агрегата и включает в себя общие указания по материалам и технологии, выполнение которых обязательно при разработке.

На данном этапе определяется минимальные значения программы выпуска агрегата в зависимости от методов изготовления элементов конструкции.

Производственно-технологические требования ориентированы на самое широкое применение передовых технологических процессов, повышение уровня механизации и автоматизации производства, использование недорогих и недефицитных материалов, максимальную стандартизацию и унификацию элементов конструкций, материалов и полуфабрикатов с целью уменьшения трудоемкости изготовления агрегата, сокращения цикла сборки и сроков освоения производства. При этом следует учитывать влияние технологии производства агрегата на его функциональные свойства, особенно на ресурс и надежность в эксплуатации.

В завершении данного этапа должен быть не только сформирован перечень основных материалов и типовых технологических процессов, на основе которых происходит проектирование, но и выполнены комплексные экономические оценки по этапам директивной технологии сборки агрегата.

Проведение оценки по вышеуказанным направлениям при разработке изделия позволяет не только наиболее оптимально решить вопросы проектирования авиационных

агрегатов и контроля экономических параметров разрабатываемой конструкции, но и обеспечить возможность

накопления знаний для сокращения периода разработки конкурентоспособных изделий.

Литература:

1. Управление разработкой авиационной техники с использованием имитационного моделирования производственных процессов. Сборник статей Конференция «Системы управления авиастроительным предприятием», 16–17 октября 2014 года — М., 2014.

Особенности моделирования транзисторных генераторов импульсов

Кулакова Светлана Викторовна, ассистент;

Кабышев Александр Михайлович, кандидат технических наук, доцент;

Маслаков Максим Петрович, кандидат технических наук, доцент

Северо-Кавказский горно-металлургический институт (Государственный технологический университет) (г. Владикавказ)

Генераторы импульсов (мультивибраторы) — это устройства, преобразующие электрическую энергию постоянного тока в энергию электромагнитных колебаний различной формы. Генераторы широко применяются в схемах автоматики, различных электронных схемах, системах телеизмерения и телеуправления.

В настоящее время для анализа электромагнитных процессов в электронных схемах широко применяется система автоматизированного проектирования Orcad 9.x–16.x [1, с. 20]. Система используется как разработчиками устройств электронной техники, так и в процессе обучения студентов. Однако многие схемы, работающие в реальных условиях, оказываются не работоспособными в процессе их моделирования в системе Orcad. К таким схемам относятся симметричные мультивибраторы. На

рисунке 1 показана принципиальная схема симметричного мультивибратора, реализованная в системе Orcad.

Схема выполнена на основе транзисторов Q1 и Q2. Резисторы R1, R4 являются нагрузкой транзисторных ключей, ограничивают коллекторные токи. Элементы R2, R3, C1, C2 образуют времязадающую цепь, их номиналы влияют на временные параметры генерируемых импульсов. Питание мультивибратора осуществляется от источника постоянного напряжения V1. Работа схемы подробно описана в литературе [2, с. 304].

Частота импульсов мультивибратора может быть приблизительно вычислена по формуле:

$$F = 1 / (1,4 * R * C) \tag{1}$$

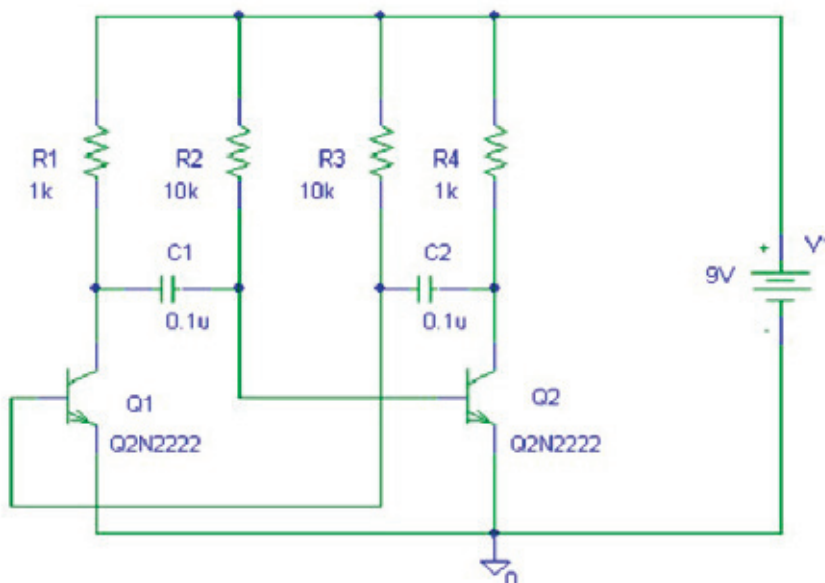
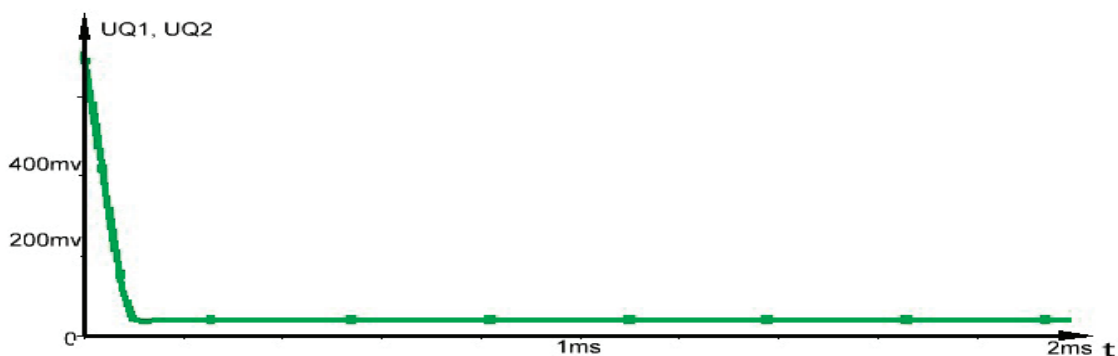
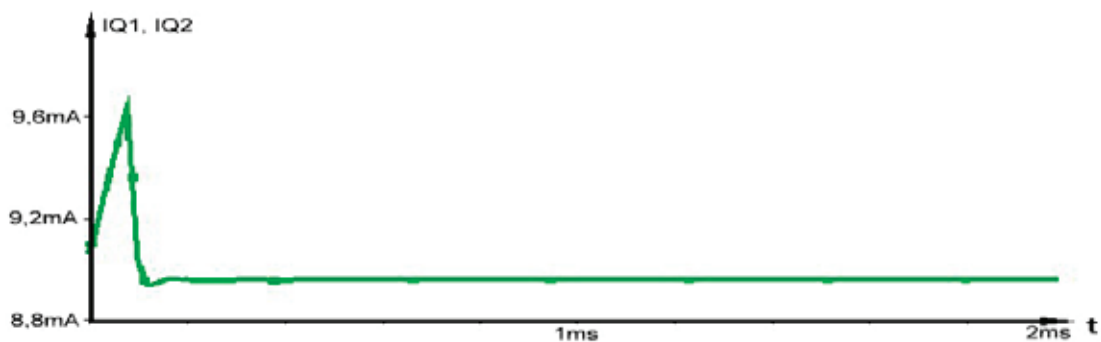


Рис. 1. Принципиальная схема модели симметричного мультивибратора



a)



б)

Рис. 2. Временные диаграммы напряжений и токов

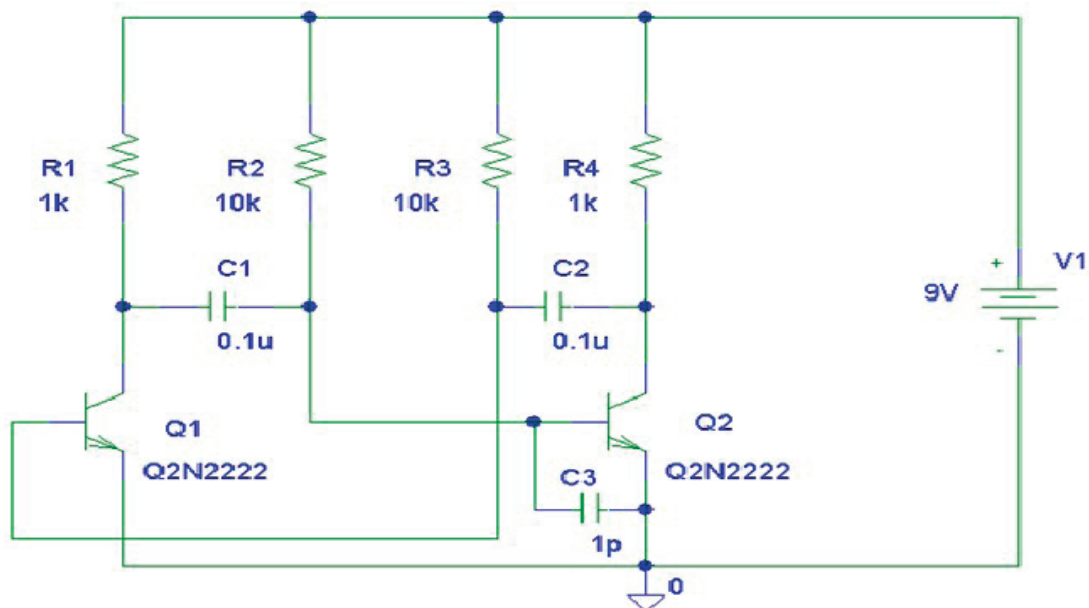


Рис. 3. Принципиальная схема мультивибратора (реализован второй способ построения модели)

Здесь: $R=R_2=R_3$, $C=C_1=C_2$.

В результате моделирования схемы были получены временные диаграммы (рис. 2).

На рисунке 2а показана временная диаграмма напряжений U_{Q1} , U_{Q2} на коллекторах транзисторов Q_1 , Q_2 . На рисунке 2б приведена диаграмма токов I_{Q1} , I_{Q2} , протекающих в коллекторных цепях транзисторов. Из временных диаграмм видно, что транзисторы находятся в открытом состоянии (режим насыщения), так как в установившемся режиме напряжение на транзисторах близко к нулю, а протекающий через транзисторы ток ограничен на уровне 9 мА только сопротивлением резисторов R_1 , R_4 . Модель мультивибратора не работает, генерация импульсов отсутствует. Причина этого состоит в идентичности параметров моделей™ транзисторов и в отсутствии разброса между величинами сопротивлений резисторов и емкостей конденсаторов, что не характерно для реальной схемы мультивибратора. Решить эту проблему можно одним из трех способов:

- использовать модели транзисторов разного типа;
- использовать модели транзисторов одного типа, но при этом изменить емкости их переходов подключением конденсатора небольшой величины;
- внести не симметрию во времязадающую цепь, то есть принять $R_2 \neq R_3$ и (или) $C_1 \neq C_2$.

Применение первого способа не целесообразно с точки зрения практической реализации схемы, требующей использования в схемах унифицированных элементов одного типа. Поэтому интерес представляет второй и третий способ построения модели мультивибратора.

На рисунке 3 показана модель схемы мультивибратора, в которой реализован второй способ построения модели.

Конденсатор C_3 , включенный параллельно переходу база-эмиттер транзистора, увеличивает его емкость, внося асимметрию в схему модели мультивибратора. Полученная в ходе моделирования временная диаграмма изменения напряжения на коллекторе транзистора Q_1 , приведена на рисунке 4. Диаграмма подтверждает работоспособность схемы.

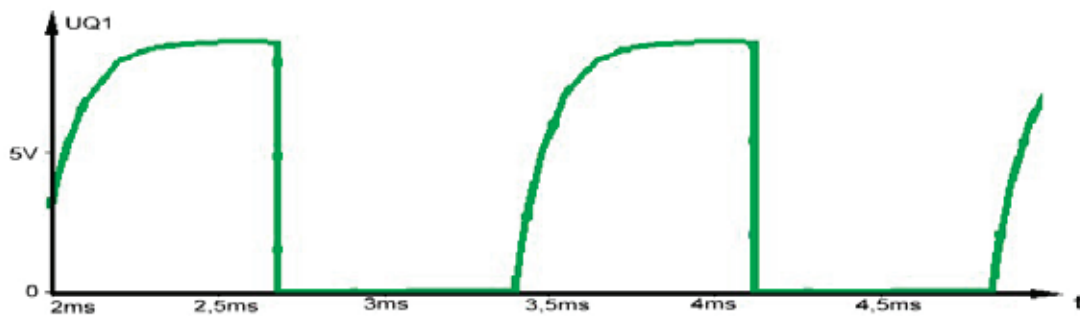


Рис. 4. Временная диаграмма изменения напряжения U_{Q1} на коллекторе транзистора Q_1

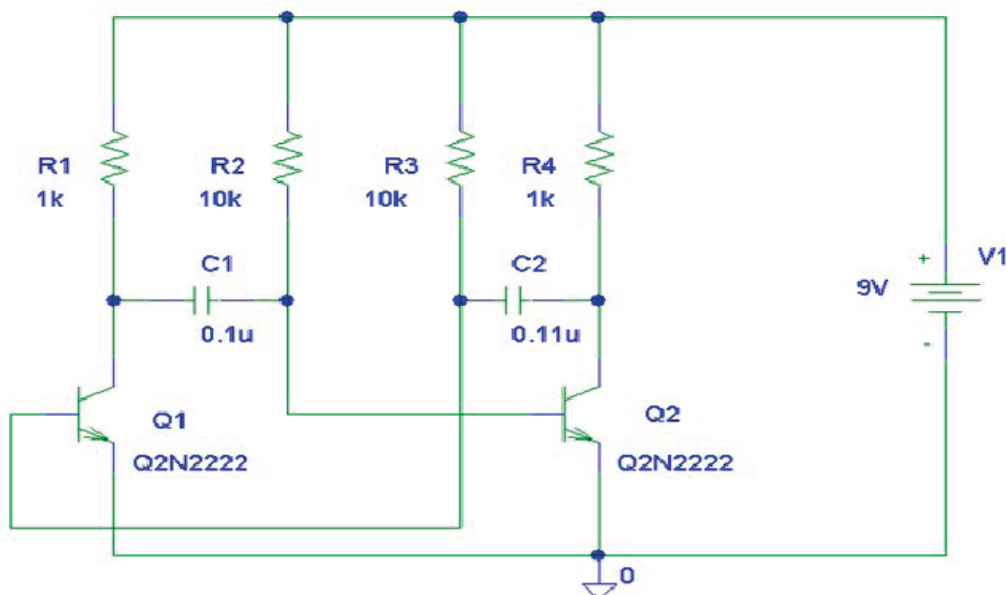


Рис. 5. Принципиальная схема мультивибратора (реализован третий способ построения модели: $C_1 \neq C_2$)

Частота импульсов мультивибратора равна 0.7 кГц, что соответствует расчетному значению, полученному с помощью формулы (1). Моделирование проводилось при изменении величины конденсатора С3 в диапазоне от 0.01пф до 1пф, при этом не было выявлено изменение частоты генерируемых импульсов. Скважность импульсов показанных на рисунке 4 составляет 2 (длительность импульса равна паузе).

Третий способ построения модели симметричного мультивибратора показан на рисунке 5. В схеме используются конденсаторы С1 и С2 не равные по величине. Номиналы элементов схемы заданы, с учетом десяти процентного допуска, характерного для подавляющего большинства резисторов и конденсаторов.

На рисунке 6 показана временная диаграмма изменения напряжения на транзисторе Q2. Частота импульсов не изменилась, однако не равенство емкостей конденсаторов С1 и С2, привело к изменению скважности (длительность импульса не равна длительности паузы), что характерно для реальных схем так как имеет место отклонение параметров элементов от номинальной величины.

Таким образом, проведенный анализ показал, что при моделировании схем данной категории необходимо применять рассмотренные способы построения модели, так как это позволяет приблизить процесс моделирования к макетированию и получать более достоверные результаты.

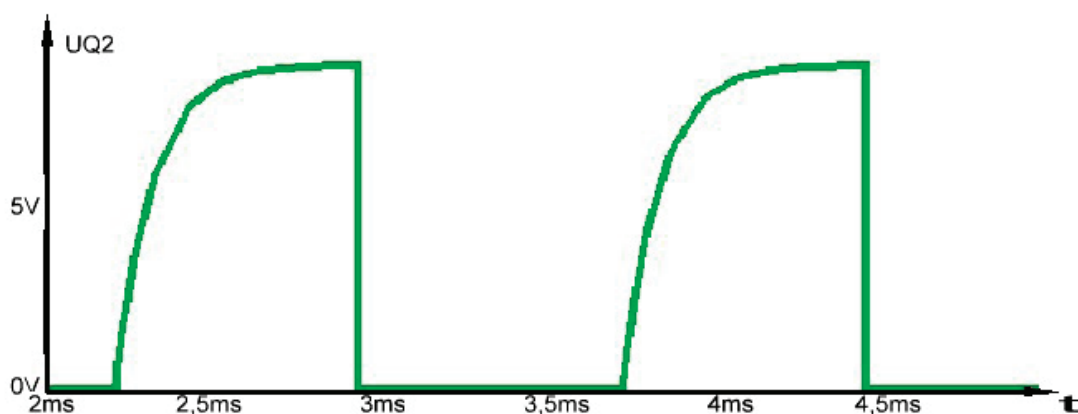


Рис. 6. Временная диаграмма напряжения UQ2 на коллекторе транзистора Q2 при условии С1≠С2

Литература:

1. Хайнеман, Р. Визуальное моделирование электронных схем в PSPICE: пер. с нем. — М.: ДМК Пресс, 2008.- 336с.: ил.
2. Бриндли Кейт. Карманный справочник инженера электронной техники: пер.с англ. /К.Бриндли,Д.Карр. — М.: Додэка XXI,-2005. — 479 с.

Анализ выбора химического раствора для фиксации объемной формы деталей швейных изделий

Куцевский Николай Александрович, кандидат технических наук, доцент;
Кошевко Юлия Владимировна кандидат технических наук, доцент
Хмельницкий национальный университет (г. Хмельницкий, Украина)

Эффективным способом закрепления деформированной структуры ткани является наложение внешних связей клеевого вещества. Известен способ [1] формозакрепления путем использования термореактивных смол. Термореактивная смола переносится на пробу с помощью пара. Физическая сущность процесса влажно-тепловой

обработки не меняется, а в процесс только добавляется предконденсат термореактивной смолы.

В лаборатории влажно-тепловой обработки кафедры ТКШВ Хмельницкого национального университета проведено исследование формования объемных форм головных уборов из тканей в воде. Предложенная

технология в корне отличается от классической влажно-тепловой обработки [2]. Проведенные исследования дали возможность уменьшить трудоемкость процесса за счет использования параллельной технологии формования и формозакрепления за один цикл обработки. Это достигается добавлением в воду клея, который фиксирует форму при формовании пробы. Разработки находятся на уровне лабораторных исследований, являются весьма перспективными.

На подготовительном этапе возникает вопрос выбора клеевого вещества с учетом его химического состава, поскольку необходимо учитывать то, что швейные изделия должны соответствовать определенным гигиеническим показателям качества. Кроме того, для материалов различного сырьевого состава возможно применение различных клеевых композиций, их концентрации, режимов обработки. При выборе клеевой композиции необходимо учитывать структуру материала, сырьевой состав, поскольку адгезионная прочность клеевых соединений зависит от этих характеристик.

Существует определенное количество растворимых в воде термопластичных полимеров, которые могут быть основой клеев. К ним относятся поливиниловый спирт, полиметилакриловая кислота, полиакриламид, простые эфиры целлюлозы, крахмал и производное крахмала декстрин [3].

Таким образом, актуальным является вопрос поиска клеевого вещества, которое было бы растворимо в воде,

это позволит уменьшить материалоемкость изделий, повысить эффективность труда и качество швейных изделий.

Клеи на основе поливинилового спирта (ПВС) не содержат вредных для организма человека соединений. Эти клеи образуются при гидролизе поливинилацетата. ПВС используют в виде водных растворов для склеивания бумаги, тканей с образованием устойчивых к действию бензила, керосина, масел, жиров, органических растворителей, клеевых соединений в сочетании с крахмалом ПВС используют для склеивания целлофана.

Растворимость ПВС в воде определяется степенью гидролиза: низкомолекулярные полимеры (степень гидролиза 70–80 %) растворяются в воде при комнатной температуре, со средней степенью (80–95 %) в холодной воде, высокой степенью (95–100 %) в холодной воде с последовательным нагреванием до температуры 70–80°C.

Мовилол — производное поливинилового спирта, имеет высокую степень гидролиза 95–100 %, в отличие от поливинилового спирта лучше растворяется в холодной воде, не содержит вредных для организма человека веществ, поэтому его можно использовать для операций формозакрепления пространственных форм деталей швейных изделий.

Для большинства клеев, которые растворяются в воде, на основе термопластичных полимеров характерной чертой является повышенная вязкость, обусловленная большей молекулярной массой полимеров и способностью к образованию водородных связей с молекулами воды.

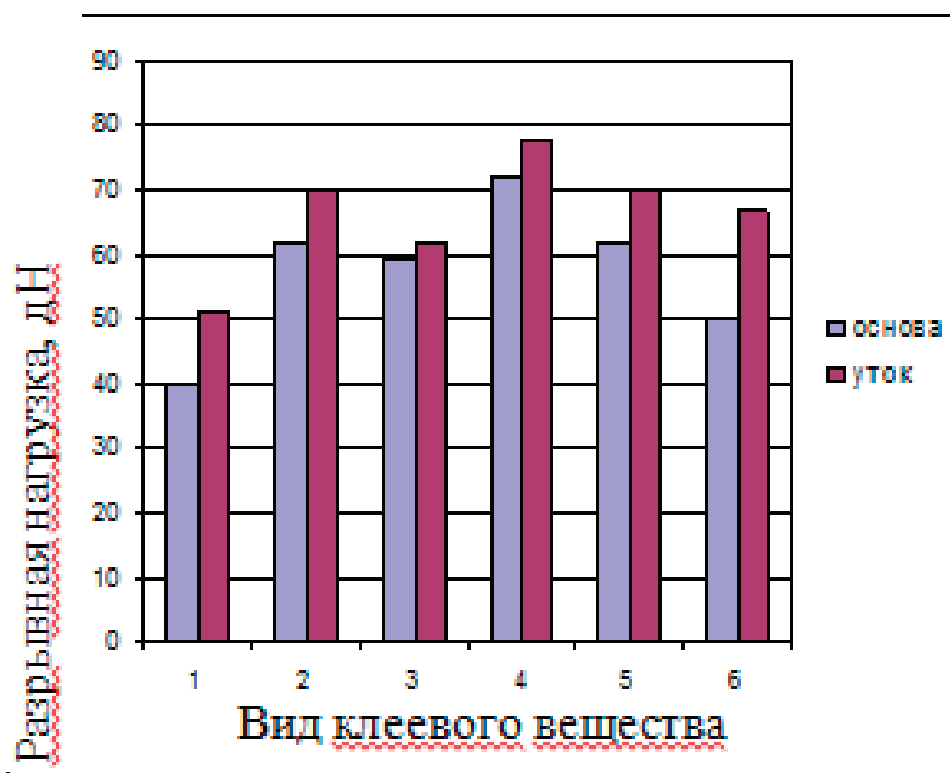


Рис. 1. Диаграмма изменения абсолютного разрывного усилия от вида клеевого вещества



Рис. 2. Диаграмма изменения несминаемости ткани от вида клеевого вещества

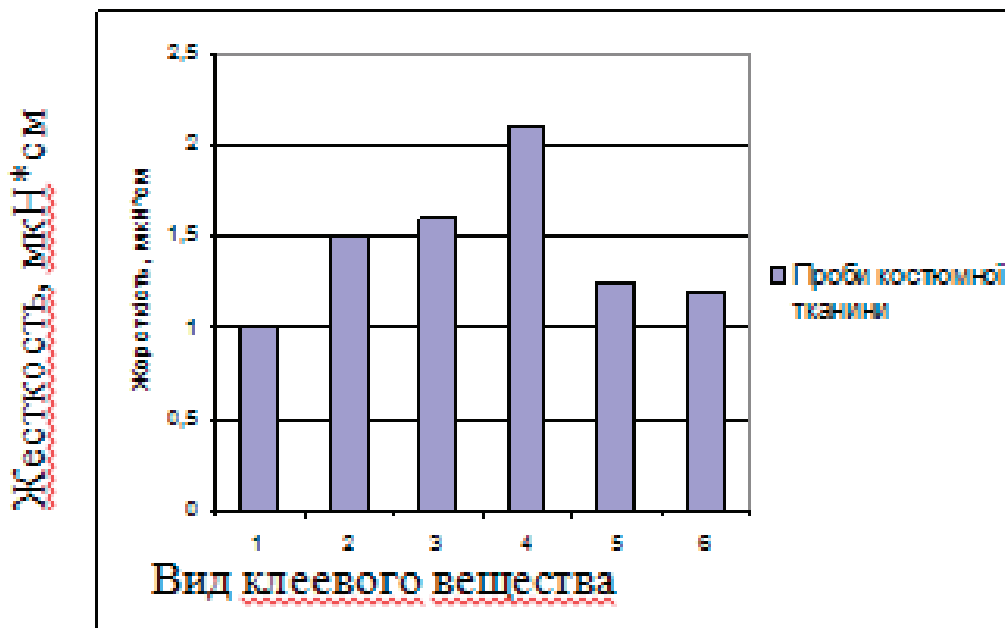


Рис. 3. Диаграмма изменения жесткости ткани от вида клеевого вещества

При выборе клея учитывались следующие характеристики:

- растворимость клея в воде;
- стойкость клеевых соединений к различным внешним воздействиям;
- отсутствие в составе клеевого вещества вредных для организма человека компонентов.

Поскольку целью работы является сочетание процесса формования и формозакрепления за один цикл об-

работки, следует исследовать ряд клеев, которые растворимы в воде, и их влияние на исходные свойства материала [3].

Для исследования влияния изменения физико-механических свойств ткани были проведены эксперименты с двумя модификациями ПВС: поливинилбутиралем (ПВБ) и поливинилформалем (ПВФ), с модифицированным крахмалом и мовилолом при концентрации раствора 1 % в костюмной полушерстяной ткани арт. 2216 с. Изучены сле-



Рис. 4. Диаграмма изменения устойчивости к истиранию ткани от вида клеевого вещества



Рис. 5. Диаграмма изменения гигроскопичности ткани от вида клеевого вещества

дующие физико-механические свойства ткани: разрывная нагрузка, несминаемость, жесткость, устойчивость к трению, гигроскопичность [3].

В результате анализа влияния растворов на физико-механические свойства ткани получены зависимости, представленные графически на рисунках 1–5.

Результаты проведенных исследований дают представление о характере изменения свойств ткани после обработки ее клеевыми растворами.

Условные обозначения клеевых веществ: 1-ткань не обработана клеевым раствором, 2-ткань обработана раствором ПВС; 3-ткань обработана раствором ПВБ; 4-ткань обработана раствором ПВФ; 5-ткань обработана раствором модифицированного крахмала; 6 — ткань обработана раствором мавилола.

Анализ графических зависимостей показал, что значение разрывного усилия ткани, обработанной растворами ПВБ, ПВФ растет на 15–20 % соответственно по срав-

нению с тканью, не обработанной клеевым раствором, модифицированным крахмалом и мовилолом. Это можно объяснить тем, что клеевые вещества ПВБ и ПВФ более вязкие и укрепляют связи между волокнами ткани. Поэтому величина разрывного усилия растёт и одновременно придает ткани эластичность, что объясняется увеличением величины разрывного удлинения. Показатель несминаемости материала обработанного ПВБ и ПВФ по сравнению с тканью необработанной клеевым раствором уменьшается, соответственно возрастает его сминаемость, а показатель несминаемости материала с модифицированным крахмалом и мовилолом увеличивается, соответственно уменьшается его сминаемость, что связано с изменением жесткости.

Анализ графической зависимости коэффициента жесткости от вида раствора показал, что жесткость проб с ПВС, ПВБ, ПВФ увеличивается почти в два раза по сравнению с необработанной тканью. А жесткость проб, обработанных раствором модифицированного крахмала мовилолом изменяется только на 20 %. Устойчивость к истиранию проб с ПВБ и ПВФ больше, чем с другими

веществами, это объясняется той же пленкой, которая образуется в результате вязкости раствора. Показатели гигроскопичности проб лучшие в растворах модифицированного крахмала и мовилола, другие клеевые вещества обладают эффектом набухания, что сопровождается большим поглощением влаги. Полученные зависимости позволяют определить влияние растворов на физико-механические свойства ткани.

Таким образом, в качестве композиции было избрано клеевое вещество на основе модификации поливинилового спирта со степенью гидролиза 95–100 %, растворимое в воде при нагревании до температуры 80–90°C. Композиция не содержит вредных для организма человека веществ и одновременно устойчива к воздействиям окружающей среды по сравнению с клеями природного происхождения.

Основываясь на предварительно проведенных исследованиях, подтверждена целесообразность использования раствора модификации поливинилового спирта в качестве среды формирования.

Литература:

1. Ю. В. Коза М. О. Куцевський В. Й. Рокицька Дослідження методу формозакріплення деталей швейних виробів у рідинно-активному середовищі // Вісник ХНУ, 2007. — №3. — С. 122–125
2. Патент на корисну модель №21278 UA, МПК А 42С 1/00 D 06С 7/00. Склад аперету текстильного матеріалу для виготовлення головних уборів / Коза Ю. В., Куцевський М. О., Буханцова Л. В. Бюл. №3. — 3с.
3. Б. А. Бузов Д. Г. Петропавловский и др. Лабораторный практикум по материаловедению швейного производства: Учеб. Пособие для вузов/ Легпромбытиздат, 1991.-432 с.:

Безопасное питание детей до трех лет в России

Лукиных Светлана Викторовна, магистрант;

Шкаева Наталья Анатольевна, доктор биологических наук, профессор;

Гаязова Алена Олеговна, магистрант;

Попова Марина Алексеевна, магистрант

Южно-Уральский государственный университет (национальный исследовательский университет) (г. Челябинск)

Асенова Бахыткуль Кажкеневна, кандидат технических наук, профессор

Государственный университет имени Шакарима (г. Семей, Казахстан)

Полноценное питание ребенка является одним из условий для нормального роста и развития. Большое внимание следует уделять рациону детей в раннем возрасте, это благотворно влияет на устойчивость организма к различным инфекциям и многим другим неблагоприятным внешним факторам.

Ключевые слова: продукты детского питания, пищевая ценность, витамины, консервы, пюре.

Продукты детского питания предназначены для детей первых трех лет жизни, дошкольников, школьников, помимо этого это специализированные продукты для лечебного питания детей раннего возраста. Пища является основным фактором для полноценного построения растущего организма. Дети отличаются от взрослых бурным развитием, ростом, высокими показателями окислительно-восстановительных про-

цессов, положительным азотистым балансом, высокими энергозатратами. Для обеспечения таких функций организму необходимо постоянно получать пищевые вещества определенного количества и качества. При употреблении детьми неполноценных продуктов питания происходят задержки физического, умственного и психического развития. У детей возникают различные заболевания [1].

Известно, что в течение первого года жизни рост ребенка увеличивается в среднем на 25 см. Ежедневная калорийность рациона должна покрывать расход энергии на каждом этапе развития детского организма, оптимальным рационом считается такой, калорийность которого полностью соответствует энергетическим затратам растущего организма. Для 5–6 месячных детей энергетические потребности могут быть удовлетворены материнским молоком ребенка удовлетворены материнского молока. С 6 месяцев постепенно рекомендуют вводить прикорм, а с 8–12 мес. ребенка можно полностью переводить на кормление различными пищевыми продуктами [2]. При этом продукты для прикорма должны быть полноценными по содержанию витаминов, микроэлементов, сложных органических веществ — белков, жиров и углеводов, необходимых для полноценного функционирования ребенка. (см. таблицу 1).

Необходимо, чтобы в рационе ребенка ежедневно были различные продукты, особенно овощи и фрукты, желательны в свежем виде. Но любой отдельно взятый продукт не может обеспечить организм всеми необходимыми пищевыми компонентами. Например, картофель может обеспечить витамином С, но не обеспечивает железом. Поэтому для профилактики заболеваний и здорового роста рацион питания должен содержать различные продукты [3, 10].

Растительные продукты содержат активные компоненты (метаболиты), улучшающие обмен веществ и предотвращающие ряд заболеваний. Продукты животного происхождения являются источником белков, витамина А железа и др. веществ, полезных для здоровья. Следует выбирать постное мясо, птицу (без кожи), рыбу, яйца, печень, а иногда рекомендуется заменить мясные продукты на бобовые: фасоль, горох, чечевицу. Растительный белок также имеет большую ценность. Печень является одним из основных источников железа, поэтому употребляется для профилактики железодефицитной анемии, необходимо употреблять по крайней мере один раз в неделю [4].

Постное мясо, рыба содержат существенное количество белка и являются основным источником микроэлементов. Ребенку необходимо получать, хлеб, крупы, макаронные изделия и картофель. Они формируют основу. Картофель и продукты зерна — главный источник энергоснабжения в течение года. Они богаты углеводами и микроэлементами, и хотя содержат относительно мало жира и белка, их ценность довольно высока. Кроме того, эти продукты содержат большие количества диетических волокон и витаминов [5]. Также в рационе должны присутствовать все молочные продукты, особенно детский творог, который содержит необходимый кальций для детей, и очень полезен для детей и для взрослых, для здоровых и больных, поскольку в нем есть очень важные терапевтические и диетические свойства. В первую очередь, это очень быстрая и высокая перевариваемость и усвояемость. Ферменты, содержащиеся в молочных продуктах, расщепляют белок. Под влиянием этих ферментов мо-

лочный белок полностью изменяет свою структуру и становится очень мягким и рыхлым, таким образом улучшая его усвоение.

В детском питании молочные продукты вводят приблизительно в 8–9 месяцев. Иногда педиатр назначает эти продукты раньше. Особенно эксперты рекомендуют раньше (5–6 месяцев) употреблять молочные продукты детям с проблемами с желудочно-кишечного тракта.

Рынок детского питания развит на территории Российской Федерации. Здоровье подрастающего поколения кроется именно в безопасном полноценном детском питании. В 2012 году сегмент детского питания занимал 10 % общего объема рынка. Однако даже с таким впечатляющим ростом российский рынок ниже по сравнению с европейским, особенно в сегменте смесей и каш для детей раннего возраста (до 3 лет). Импорт больше экспорта в 6 раз выше. Низкую долю импортных продуктов составляют соки, жидкие и пастообразные молочные продукты. Отечественные производители в 1.5–2 раза дешевле, чем иностранные конкуренты. Россия экспортирует детское питание, главным образом, в страны СНГ: Украина, Казахстан, Азербайджан, Туркмения, Кыргызстан.

Структура рынка детского питания представлена такими главными сегментами как заменители грудного молока, соки, хлопья, пюре, чай, печенье, каши, молочные продукты. Главный канал продаж детского питания супер- и гипермаркеты, в 2012 продажи составили больше чем 50 %. Сроки годности, состав и экологическая безопасность продукта — основной фактор в выборе детского питания. Среди потребителей есть положительное отношение к продуктам Российского изготовления. Согласно статистике 78,2 % россиян доверяют качеству отечественных продуктов [6].

Продуктами для детского питания являются консервы, концентраты, сухое и жидкое адаптированы смесей, кисломолочные продукты. Консервы из растительного сырья включают соки, пюре, овощные и овощефруктовые консервы. Соки подразделяются на натуральные фруктовые и ягодные, сделанные без мякоти из одного типа фруктов или ягоды часто используются яблоки и виноград. *Пюре* бывает плодовое, ягодное, овощные и смешанные. Разделены на несколько подгрупп в зависимости от типа сырья, структуры и тонкости измельчения. Пюре из протертых овощей предписаны для детей с 6 месяцев, от 10–50 г и постепенного увеличения. Детям от 10 месяцев можно употреблять крупноизмельченные консервы, для детей, старше, чем один год — консервы, измельченные в виде кусочков [7].

Пищевая ценность фруктовых и овощных консервов зависит от типа фруктов и овощей, которые входят в их состав. Согласно пищевой ценности консервы уступают натуральным продуктам, а иногда превосходят их благодаря введению различных питательных веществ: витаминов, сахаров, минеральных веществ и других полезных компонентов. Овощи и фрукты богаты волокном,

Таблица 1. Потребность детского организма в основных питательных и биологически активных веществах (г/кг в сутки)

| Возраст, мес. | Белки | Жиры | Углеводы |
|---------------|-------|---------|----------|
| 1–3 | 2,6 | 6,5 | 7–8 |
| 4–6 | 2,4 | 6,0 | 9–10 |
| 7–9 | 2,2 | 5,5 | 9–10 |
| 10–12 | 2,2 | 5,0 | 9–10 |
| Возраст, лет | | | |
| 1–2 | 1,1 | 3,5–4,5 | 10–15 |
| 2–3 | 1,5 | 3,5–4,0 | 10–15 |
| Старше 3 | 1,5 | 3,0–3,5 | 10–15 |

пектином, важны для регулирования функций желудочно-кишечного тракта ребенка, наиболее богаты ими соки с мякотью и пюре [8]. Детские мясные консервы производят из говядины, птицы, свинины и субпродуктов. При подготовке консервов используют нежирные сорта, говяжий жир плохо переносится детьми раннего возраста. Пищевые концентраты — это сухие продукты с содержанием влаги не выше 10 %. Концентраты для детского питания представлены в огромном количестве. Здесь как заменители женского молока, так и продукты для прикорма. Это позволяет обеспечивать вскармливание детей с момента рождения до года и старше [9]. Заменители женского молока (сухие адаптированные молочные смеси) предназначены для питания детей первого года жизни. Их структура наиболее приближена к женскому молоку по большинству пищевых факторов. Кроме сухих адаптированных молочных смесей для дет-

ского питания выпускают и другие молочные продукты. Жидкие молочные смеси — заменители грудного молока, а также жидкие смеси, предназначенные для цельномолочного прикорма детей старше 6 мес. и лечебные смеси.

Грудные дети и дети раннего возраста очень подвержены задержкам роста вследствие нарушений питания, поэтому своевременное введение правильно подобранных продуктов питания для рациона способствует укреплению здоровья, улучшению пищеварительной системы и физическому развитию в период ускоренного роста.

Российский рынок детского питания представлен огромным количеством разнообразных марок. У продуктов рынка детского питания есть отличительная особенность — он всегда открыт для новых продуктов. Поэтому, эксперты предсказывают, что рынок в ближайшие годы появится совершенно новое детское питание.

Литература:

1. Зубарева, Е. К., Варганова Е. Я., Зинина О. В. Детское питание в городских оздоровительных лагерях при школах Ленинского района города Челябинска. Молодой ученый. 2014. №8. с. 182–185.
2. Мануйлова, Т. П., Потрясов Н. В., Патиева А. М. Особенности питания детей, страдающих или предрасположенных к анемии. Молодой ученый. 2014. №8. с. 210–214.
3. Имангалиева, Ж. К., Лисин П. А., Кабулов Б. Б., Мустафаева А. К., Джилкишева А. Г. Необходимость использования белковых и молочных продуктов в детском питании. Сборник научных трудов по материалам Международной научно-практической конференции: в 5 частях. Тамбов, 2013. с. 38–39.
4. Гаязова, А. О., Ребезов М. Б., Паульс Е. А., Ахмедьярова Р.А, Косолапова А. С. Перспективные направления развития производства мясных полуфабрикатов. Молодой ученый. 2014. №9 (68). с. 127–129.
5. Ребезов, М. Б., Зыкова И. В., Белокаменская А. М., Ребезов Я. М. Контроль качества результата анализа при реализации методик фотоэлектрической фотометрии и инверсионной вольтамперометрии в исследовании проб пищевых продуктов на содержание мышьяка. Вестник Новгородского государственного университета имени Ярослава Мудрого. 2013. Т. 2. №71. с. 43–48.
6. Губер, Н. Б., Ребезов М. Б., Асенова Б. К. Перспективные способы разработки мясных биопродуктов. Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Пищевые и биотехнологии. 2014. Т. 2. №1. с. 72–79.
7. Гаязова, А. О., Ребезов М. Б., Попова М. А., Лукиных С. В. Оценка качества и безопасности разработанного мясорастительного рубленого полуфабриката. Молодой ученый. 2014. №10 (69). с. 133–136.
8. Лукиных, С. В., Ребезов М. Б., Попова М. А., Гаязова А. О. Оценка качества и безопасности разработанного рулета из мяса птицы. Молодой ученый. 2014. №10 (69). с. 168–171.
9. Лукиных, С. В., Ребезов М.Б, Косолапова А. С., Ахмедьярова Р. А., Паульс Е. А. Исследование рынка производства продуктов из мяса птицы. Молодой ученый. 2014. №9 (68). с. 175–178.

10. Гаязова, А. О., Ребезов М. Б., Попова М. А., Лукиных С. В., Косолапова А. С. Производство функциональных продуктов питания животного происхождения. Дәрілік өсімдіктерді қолдану арқылы функционалды тағам өнімдерін өндірудің ғылыми-практикалық негізі: халықаралық ғылыми-тәжірибелік конференциясының материалдары (24–25 қазан 2014 жыл). Семей: ҚазИГЗУ, 2014. Б.30–33.

Морозостойкость гидрофобизированных бетонов

Мороз Марина Николаевна, кандидат технических наук;
 Калашников Владимир Иванович, доктор технических наук, профессор;
 Петухов Андрей Владимирович, студент
 Пензенский государственный университет архитектуры и строительства

При всех положительных качествах и оптимальных физико-технических характеристиках разработанных минерально-шлаковых бетонов и геобетонов, у них имеется основной недостаток: они при пониженном содержании в нем активного компонента, является повышенное водопоглощение и низкий коэффициент водостойкости, не превышающий 0,55–0,65 в зависимости от вида породы, что не позволяет отнести такие геовязущие к достаточно водостойким системам [1–3]. Учитывая неадекватное отношение к щелочам и к шлаку различных природных минералов, необходимо было расширить диапазон пород и исследовать тройные минерально-шлаковые системы на бинарных наполнителях, в которых в качестве компонентов вяжущего использовались две разновидности горной породы.

Под влиянием атмосферных воздействий и условий эксплуатации стеновые материалы подвергаются большому или меньшему увлажнению. При отрицательных температурах вода в порах материала замерзает с увеличением объема. При замораживании материала, поры которого нацело заполнены водой, могут развиваться высокие растягивающие напряжения, приводящие к разрушению. Это обстоятельство приводит к убеждению, что механическая прочность не определяет сопротивляемость стеновых материалов действию мороза, и, что при неблагоприятной структуре пор даже очень прочные материалы неизбежно будут разрушены замерзающей водой. При этом величина создаваемых напряжений зависит от особенностей пористой структуры.

Кроме кристаллизационного давления льда, вода вследствие термовлагопроводности мигрирует в сторону поверхности, имеющую более низкую температуру, и оказывает гидравлическое давление на стенки пор. Наружные слои стеновых ограждений обычно более увлажнены и под действием мороза увлажняются дополнительно при миграции воды.

Как следует из закона Лапласа, давление в жидкой фазе (капле) на границе с паром при искривлении поверхности раздела увеличивается; это приводит к росту химического потенциала μ' жидкости. Если приближенно считать жидкость несжимаемой, то приращение химического потенциала составит:

$$\Delta\mu' = \frac{2\sigma}{r} \cdot V_m$$

Соотношение для зависимости растворимости $C(r)$ вещества кристаллов от их размера дается уравнением Гиббса-Фрейндлиха-Оствальда:

$$C(r) = C_0 \exp\left(\frac{2 \cdot \sigma \cdot V_m}{r \cdot R \cdot T}\right) = C_0 \cdot e^{\frac{2 \cdot \sigma \cdot V_m}{r \cdot R \cdot T}}$$

где C_0 — растворимость макроскопической фазы; σ — поверхностная энергия жидкости на границе с воздухом; V_m — молярный объем жидкой фазы; r — радиус кризисной поверхности капли; R — газовая постоянная — 8,3134 Дж / (град · моль); T — температура.

В первую очередь вода превращается в лед в поверхностных, более увлажненных и более интенсивно охлаждаемых слоях материала. По мере охлаждения образцов вначале замерзает вода в крупных порах, затем в более и более мелких. С этой целью в морозостойких бетонах создаются резервные сферические поры — микросферы — для миграции вытесненной воды в них.

Чем больше относительный объем резервных пор в единице объема материала, тем больше циклов попеременного замораживания и оттаивания необходимо, чтобы вызвать разрушение образца, т. е. морозостойкость тем выше, чем больше его условно-замкнутая пористость, представленная резервными порами [5, 6, 7]. Исходя из более низкого водопоглощения гидрофобизированных бетонов, можно полагать, что гидрофобизирующие добавки создают в капиллярной структуре дополнительную резервную пористость. Однако, правомерно ли говорить о том что капиллярные гидрофобизированные поры равноценны резервным гидрофильным сферическим порам от воздухововлечения равноценны по степени снятия напряжений при перемещении в них воды? Чтобы ответить на этот вопрос были проведены испытания на морозостойкость минеральношлаковых образцов в соответствии с Государственным Стандартом по ускоренной методике. Для испытания были изготовлены образцы размером 70 70 70 мм составов малошлакового гравелитошлакопесчаного бетона (ГрШПБ)

(табл. 1) контрольного состава и гидрофобизированного стеаратом кальция (Ст. Са); гранитшлакопесчанико-песчаного бетона (ГтШПаПБ) (табл. 2), пропитанного гидрофобной жидкостью лаком «ВВМ-М-7».

Испытания на морозостойкость гидрофобизированных бетонов, вопреки ожиданиям, не дали позитивных результатов. Оказалось, что сильная гидрофобизация пресованных минеральношлаковых бетонов не приводит к повышению морозостойкости, и, особенно, у бетонов, пропитанных лаком «ВВМ-М-7». Вторичные результаты для двух бетонов показывают, что контрольные бетоны имеют более высокую морозостойкость, чем гидрофобизированные.

При этом морозостойкость существенно уменьшается для бетонов, пропитанных гидрофобной жидкостью лаком «ВВМ-М-7» (табл. 3).

Структурный гидрофобизатор — стеарат кальция в меньшей степени понижает морозостойкость бетона. На пропитанных бетонах при испытании на морозостойкость действие пониженной температуры приводит к отслоению поверхностного слоя толщиной, соизмеримой с глубиной пропитки.

Подтверждены экспериментальные исследования об отслоении тонкого поверхностного слоя кирпичной

кладки, пропитанной силиконом, установленные в работе [8]. Нашими результатами в минеральношлаковых бетонах, пропитанных лаком «ВВМ-М-7», дано теоретическое объяснение механизма отслоения тонкого поверхностного слоя, связанное с действием отрицательного капиллярного давления при перемещении воды из гидрофильного капилляра в гидрофобный за счёт увеличения объёма ее от роста кристаллов льда.

Схема изменения объёма жидкой воды, льда и растягивающих напряжений показана на рис. 1. Расчёты капиллярного давления от вдавливания жидкости в гидрофобный капилляр свидетельствуют, что при угле смачивания 120° и диаметре капилляра лишь 10 мкм, возникающее Лапласовое давление составляет 4,3 МПа, а при 1 мкм — 43 МПа, что превышает прочность бетона на осевое растяжение при их марках на осевое сжатие М500-М600.

На рис. 2 показано отслоение поверхностного слоя с граней образцов на ГтШПаПБ, пропитанных гидрофобной жидкостью лаком «ВВМ-М-7» после испытания их на морозостойкость. Разрушение пропитанных образцов происходит по границе близкой границе пропитки гидрофобной жидкостью.

Таблица 1. Физико-технические свойства гидрофобизированного ГрШПБ

| № | Исходные компоненты смеси, частей по массе | | Вид добавки | Средняя прочность на сжатие при н. у.т, МПа, через | | | | | $R_{сж}^{нас}$ | $R_{сж}^{сух}$ | $K_{вод}^{длит}$ |
|---|---|-------|-------------|--|---------|---------|----------|------|----------------|----------------|------------------|
| | Вяжущее | Песок | | 1 сутки | 3 сутки | 7 сутки | 28 сутки | | | | |
| 1 | Гравелит ошлаковое: (шлак:гравелит) = 1,5:1 | 1,5 | – | 1,0 | 2,1 | 8,0 | 44,2 | 46,7 | 68,7 | 0,68 | |
| 2 | $S_{уд. гравелита} = 900 \text{ м}^2/\text{кг}$ | | Ст.Са | 3,0 | 6,9 | 20,6 | 57,5 | 70,4 | 71,1 | 0,99 | |

Таблица 2. Состав, водопоглощение по массе и кинетика прочности на сжатие малошлакового геобетона

| Состав | Прочность при одноосном сжатии при нормальных условиях твердения, МПа, через: | | | | Плотность в абс.сух. сост., г/см ³ | Водопоглощение по массе, %, через 7 месяцев | Кoeff. длител. во-дост-ти через 7 месяцев |
|---|---|--------|--------|---------|---|---|---|
| | 1 сут. | 3 сут. | 7 сут. | 28 сут. | | | |
| ГтШПаПБ (Гранит:шлак:песчаник — «60:24:16»):песок 1,5=1:1,5 | 3,8 | 7,78 | 13,67 | 22,0 | 1,98 | 9,1 | 0,64 |

Таблица 3. Морозостойкость контрольных и гидрофобизированных мелкозернистых бетонов

| Наименование бетона | Влажность смеси, % | Вид гидрофобизатора | Число циклов | Марка по морозостойкости, F |
|------------------------------|--------------------|---------------------|--------------|-----------------------------|
| ГрШПБ вяжущее: песок = 1:1,5 | 8 | – | 170–216 | 500÷600 |
| | 8 | Ст. Са | 150–185 | 400÷500 |
| ГтШПаПБ вяжущее: песок 1:1,5 | 8 | – | 150–198 | 400÷500 |
| | 8 | Лак «ВВМ-М-7» | 46–88 | 200÷300 |

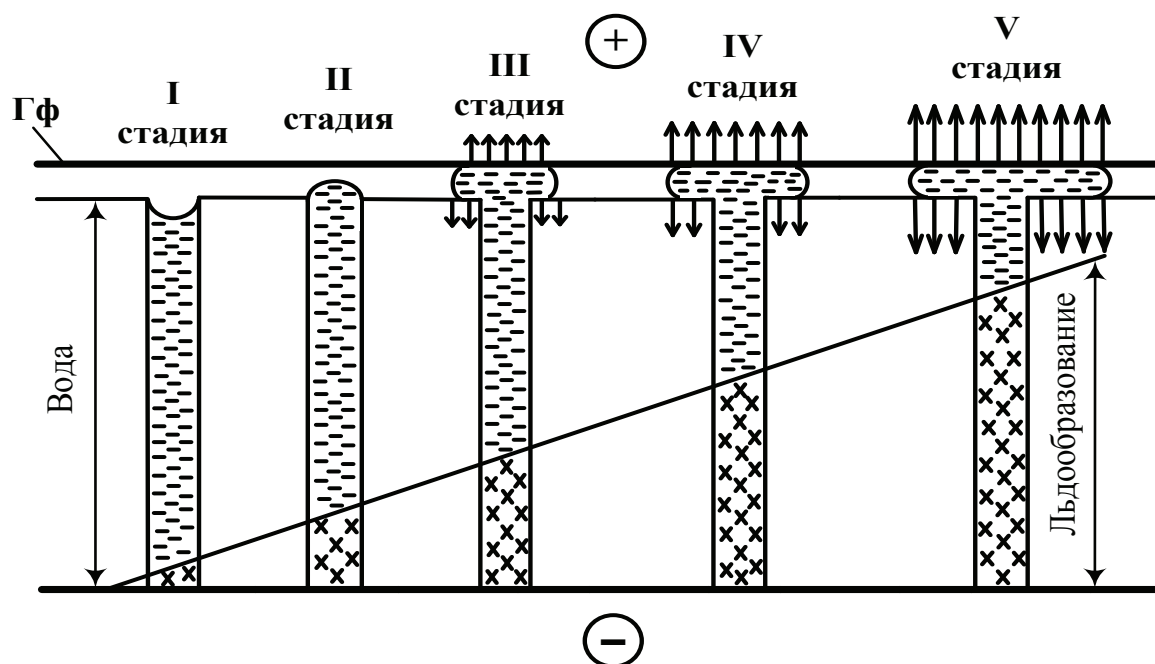


Рис. 1. Схема механизма отслаивания поверхностного слоя в бетонах, гидрофобизированных пропитывающими жидкостями



Рис. 2. Отслаивание тонкого поверхностного слоя с граней образцов, пропитанных гидрофобной жидкостью лаком «ВВМ-М-7» от воздействия мороза

Литература:

1. Калашников, В. И., Мороз М. Н., Нестеров В. Ю., Хвастунов В. Л., Макридин Н. И., Василик П. Г. Металлоорганические гидрофобизаторы для минерально-шлаковых вяжущих Строительные материалы. 2006. № 10. с. 38–43
2. Калашников В. И., Мороз М. Н., Худяков В. А. Нанотехнология гидрофобизации минеральных порошков стearатами металлов. Строительные материалы. 2008. № 7. с. 45–47.
3. Калашников, В. И., Мороз М. Н., Худяков В. А., Василик П. Г. Высокогидрофобные строительные материалы на минеральных вяжущих. Строительные материалы. 2009. № 6. с. 81–83.
4. Калашников, В. И., Хвастунов В. Л., Макридин Н. И., Карташов А. А. Новые геополимерные материалы из горных пород, активированные малыми добавками шлака и щелочей. Строительные материалы. 2006. № 6. с. 93–95.
5. Кунцевич, О. В. Бетоны высокой морозостойкости для сооружений Крайнего Севера. — Л.: Стройиздат, 1983. — 131 с.
6. Москвин, В. М., Капкин М. М., Подвальный А. М. Стойкость бетона и железобетона при отрицательной температуре/М., Стройиздат, — 1967. — 132 с.
7. Москвин, В. М., Капкин М. М., Савицкий А. Н., Ярмаковский В. Н. Бетон для строительства в суровых климатических условиях./ Л., Стройиздат, — 1973.- 168с.
8. Yuskalo William, Nicholson Patrik S. The spalling of siliconetreated masonry. «J. Can. Ceram. Soc.», 1973, 42, 25–30 (анг.).

Изучение механизма действия как основа выбора эффективного реагента для флотации углей

Нигматуллина Лилия Ильдаровна, студент;

Шайбакова Юлия Александровна, студент;

Трифорова Ксения Викторовна, студент

Магнитогорский государственный технический университет имени Г. И. Носова (Челябинская обл.)

Основной задачей угольной промышленности является получение технологического сырья в необходимых объемах и требуемого качества. Наиболее сложной и важной является задача, связанная с качеством добываемых углей, которое на протяжении многих лет изменялось в нежелательном направлении: увеличивалась зольность и влажность, уменьшалась теплота сгорания, на высоком уровне сохранялось содержание серы в углях. Данное обстоятельство обусловлено разработкой мало-мощных и глубоко залегающих пластов, что, наряду с широким применением способов механизированной добычи, привело к значительному повышению содержания в рядовом угле высокозольных мелких классов флотационной крупности.

В связи с этим, исследование флотационного процесса направлено на создание технологий обогащения углей, обеспечивающих максимальное извлечение горючей массы в концентрат при одновременном удалении минеральных включений с отходами флотации. Одним из наиболее рациональных и экономичных способов решения этой задачи является разработка реагентных режимов флотации углей, основанных на изучении влияния различных соединений на физико-химические и флотационные свойства углей.

В настоящее время на углеобогажительных фабриках страны в качестве реагентов — собирателей применяются, в основном, дешевые технические продукты или отходы нефтехимической промышленности, которые обладают низкой флотационной активностью и требуют значительного расхода для достижения удовлетворительных показателей обогащения. Совершенствование реагентных режимов флотации возможно, в частности, на основе использования высокоактивных собирателей, а также дополнительных реагентов — модификаторов угольной поверхности. Для этого необходимо, в первую очередь, установить механизм действия реагентов на процесс флотации углей.

Механизм действия аполярных реагентов выяснен еще недостаточно, а подбор их на практике ведется субъективно эмпирически. Флотационная активность этих реагентов может быть выявлена постановкой флотационных опытов с различными классами угля и расходами данного реагента.

Изучение влияния фракций газойля и нефти на гидрофобизацию поверхности угольных и породных частиц с последующим их извлечением методом флотации показал, что при одинаковой концентрации фракций с увеличением их температуры кипения до определенного момента

увеличиваются и их собирательные свойства. Использование узких фракций аполярного реагента газойля, выкипающих в интервале 180–260°C, позволяет повысить селективность процесса флотации Кузнецких углей. При этом выход концентрата угля повышается в среднем на 0,9–2,5 % при снижении его зольности и увеличении зольности отходов [1].

Аполярные реагенты повышают эффективность флотации крупных и зернистых угольных шламов крупностью -0,5 мм за счет увеличения скорости прилипания и прочности закрепления частиц к пузырьку воздуха. При флотации тонких шламов действие аполярных реагентов заключается, в основном, в образовании в пульпе агрегатов за счет гидрофобной флокуляции. С уменьшением крупности флотируемых частиц нет необходимости увеличения прочности контакта, наоборот, должны применяться реагенты, которые способны к селективной адсорбции, обладают гетерополярным строением и обеспечивают за счет своего гидрофобного радикала уменьшение гидратированности поверхности.

В связи с этим перспективным направлением повышения эффективности флотации является совместное использование аполярных реагентов и полимерных флокулянтов при флотации тонких угольных шламов. При предварительной обработке флокулянтам происходит увеличение размера флокул, взаимодействующих с собирателем. В результате выход угольных частиц в концентрат увеличивается и увеличивается извлечение горючей массы в концентрат. Таким образом, полимерные флокулянты способствуют более полному извлечению угольных частиц. Однако, увеличение концентрации флокулянта приводит к ухудшению показателей флотации за счет образования флокул избыточного размера и гидрофиллизации поверхности [2].

Также для флотации угля в качестве реагентов часто используют смеси спиртов C_6 — C_{10} и углеводородов, в которых спирты обладают свойствами вспенивателя и собирателя. Для активации таких смесей применяют окиси олефинов.

Так, например, использование для флотации тонких угольных шламов в качестве вспенивателя продуктов модификации реагента ОПСБ, являющегося смесью бутиловых эфиров пропиленгликолей, а в качестве собирателя — газойля, позволяет добиться увеличения выхода концентрата и зольности отходов при уменьшении зольности концентрата. Содержащиеся в данном вспенивателе эфиры способны в воде и углеводородах образовывать циклические структуры с подвижным гидроксилом, которые могут участвовать как в донорном, так и акцепторном взаимодействии с активными центрами твердых частиц и воздушного пузырька [3].

Изучение действия реагента на основе ЛГКК (легкого газойля каталитического крекинга) и КОРС (кубового остатка ректификации стирола) на флотацию высокозольных углей свидетельствует о его эффективности по сравнению с традиционным дизельным топливом —

выход концентрата в среднем выше на 10–13 %. Ввиду высокого содержания аллилзамещенных ароматических структур, а также наличия в составе КОРСа конденсированных ароматических соединений, обладающих повышенной энергией адсорбции на угольной поверхности за счет p — электронов кратных углерод — углеродных связей, происходит улучшение гидрофобизации угольных зерен [4].

При исследовании флотационной активности чистых химических соединений в сочетании со вспенивателем КОБС (кубовые остатки от производства бутиловых спиртов) установлено, что лучшие результаты у ароматических соединений с количеством атомов углерода C_8 — C_9 (этилбензол и изопропилбензол). Однако, селективность процесса при этом понижается. Так, зольность концентрата для этилбензола составила 8,12 %, в то время как при равном выходе в случае использования непредельных углеводородов (α -олефины C_{12}) зольность концентрата составила 7 %, а в случае использования предельных (C_{11}) 7,2 %. Из алифатических соединений лучшие флотационные свойства проявляют непредельные углеводороды. Применение олефинов длиной углеводородного радикала C_{11} — C_{12} позволило повысить выход концентрата на 2–2,5 % по сравнению с алканами. Таким образом, флотационная активность различных классов углеводородов увеличивается в ряду алканы < арены < алкены [5].

Высокая флотационная активность непредельных углеводородов объясняется их строением и характером внутримолекулярных связей. У олефинов и ароматических соединений кроме σ -связей, присущих предельным углеводородам присутствуют π -связи, которые локализуют электронную плотность на отдельных звеньях молекулы. Повышенная электронная плотность способствует более высокой энергии взаимодействия непредельных углеводородов с различными функциональными группами на поверхности угля.

Подтверждением этого является то, что при использовании нового технического продукта «углефлот», содержащего в своем составе 98 % непредельных углеводородов, происходит увеличение извлечения горючей массы в концентрат на 3,8–4,7 % по сравнению с традиционно используемым термогазойлем [5].

В настоящее время в процесс флотации все чаще вовлекаются реагенты модифицирующего действия. Наличием химических модификаторов в смеси реагентов можно интенсифицировать процесс флотации, причем не только за счет повышения извлечения горючей массы в концентрат, но и благодаря сокращению времени флотации.

Так, применение в качестве реагентов — модификаторов сложных эфиров линейного строения позволяет существенно повысить селективность флотации, особенно при наличии изомерии в структуре вещества. Изомерия в структуре сложных эфиров способствует увеличению специфической компоненты межмолекулярного взаимодействия их молекул с угольными частицами вследствие смещения электронной плотности +I-типа от метильных

групп к углеродным атомам главной цепи. Данное обстоятельство создаёт возможность специфического закрепления энергетически активного водорода на отрицательных сорбционных центрах угольной поверхности. В то же время наличие радикалов в углеводородной цепи молекул приводит к уменьшению неспецифической компоненты взаимодействия при их адсорбции на поверхности углей [6, 7, 8].

Наряду с использованием в качестве реагентов — модификаторов органических соединений, целесообразно применение неорганических солей. В частности, изучение влияния сульфатов на физико-химические и флотационные свойства газовых углей показывает, что их применение позволяет не только улучшить качествен-

но-количественные показатели флотации, но и повысить извлечение серы в отходы флотации. Данное обстоятельство вызвано повышением гидратированности поверхности пиритсодержащих примесей за счет образования водородных связей между координированными молекулами воды гидроксоаквакомплексов катионов исследуемых солей и молекулами воды жидкой фазы пульпы, что обеспечивает депрессию пиритсодержащих примесей углей при флотации [9, 10].

Проведенный анализ применяемых в настоящее время флотационных реагентов свидетельствует о том, что установление механизма действия реагентов на флотацию углей позволяет разработать новые селективные реагентные режимы.

Литература:

1. Байченко, А. А., Батушкин А. Н. Изучение собирательных свойств аполярных реагентов при флотации угольных шламов // Вестник Кузбасского государственного технического университета. — 2006. — №2. — с. 29–30.
2. Иванов, Г. В., Байченко А. А., Басарыгин В. И. Эффективность действия аполярных реагентов при флотации угля в присутствии флокулянтов // Горно-информационный аналитический бюллетень. — 2004. — №12. — с. 290–293.
3. Иванов, Г. В., Мирошников А. М., Азарова Т. И., Ушакова Н. Н. Повышение эффективности процесса флотации тонких угольных шламов // Вестник Кузбасского государственного технического университета. — 2010. — №2. — с. 85–86.
4. Гиззатов, А. А., Ибрагимов А. А., Давлетгареев К. Ф., Рахимов М. Н. Разработка флотационных реагентов для процесса обогащения высокозольных углей // Башкирский химический журнал. — 2013. — т. 20. — №4. — с. 86–89.
5. Осина, Н. Ю., Горохов А. В., Лахтин С. Н. Исследование влияния группового химического состава реагентов собирателей на эффективность флотации каменных углей // Горно-информационный аналитический бюллетень. — 2006. — №2. — с. 393–396.
6. Аглямова, Э. Р., Савинчук Л. Г. Способ флотации угля // Патент России №2165799. 2001. Бюл. №12.
7. Муллина, Э. Р., Чупрова Л. В., Мишурина О. А. Исследование влияния химических соединений различного состава на процесс флотации газовых углей // Сборник научных трудов Sworld. — 2013. — Т. 12, №3. — с. 4–8.
8. Чупрова, Л. В., Муллина Э. Р., Мишурина О. А. Влияние органических и неорганических соединений на флотацию углей низкой стадии метаморфизма // Современные проблемы науки и образования. — 2013. — №4; URL: www.science-education.ru/110-9663 (дата обращения: 08.10.2014).
9. Аглямова, Э. Р. Повышение селективности флотации газовых углей с применением органических и неорганических соединений: диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук. — Магнитогорск.: 2002. — 155 с.
10. Муллина, Э. Р., Мишурина О. А., Чупрова Л. В. Изучение влияния неорганических солей на извлечение серосодержащих примесей при флотации углей низкой стадии метморфизма // Технические науки — от теории к практике. — 2013. — №22. — С.64–69.

Параметры распределения управляющих воздействий оператора в эргатической системе

Нугаев Альберт Сергеевич, магистрант;
Данилов Александр Максимович, доктор технических наук, профессор
Пензенский государственный университет архитектуры и строительства

Предлагается методика определения параметров распределения управляющих воздействий оператора в эргатической системе при их различном представлении. Даются возможные приложения полученных результатов для оценки имитационных характеристик тренажных и обучающих комплексов по подготовке операторов.

Ключевые слова: эргатические системы, подготовка операторов, обучающие комплексы, имитационных характеристики, управляющие воздействия, распределение вероятностей.

Известно, психофизиологическая напряженность человека-оператора связана с параметрами объекта управления, прежде всего, собственными частотами колебаний и коэффициентами демпфирования по каждому из каналов управления. Чем лучше оператор приспособился к этим параметрам, тем меньше соответствующие амплитуды, выбросы, длительности импульсов управляющих воздействий

$$m_x(t) = \frac{1}{2T_0} \int_{-T_0}^{T_0} x(t) dt$$

где $x(t)$ — отклонение органа управления в процессе нормальной эксплуатации (определяет программное движение). При этом

$$\dot{x}(t) = x(t) - m_x(t) \tag{1}$$

есть сигнал стабилизации программного движения, определяется как управляющее воздействие оператора. Такой подход вполне согласуется с управленческой парадигмой Мира А. Г. Бутковского. В структурной схеме целостной эргатической системы оператор представляется в виде трех звеньев. Одно из них характеризует двигательную систему человека (моторная часть), другое — формирование мысленного образа выходной координаты и, наконец, третье — центральную нервную систему, как сравнивающее устройство при формировании ошибки управления. Исходя из предыдущего, под собственными управляющими воздействиями понимаются воздействия оператора по стабилизации программного движения (флуктуации не учитываются). Естественно, определение управляющих воздействий оператора по ретроспективным данным предполагает использование итерационной процедуры.

Одной из актуальных задач является определение распределения вероятностей для различных параметров управляющих воздействий (рассматриваемых как выбросы, импульсы, непрерывные сигналы, параметры потока и т. д. [1...3]). При решении этой задачи нами использовались различные известные многосторонние критерии (предполагается отсутствие априорной информации о типе отклонения от нормального распределения).

При выборе альтернативной гипотезы: примерно симметричное распределение с убывающей кривизной или асимметричное распределение использовался критерий Шапиро-Уилка (при $8 \leq n \leq 50$; при $n < 8$ достоверность отклонения от нормального распределения не гарантируется). В этом случае используются n независимых упорядоченных наблюдений x_1, x_2, \dots, x_n (значения не убывают)

Сначала вычислялась сумма

$$S = \sum a_k [x_{(n+1-k)} - x_k]; \quad k = \begin{cases} 1, \frac{n}{2} & \text{при четном } n \\ 1, \frac{n-1}{2} & \text{при нечетном } n \end{cases}$$

коэффициенты a_k определяются по заданному объему выборки n

Статистика критерия W имеет вид:

$$W = \frac{S^2}{nm_2}$$

где $nm_2 = \sum (x_i - \tilde{x})^2$;

n — объем выборки;

m_2 — выборочный центральный момент второго порядка (выборочная дисперсия).

Критическая область критерия при уровне значимости $\alpha = p$ образуется значениями, меньшими, чем p -квантиль для $p = \alpha$.

В случаях $n \geq 8$ по n наблюдениям x_j ($j = 1, 2, \dots, n$) определялись:

$$\tilde{x} = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n x_j$$

и

$$m_2 = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n (x_j - \tilde{x})^2,$$

где \tilde{x} — среднее арифметическое;

m_2 - выборочный центральный момент второго порядка;

n — объем выборки.

Вычислялась статистика критерия T_{EP} Эппса-Палли

$$T_{EP} = 1 + \frac{n}{\sqrt{3}} + \frac{2}{n} \sum_{k=2}^n \sum_{j=1}^{k-1} \exp\left\{-\frac{(x_j - x_k)^2}{2m_2}\right\} - \sqrt{2} \sum_{j=1}^n \exp\left\{-\frac{(x_j - \tilde{x})^2}{4m_2}\right\}$$

в соответствии с приводимым алгоритмом:

задане объема выборки n ,

определение всех значений выборки x_j ,

вычисление среднего арифметического $\tilde{x} = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n x_j$,

определение центрального момента $m_2 = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n (x_j - \tilde{x})^2$,

вычисление $A = \sqrt{2} \sum_{j=1}^n e^{\left\{-\frac{(x_j - \tilde{x})^2}{4m_2}\right\}}$,

вычисление $e^{\left\{-\frac{(x_j - \tilde{x})^2}{2m_2}\right\}}$; $1 \leq j \leq (k-1)$,

вычисление $B = \frac{2}{n} \sum_{k=2}^n \sum_{j=1}^{k-1} e^{\left\{-\frac{(x_j - \tilde{x})^2}{2m_2}\right\}}$,

вычисление статистики $T_{EP} = 1 + \frac{n}{\sqrt{3} + B - A}$.

Если при данном уровне значимости α и объеме выборки n вычисленное значение статистики T_{EP} превышает p -квантиль, то нулевая гипотеза отклоняется.

Были получены важные выводы о распределении вероятностей параметров управляющих воздействий. В частности, мгновенные амплитуды управляющих воздействий, рассматриваемых как непрерывные процессы, можно считать распределенными нормально (непосредственно следует и из центральной предельной теоремы). Если управление рассматривать как импульсный процесс, то гипотеза о нормальном распределении амплитуд импульсов должна быть отвергнута.

Очевидны приложения такого подхода к управляющим воздействиям оператора к разработке тренажных и обучающих комплексов различного назначения, особенно, для систем на подвижном основании. В описательной части оценка качества имитационных характеристик таких комплексов сводится к сравнению управляющих воздействий оператора

в условиях модели и реального объекта. Но до сего времени не отработана методика сравнения. Исключение составляет лишь компенсирующее отслеживание, когда оператор наблюдает только рассогласование между входом и выходом и стремится уменьшить это рассогласование до нуля. С определенной оговоркой это имеет место и для преследующего отслеживания, когда оператору предъявляется независимо и входной и выходной сигналы, и оператор стремится их совместить.

Нами управляющие воздействия определялись ретроспективно по данным нормального функционирования. Это позволило не только производить формализованную оценку привития навыка управления, качества управления, а также качества обучающего комплекса с построением структурной схемы для самого распространенного режима стабилизации программного движения. При квазилинейной модели оператора схема приводится к одноконтурной системе автоматического управления. Ее параметрическая идентификация может быть произведена итерационным методом с последовательным уточнением параметров, как объекта, так и оператора.

Оценка имитационных характеристик обучающих комплексов, естественно, требует сопоставления субъективной оценки оператором качества модели по совокупности объективных показателей. Это задача принципиально всегда может решаться на основе классификации систем уравнений движения и использовании специально разработанных функционалов качества [4...6].

Литература:

1. Будылина, Е. А., Гарькина И. А., Данилов А. М., Махонин А. С. Основные принципы проектирования сложных технических систем в приложениях / Молодой ученый. — №5. 2013. — С.42–45.
2. Гарькина, И. А., Данилов А. М. Управление в сложных технических системах: методологические принципы управления / Региональная архитектура и строительство. — 2012. — №1 (12). — С.39–43.
3. Данилов, А. М., Гарькина И. А. Теория вероятностей и математическая статистика с инженерными приложениями: учебное пособие. — Пенза: ПГУАС. — 2010. — 228 с.
4. Гарькина И.А, Данилов А. М., Пылайкин С. А. Транспортные эргатические системы: информационные модели и управление / Мир транспорта и технологических машин. — 2013. — №1(40). — С.115–122.
5. Гарькина, И. А., Данилов А. М., Домке Э. Р. Промышленные приложения системных методологий, теорий идентификации и управления / Вестник МАДИ. — 2009. — №2(17). — С.77–82.
6. Будылина, Е. А., Гарькина И. А., Данилов А. М. Приближенные методы декомпозиции при настройке имитаторов динамических систем / Региональная архитектура и строительство. — 2013. — №3(17). — С. 150–156.

Инновационные технологии для выработки высококачественного хлопкового волокна

Олимов Одил Турсунмуродович, старший преподаватель;
Агзамов Мирхосил Мирсолихович, ассистент
Ташкентский институт текстильной и легкой промышленности (Узбекистан)

Innovation technologies for developing high quality cotton fibers

В статье приведены результаты исследований по разработке двух новых технологий первичной обработки хлопка-сырца средневолокнистых селекций, которые отличаются выполнением процесса волокноочистки.

Ключевые слова: Джин, «мягкое дженирование», семявыводящий механизм, двухступенчатый волокноочиститель, волокноочиститель с питающим столиком, содержание сора и пороков в волокне, волокнистые отходы.

Для удовлетворения современных высоких требований текстильной промышленности к качеству хлопкового волокна возникла острая необходимость во внедрении в производство первичной обработки хлопка инноваци-

онных технологий, которые не только способствовали бы улучшению качества волокна, но также позволили бы осуществить существенную экономию энергоресурсов, улучшение условий труда и охраны окружающей среды.

По результатам научных исследований последних лет, проведенных авторами данной статьи, разработаны два инновационных технологических процесса отличающиеся выполнением процесса волокноочистки. Первый технологический процесс состоит из нового сушильно-очистительного агрегата, очистителя хлопка-сырца от крупных сорных примесей, джина с новой рабочей камерой и механическим съемом волокна, нового наклонного волокноочистителя, нового вертикального волокноочистителя, механического транспортера, уплотнителя волокна и пресса (на рис. 1 показана джинно-волокноочистительная группа). Второй технологический процесс отличается выполнением процесса волокноочистки, который состоит из нового сушильно-очистительного агрегата, очистителя хлопка-сырца от крупных сорных примесей, серийного джина, нового двухцилиндрового прямоточного волокноочистителя и волокноочистителя с узлом для расчесывания волокна (на рис. 2 также приведена джинно-волокноочистительная группа).

Каждое технологическое оборудование, включенное в технологический процесс, рассчитано на переработку хлопка-сырца с производительностью 6 тонн в час.

Предварительные испытания действующей модели вновь разработанного сушильно-очистительного агрегата показала следующие характеристики: производительность до 12 тонн хлопка-сырца в час; влагоотбор до 3 %; очистительный эффект от мелких сорных примесей до 30–35 %; не ведет к зажгучиванию волокна и росту поврежденности семян.

Проведены испытания первого варианта технологического процесса на стендовых установках в лабораторных условиях на хлопке-сырце С-6524, второго сорта, второго класса. Опыты проводились на стендовых установках 30-ти пильного джина с одноцилиндровым волокноочистителем (серийное оборудование) и линии джинирования

и волокноочистки состоящей из двадцатипильного джина, аэродинамического волокноочистителя, волокноочистителя ОН-6–3, экспериментального вертикального волокноочистителя установленных в лабораторном корпусе ОАО НПЦ «Paxtatozalash».

Проведению испытаний предшествовала наладка, регулировка и обкатка оборудования на холостом ходу и под нагрузкой. Затем перемещением рукоятки регулирования питания джина проводились тарировочные эксперименты для установления режима джинирования, обеспечивающего одинаковую производительность на обеих стендовых установках джинов. При этом величина тока нагрузки электродвигателя привода пильного цилиндра, определяемая по показанию включенного в цепь амперметра, не превышала номинального значения.

Во время проведения опыта отбирались образцы хлопка-сырца с лотка джина, волокна после джина и конденсатора на серийном оборудовании и волокна на экспериментальном.

Очистка хлопка-сырца осуществлялась в лабораторном корпусе ОАО НПЦ «Paxtasanoatilm» на макете очистителя типа УХК, с использованием колковых и пильчатых секций, что соответствует рекомендуемому режиму для данного селекционного сорта при данной исходной засоренности.

Анализируя, полученные в результате проведенных сравнительных испытаний следует отметить, что при использовании экспериментальной линии джинирования и волокноочистки наблюдается улучшение качества волокна и семян.

Повышение качества волокна происходит, в основном, за счет уменьшения сора, битого семени и кожицы с волокном.

Среднее содержание массовой доли пороков и сорных примесей в волокне по двум вариантам малогабаритной камеры составляет 5,36 %, с серийной камерой —

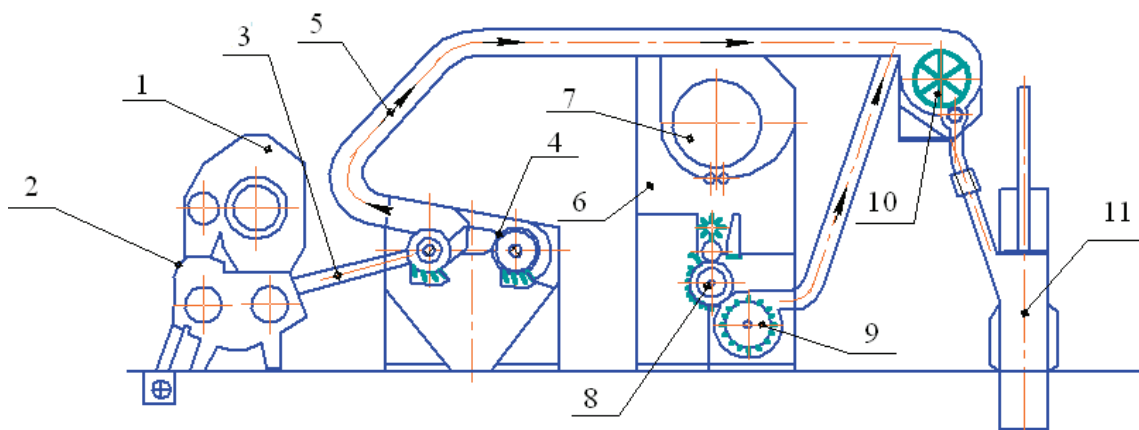


Рис.1. Схема компоновки стандовой установки: 1 — питатель джина, 2 — рабочая камера джина, 3 — соединительные патрубки, 4 — прямоточный волокноочиститель, 5 — волокноотвод, 6 — волокноочиститель с питающим столиком, 7 — сетчатый барабан, 8 — пильный цилиндр, 9 — щеточный барабан, 10 — общебатарейный конденсор, 11 — прессовая установка

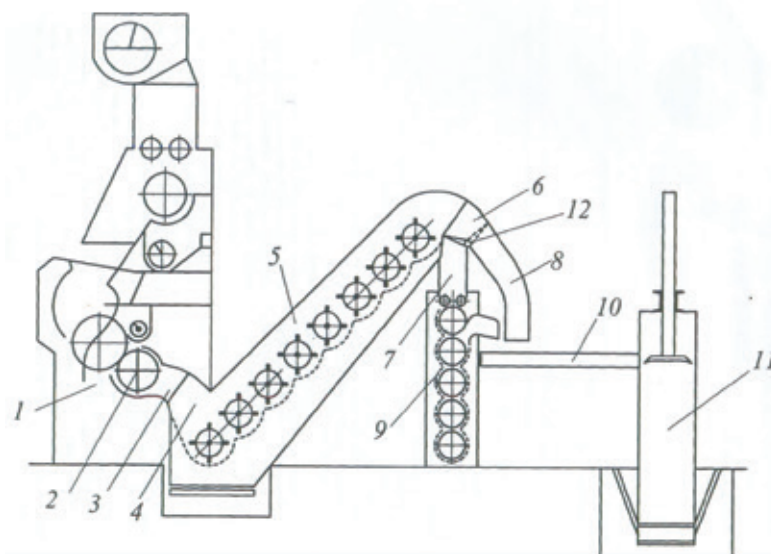


Рис. 2. Схема компоновки стендовой установки: 1 — пыльный джин, 2 — съемный щеточный барабан, 3 — выходная горловина, 4 — питающая шахта, 5 — наклонный волоконоочиститель, 6 — тройник, 7 и 8 выходные горловины, 9 — волоконоочиститель, 10 — ленточный транспортер, 11 — пресс, 12 — поворотный щиток

5,83 %. Таким образом, среднее снижение массовой доли пороков и сорных примесей в волокне составило 0,47 %.

Проведенные сравнительные испытания показали, что применение комплекса волоконоочистки состоящего из ОН-6–3 и вертикального волоконоочистителей благоприятно сказывается на всех качественных показателях волокна.

Также проведены экспериментальные исследования второго варианта разработанного технологического процесса на лабораторных установках.

Эксперименты проводились на хлопке-сырце Наманган — 77, второго сорта, с исходной засоренностью 1,36 % и 0,81 %, влажностью 8,45 % и 8,12 %.

Очистка хлопка-сырца осуществлялась на пыльных и колковых очистителях УХК повторно в 2 раза, что соответствовало регламентированному технологическому режиму.

Для каждого опыта отбирался образец хлопка-сырца весом 30–35 кг. Установка испытывалась при разной производительности джина. При проведении испытания мы постарались, поддерживать производительность на одном уровне, контроль осуществлялся при помощи амперметра предназначенного для контроля тока пыльного цилиндра джина и при изменении силы тока менялась подача хлопка-сырца в рабочую камеру джина.

В процессе исследований отбирались образцы: хлопок-сырца до и после очистки, волокна после джина и волоконоочистителя, образцы волоконистых отходов с этих машин.

По отобраным образцам в лаборатории ОАО НПЦ «Paxtasanoatilm» проводились анализы качественных показателей хлопка-сырца (влажность, засоренность), волокна (сорт, массовая доля пороков и сорных примесей), фракционный состав волоконистых отходов, содержание свободного волокна в отходах.

Технологические исследования экспериментальной установки проводились в четырех вариантах волоконоочистки:

- 1) двухступенчатый волоконоочиститель с одним пыльным цилиндром;
- 2) двухступенчатый волоконоочиститель с двумя пыльными цилиндрами;
- 3) двухступенчатый волоконоочиститель с одним пыльным цилиндром и с волоконоочистителем конденсорного типа;
- 4) двухступенчатый волоконоочиститель с двумя пыльными цилиндрами и с волоконоочистителем конденсорного типа.

Как показали результаты исследований, при очистке волокна массовая доля пороков и сорных примесей в волокне после джина 5,29 %, а после однобарабанного волоконоочистителя составила 3,88 %, при засоренности хлопка-сырца с лотка джина 1,36 %.

Очистительный эффект однобарабанного волоконоочистителя составил 26,6 %. На хлопке-сырце такой же засоренности массовая доля пороков и сорных примесей составила после джина 4,87 %, после двухбарабанного волоконоочистителя 3,16 %, а очистительный эффект составил 35,3 %. Чистого волокна в отходах после однобарабанного волоконоочистителя составило 33,7 %, а после двухбарабанного волоконоочистителя 24,5 %. После двухбарабанного волоконоочистителя для каждого пыльного цилиндра отходы отбирались отдельно. Из под первого цилиндра процент чистого волокна в волоконистых отходах составил 37,22 %, а из под второго пыльного цилиндра — 11,93 %, а масса отходов после первого пыльного цилиндра составила 157,7 гр., а после второго пыльного цилиндра составила 57,2 гр. Давление воздуха первого цилиндра, меньше чем давление второго цилиндра. По-

этому волокнистость отходов из второго пыльного цилиндра меньше.

При подключении секции волокноочистителя с узлом питания с однобарабанным волокноочистителем массовая доля пороков и сорных примесей составила: после джина 3,36 %, после агрегата 2,51 %, очистительный эффект 32,2 %, содержание волокна в отходах 43,14 %, при засоренности хлопка-сырца с лотка джина 0,81 %. При работе двухбарабанного волокноочистителя и волокноочистителя с узлом питания массовая доля пороков и сорных примесей составила: после джина 4,867 %, после агрегата 3,11 %, очистительный эффект 36,10 %, содержание волокна в отходах 35,05 %. При такой же засоренности хлопка-сырца содержание волокна в отходах снижается с подключением второго пыльного цилиндра. Очистительный эффект почти не изменился с подключением волокноочистителя с узлом питания, по сравнению с двухбарабанным волокноочистителем. Так как в этом случае при работе агрегата засоренность хлопка-сырца с лотка джина 1,36 % против 0,81 %. При сравнении фракционного состава волокна после агрегата результаты лучше, чем после однобарабанного и двухбарабанного волокноочистителей.

Крупный сор в волокне с однобарабанного волокноочистителя составил 1,507 % против 0,836 % в волокне после однобарабанного волокноочистителя + волокноочиститель с узлом питания, улюк 0,6 % против 0,403 %, битые семена 1,162 % против 0,560, кожица с волокном 0,68 % против 0,45 %, мелкий сор 0,44 % против 0,36 %. Сравнение двухбарабанного волокноочистителя с двухба-

рабанным волокноочистителем + волокноочистителем с узлом питания показывает следующие результаты: крупный сор 0,892 % против 1,024 %, улюк 0,484 % против 0,484 %, битые семена 0,596 % против 0,464 %, кожица с волокном 1,054 % против 0,625 %, мелкий сор 0,64 % против 0,513 %.

Выводы

1) По группе джин и волокноочистители с пневмотранспортированием волокна:

а) Компоновка модернизированного волокноочистителя с волокноочистителем с узлом питания требует дополнительных расходов воздуха и имеет сложную конструкцию.

б) Модернизация двухбарабанного прямоточного волокноочистителя позволяет снизить давление воздуха на его выходе до нуля, что в свою очередь благоприятно сказывается на снижении расхода воздуха, повышении очистительного эффекта и снижении волокнистой массы в отходах на 35–40 % по сравнению с однобарабанным волокноочистителем.

в) Наличие клапана-переключателя позволяет регулировать кратность очистки волокна.

г) Очистка волокна на двух пыльных цилиндрах более полно сохраняет природные свойства.

2) Группа джин и волокноочистители с непосредственной подачей волокна является перспективной и следует продолжить исследования в этом направлении.

Литература:

1. Агзамов, М., Агзамов М. М., Маджидов Ж. Ф. Пути снижения содержания пороков в хлопковом волокне в процессе пыльного дженирования // Известия ВУЗов. Технология текстильной промышленности. Иваново. — 2007. №3. — С 34–37.
2. Пат. FAP 00495 Уз, МПК D G 21/00. Устройство для пререработки средневолокнистого хлопка сырца/Ф. Б. Омонов, Х. Х. Умарходжаев, М.Агзамов. — FAP 20090022; Заявлено 18.03.2009; Опубл. 30.10.2009. Бюл. №10. Приоритет 18.03.2009. с. 4.
3. Пат. РУз. № FAP 00726 Уз, МПК D 01 G 9/00. Волокноочиститель/Агзамов М., Мадумаров И. Д., Олимов О. Т., Иногамов А. Х., Юлдашев Д. А. — FAP 2011 0028; Заявлено 25.04.2011; Опубл. 31.05.2012. Бюл. №5. Приоритет 25.04.2011. с. 4.

К вопросу об использовании пряностей, специй и приправ

Попова Марина Алексеевна, магистрант;

Шкаева Наталья Анатольевна, доктор биологических наук, профессор;

Гаязова Алена Олеговна, магистрант;

Лукиных Светлана Викторовна, магистрант

Южно-Уральский государственный университет (национальный исследовательский университет) (г. Челябинск)

Употребление в пищу приправ, специй, пряностей увеличивает биологическую ценность блюд и продуктов. Они имеют большое значение в современной кулинарии.

Ключевые слова: пряности, специи, приправы, пища, травы, аромат.

Пряности относятся к продуктам растительного происхождения. В основном, растения, из которых делают пряности, относятся к 30 различным ботаническим семействам. Пряности на протяжении многих тысячелетий являются не только вкусовыми добавками, которые улучшают пищу, но и лечебными средствами. Почти все народы отмечают аромат и разной степени жгучесть, характерные для пряностей. Что же касается вкуса, то он не является свойством самих пряностей, а формируется лишь в сочетании их с основной пищей. По этой причине народы, где существует древняя культура потребления пряностей, например, народы Востока, в отличие от ароматических веществ и приправ никогда не путают вкус с присущей только пряностям жгучестью [1].

Приправы придают пище только определенный вкус — горький, кислый, соленый, сладкий или их сочетание. Вещества, относящиеся к ароматическим (например, какао, жасмин, роза), способны придавать пище только аромат. Пряности передают характерный привкус в сочетании с ароматом, заметным лишь пище, особенно при нагревании. В отличие от приправ, пряности не применяют в значительных количествах (айва, барбарис, слива, гранат). Помимо этого пряности не могут быть предназначены как отдельные, самостоятельные блюда, как, к примеру, болгарский перец или томатная паста. Пряности используют в пище лишь как добавки, необходимые для придания определенного акцента. При увеличении количества пряностей возникает резкое изменение их качественного воздействия на пищу, появляется резкий аромат и неприятная горечь, вместо приятного желаемого аромата. Пряности допускается применять лишь в крайне малых дозах в процессе приготовления пищи [2]. Помимо этого, пряности способствуют более длительному сохранению пищи, путем подавления развития и роста бактерий, особенно бактерий гниения. Подавляющее большинство пряностей служат катализаторами некоторых ферментативных процессов, протекающих в организме, способствуют очищению организма от биологических и механических засорений, а также обладают способностью стимулировать вывод различного рода шлаков из организма. Благодаря этому многие виды пряностей применяются в медицине как лекарственные вещества [3].

Все пряности можно разделить на две группы: местные пряности и экзотические (или классические) пряности. Применяемые с глубокой древности экзотические или классические пряности — это пряности, получившие распространение во всем мире и ставшие классическими для подавляющего большинства национальных кухонь, как восточных, так и западных. Общим признаком для этого вида пряностей является то, что они употребляются в кулинарии обязательно в сухом и в предварительно обработанном виде. Именно это обуславливает их всемирную популярность, так как ароматика этих пряностей в сухом виде либо незначительно появляется, либо повышается и доходит до максимума, так же возможно длительное хранение и транспортирование на далекие расстояния. При увеличении количества допустимых доз пряностей в блюде или сильном нагревании они обнаруживают горечь. К классическим пряностям относятся — гвоздика, корица, ваниль, имбирь, кардамон, куркума, мускатный орех и др. [4]. Пряности, в большинстве своем имеющие исторически и географически гораздо меньший диапазон применения либо употребляемые исключительно на месте, то есть вблизи места производства, и не выдерживающие дальних перевозок относятся к местным пряностям. Для них характерно применение в основном в сыром, свежем виде. Местные пряности подразделяются на: пряные травы и пряные овощи. Пряные овощи находят более широкое применение в кулинарии, чем пряные травы и распространены гораздо шире географически, почти повсеместно. Пряные овощи относятся исключительно к культурным растениям; делятся на корнеплоды и луковичцы, причем у тех и у других основные используемые части — подземные. Пряные овощи можно использовать как в сушеном, так и свежем виде, их можно отваривать, пассировать, мариновать [5]. Наиболее распространенные пряные овощи: лук-порей, лук репчатый, петрушка, хрен, черемша, фенхель, пастернак, сельдерей и др.

У пряных трав используется исключительно надземная часть, т. е. ее верхняя треть — листья с цветами. Поэтому пряные травы могут быть только дикорастущими и садовыми. Аромат, который дают пряные травы, как правило, усиливается после высушивания, но есть и такие травы, которые обладают пряными свойствами лишь в свежем виде, поэтому их не подвергают, ни сушке, ни перевозке

(это группа различных попуярных трав или крессов). К пряным травам относят также семена кустарниковых и полукустарниковых растений, а также листовые части молодых побегов, имеющие пряные качества. Чаще всего встречающиеся и наиболее употребляемые виды пряных трав: анис, аир, душица, базилик, горчица, кориандр, кервель, мелисса, лаванда, мята и др. [6]. Пряные смеси (комбинированные или сложные пряности), представляющие собой разнообразные комбинации пряностей различных видов является самостоятельной группой пряностей. Такие комбинированные смеси дают возможность ускорить создание различных блюд и расширить букет ароматов. Самой распространенной смесью, которую признали во всем мире, является смесь карри. Также известны такие смеси, как ереванская смесь, хмели-сунели, смесь для маринадов и аджика [7].

Специи придают пище резкий четкий вкус: сладкий, соленый или острый. Некоторые из специй делают консистенцию блюд рыхлой, но большинство уплотняют консистенцию. Добавление их в пищу измеряется граммами и не выходит за пределы десятков граммов. Они, как и пряности, не являются предметом питания. Специи рассчитаны лишь на изменение вкуса пищи, не изменяя при этом аромат. В отличие от пряностей, специи изменяют вкус сильно и прямолинейно. Специи делают пищу исключительно только сладкой, либо только соленой, либо пресной (сода), либо совершенно безвкусной. Специи также могут придать блюду вяжущий (квасцы) или резкий острый вкус (уксус). Основной частью специй являются активные химические вещества, в основном органического и минерального происхождения. К специям относятся: сахар, поваренная соль, крахмал, пищевые кислоты, сода, уксус, глутамат натрия и др. [8].

Приправы относятся к группе пищевых добавок, которая ориентирована исключительно на повышение вкусо-ароматического разнообразия пищи, а также на улучшение ее качества. В отличие от специй и пряностей, приправы нуждаются в особых условиях хранения и требуют специального приготовления, так как они подвергаются быстрой порче, в то время как специи могут спокойно храниться в самых примитивных условиях (например, соль, сода, уксус). Между тем ассортимент при-

прав в настоящее время крайне разнообразен и может легко расширяться и видоизменяться путем кулинарного творчества, в то время как набор из десяти специй постоянен и сохраняется неизменным веками [9].

Производство приправ предполагает использование разнообразных видов пищевого сырья. К приправам относят большую группу пищевых продуктов основного кулинарного назначения которых состоит в том, чтобы облагораживать и подкислить пищу, способствуя созданию приятной, бархатистой консистенции вокруг всех компонентов того или иного блюда в процессе еды или придавая ей нежную консистенцию. К самому обширному, многочисленному типу приправ относят все соусы. По своим вкусо-ароматическим компонентам соусы разделяются по видам блюд: соусы исключительно к рыбным блюдам, либо только к мясным, либо только к десертным. Существуют подкисливающие приправы, основой для которых служат только растительные продукты: фрукты, овощи и ягоды, содержащие разнообразные натуральные кислоты. Помимо растительных продуктов важным и распространенным компонентом приправ являются кисломолочные продукты, имеющие в своем составе разные варианты и сочетания молочных кислот и других продуктов молочнокислого брожения. К числу таких приправ относятся сметана, сузма, катык (мацун, мацони, лебен, йогурт). Сок таких растительных продуктов как: яблоки, сливы, айва, помидоры, гранат, лимон, клюква и другие кислые плоды и ягоды могут служить приправой в чистом виде. Точно так же и яблочное и айвовое пюре могут использоваться как приправа к блюдам из мяса, к дичи и птице [10–12].

Сегодня трудно представить современную кулинарию без этих вкусо-ароматических добавок. Они делают нашу пищу более разнообразной и вкусной, помимо этого они обладают многими целебными свойствами и обогащают наше питание витаминами и минеральными веществами.

Разумное применение специй не только безопасно для здоровья, но и необходимо для разработки новых продуктов питания [13–16]. Фактически, не существует возрастных ограничений на прием специй. Конечно, грудному ребенку не дают перец или кардамон, но анис или шафран при тех или иных медицинских показаниях просто необходимы.

Литература:

1. Похлебкин, В. В. Пряности, специи, приправы. М.: Эксмо, 2011 г. с. 256.
2. Сокольский, И. М. Книга пряностей. Санкт-Петербург: Диля, 2011 г. с. 352.
3. Прянишников, В. В., Гиро Т. М., Семикопенко Н. И. Производство мясных полуфабрикатов по инновационным технологиям. Молодой ученый. 2014. № 12. с. 95–98.
4. Губер, Н. Б., Ребезов М. Б., Асенова Б. К. Перспективные способы разработки мясных биопродуктов. Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Пищевые и биотехнологии. 2014. Т. 2. № 1. с. 72–79.
5. Боган, В. И., Ребезов М. Б., Гайсина А. Р., Максимюк Н. Н., Асенова Б. К. Совершенствование методов контроля качества продовольственного сырья и пищевой продукции. Молодой ученый. 2013. № 10. с. 101–105.
6. Гаязова, А. О., Ребезов М. Б., Попова М. А., Лукиных С. В. Оценка качества и безопасности разработанного мясорастительного рубленого полуфабриката. Молодой ученый. 2014. № 10 (69). с. 133–136.

7. Лукиных, С. В., Ребезов М. Б., Попова М. А., Гаязова А. О. Оценка качества и безопасности разработанного рулета из мяса птицы. Молодой ученый. 2014. № 10 (69). с. 168–171.
8. Лукиных, С. В., Ребезов М.Б, Косолапова А. С., Ахмедьярова Р. А., Паульс Е. А. Исследование рынка производства продуктов из мяса птицы. Молодой ученый. 2014. №9 (68). с. 175–178.
9. Попова, М. А., Ребезов М. Б., Ахмедьярова Р. А., Косолапова А. С., Паульс Е. А. Перспективные направления производства кисломолочных продуктов, в частности йогуртов. Молодой ученый. 2014. №9. с. 196–200.
10. Попова, М. А., Ребезов М. Б., Гаязова А. О., Лукиных С. В. Оценка качества и безопасности разработанного йогурта. Молодой ученый. 2014. № 10. с. 199–202.
11. Альхамова, Г. К., Ребезов М. Б., Максимюк Н. Н., Талеб Б. Н. Качество и безопасность молочного сыра. Современное состояние и перспективы развития пищевой промышленности и общественного питания: мат. IV междунар. научн.-практ. конф. Челябинск: ИЦ ЮУрГУ. 2010. С. 278–281.
12. Гришук, Н. А. Мир пряностей и специй. Справочник для каждой семьи. Ведананда, 2010 г. — с. 192.
13. Гаязова, А. О., Ребезов М. Б., Попова М. А., Лукиных С. В., Косолапова А. С. Производство функциональных продуктов питания животного происхождения. Дәрілік өсімдіктерді қолдану арқылы функционалды тағам өнімдерін өндірудің ғылыми-практикалық негізі: халықаралық ғылыми-тәжірибелік конференциясының материалдары. Семей, 2014. Б.30–33.
14. Шель, И. А., Ребезов М. Б., Богатова О. В. Производство функциональных продуктов питания животного происхождения. Дәрілік өсімдіктерді қолдану арқылы функционалды тағам өнімдерін өндірудің ғылыми-практикалық негізі: халықаралық ғылыми-тәжірибелік конференциясының материалдары. Семей, 2014. Б. 165–169.
15. Гаврилова, Е. В., Ребезов М. Б. Разработка полуфабрикатов мясных рубленых функциональной направленности. Тамақ жеңіл өнеркәсіптері мен қонақжайлылық индустрияның инновациялық дамуы: халықаралық ғылыми-тәжірибелік конференциясының материалдары. Алматы: АТУ, 2014. Б. 156–157.
16. Губер, Н. Б., Ребезов М. Б., Топурия Г. М. Инструменты снижения рисков при реализации инновационных проектов в сфере продуктов питания животного происхождения. Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Экономика и менеджмент. 2014. Т. 8. № 1. с. 156–159.

Анализ колебаний конического колосника на упругом основании с нелинейной жесткостью

Раджабов Озод Исроилович, ассистент
Бухарский инженерно-технологический институт (Узбекистан)

Для снижения поврежденности хлопковых волокон и семян хлопка-сырца целесообразным является снижение кратности взаимодействия рабочих органов с хлопком в процессе первичной обработки хлопка. При этом важным является повышение эффективности взаимодействия хлопка с рабочими органами за счет совершенствования их конструкции. Нами рекомендуется новая конструкция колосниковой решетки очистителя хлопка от крупного сора [1].

При этом в рекомендуемой конструкции колосника значительно уменьшается сопротивление от трения о боковые поверхности с хлопком — сырцом. Кроме того, упругие втулки 4 установлены эксцентрично в боковинах 3 колосниковой решетки. При этом фактически упругость опор будет иметь нелинейный характер. Согласно известной методики в работе [3] упругий элемент можно представить как коническую пружину с нелинейной жесткостью (см. рис.1). На рис. 1. а представлены установки конических колосников 1 на упругих опорах 2 в боковинах 3. При этом упругие втулки 2 выполнены также эксцентричными, имеют переменную толщину. Следует отметить, что в процессе работы положение эксцентриситета может меняться (имеются некоторые круговые движения). Поэтому величина эксцентриситета e_k и разница диаметров конических колосников 1 не превышают $(2,0 \div 3,0) 10^{-3} м$. При среднем значении диаметра колосника $20 \cdot 10^{-3} м$. Согласно расчетной схемы (см.рис.1.) составим уравнение описывающее колебание колосника. Известно, что на колосник действует случайная возмущающая сила со стороны протискиваемого хлопка — сырца

$$F_b = (F_b) \pm \delta(F_b) \tag{1}$$

где, (F_b) ; $\delta(F_b)$ - математическое ожидание сопротивления от хлопка-сырца и его случайное составляющее.

Следует отметить, что жесткость упругой опоры имеет нелинейный характер и восстанавливающая сила определяется из выражения

$$P = c_1 x_1 + c_2 x_1^3 \tag{2}$$

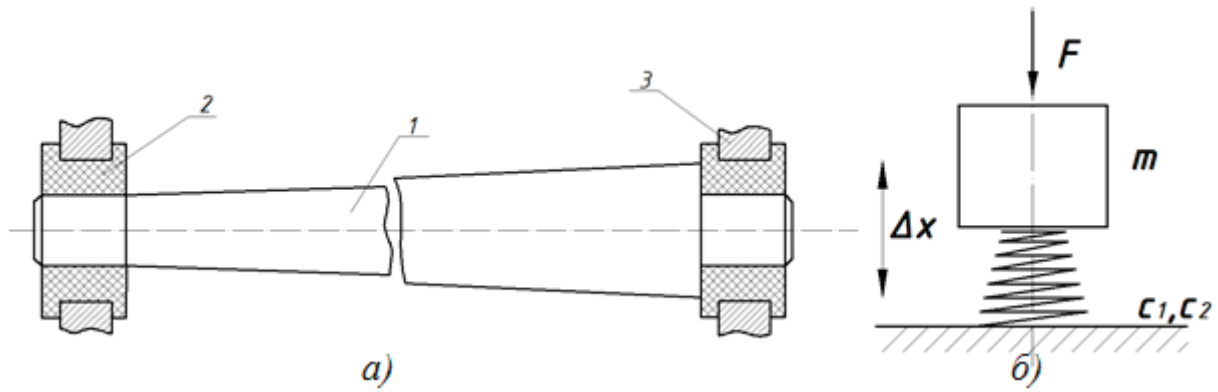


Рис.1. Схема конических колосников на упругих опорах и расчетная схема: а) цельная коническая колосниковая решетка на упругих опорах с нелинейной жесткостью; б) расчетная схема колебаний конического колосника; 1 — конические колосники, 2 — резиновая втулка с переменной толщиной, 3-корпус (боковина, сегмент) колосниковой решетки

где, c_2, c_1 — значения коэффициентов жесткости упругой опоры;

x_1 — перемещения колосника в вертикальном направлении.

Колебания колосника описывается следующим дифференциальным уравнением

$$m\ddot{x} + c_1x + \frac{c_2}{\mu}x^3 = F_0 \sin \omega t \tag{3}$$

где, m — приведенная масса колосника; μ - постоянный коэффициент нелинейности; $F_0 \sin \omega t$ - возмущающая сила от протаскиваемого хлопка-сырца.

Решение уравнения (3) ищем по методу Галеркина [4] в виде

$$x_1 = x_0 \sin \omega t \tag{4}$$

Подставив выражение (4) в дифференциальное уравнение (3) и учитывая интеграл равно нулю имеем

$$\int_0^{2\pi/10} \left[m\ddot{x}_1 + c_1x_1 + \frac{c_2}{\mu}x_1^3 - F_0 \sin \omega t \right] x_1 dt = 0$$

где, $2\pi/10$ — период колебаний.

После интегрирования получим

$$\frac{3}{4} \frac{c_2}{\mu} x_0^3 + (c_1 - m\omega^2)x_0 - F_0 = 0 \tag{5}$$

Корни уравнения (5) удобно определить графически, построив графики функций [4]:
Графическое решение задачи (5)

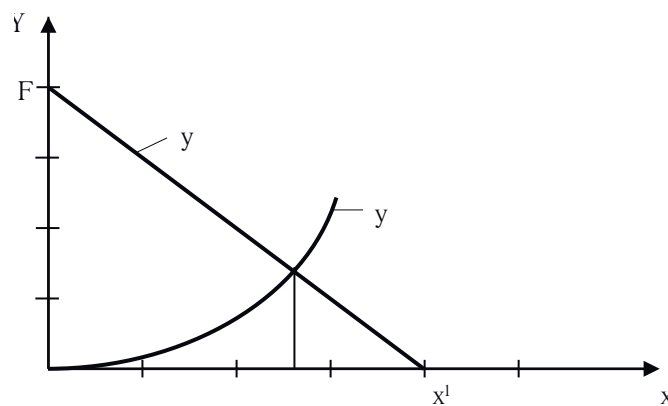


Рис. 2

$$y_1 = \frac{3}{4} \frac{c_2}{\mu} x_0^3; \quad y_2 = F_0 - (c_1 - m\omega^2)x_0 \quad (6)$$

Решение задачи (5) представлена на рис.2.

Аналитическим условием совпадения двух действительных корней кубического уравнения является условие

$$\text{где, } x_0^1 = \frac{F_0}{c_1 - m\omega^2}$$

$$\eta = \frac{4(c - m\omega^2)}{kc_1}$$

$$A = 0 \text{ при } \eta^3 = -\alpha^2 \neq 0$$

$$\text{где, } D = \alpha^2 + \eta^2; \quad \alpha = -\frac{2}{3} \frac{F_0 \mu}{c_2};$$

Откуда можно определить значения ω [4]:

$$\omega = \frac{c_1}{m} + \frac{kc_2}{4m\mu} \left(\frac{2F_0}{3c_1} \right)^{2/3}$$

При этом корни уравнения (5) будут

$$x_1 = -2r \cos \frac{\phi}{3}; \quad x_2 = 2r \cos \left(\frac{\pi \pm \phi}{3} \right)$$

$$\text{где, } r = \text{sign} \alpha \sqrt{|\eta|}; \quad \phi = \arccos \frac{\alpha}{r^3}$$

Для конкретных значений параметров можно выбирать по рекомендуемой методике необходимые значения амплитуды и частоты нелинейных колебаний колосника. Рассмотрим известный метод решения задачи [4].

Уравнение (3) перепишем в виде

$$m\ddot{x} + m\omega^2 x = (m\omega^2 - c_1)x - \frac{c_2}{\mu} x^3 + F_0 \sin \omega t \quad (7)$$

Используя метод Дуффинга [5], получим решение в качестве первого приближения величину

$$x_1 = x_0 \sin \omega t \quad (8)$$

Окончательно приближенное решение имеет вид

$$x = x_0 \sin \omega t - \frac{c_2 x_0^3}{32\omega^2 m \mu} (\sin \omega t - \sin 3\omega t) \quad (9)$$

При этом значение x_0 определяется из уравнения. С учетом исходных значений параметров системы были получены закономерности колебательного движения колосников на упругих опорах с нелинейной жесткостью. На основе обработки полученных результатов построены графические зависимости размаха колебаний колосника при вариации среднего значения коэффициента жесткости упругой опоры, массы колосника при $\omega = 65\text{с}^{-1}$ и $\omega = 40\text{с}^{-1}$

Анализ графиков показывает, что с увеличением жесткости упругой опоры Δx уменьшается по нелинейному закону, причем с уменьшением ω снижение Δx становится интенсивнее. При увеличении массы колосника влияние ω на уменьшение Δx становится незначительным. Это объясняется тем, что при большой массе колосника повышается его инерционность и значение Δx стремится к постоянной величине (2,0–2,4 мм). Именно при этих значениях Δx очистительный эффект становится ощутимым, что подтверждено результатами экспериментов [2].

Таким образом, используя предложенный метод можно обосновать необходимые параметры системы, обеспечивающие повышение эффекта очистки очистителей хлопка-сырца, от крупного сора.

Литература:

1. Мирахмедов, Д. Ю., Холтураев Х. П., А.Дж.Джураев. Колосниковая решётка очистителя волокнистого материала. Патент Рес. Узб. FAP 00428, Бюлл. №12 2008.
2. А.Джураев А. В. Абдуллаев. Дж.Мирахмедов. Экспериментальное определение нагруженности конических колосников на упругих опорах очистителя хлопка. Ж. Проблемы текстиля №3, 2010 г. Ташкент, С.7–10
3. Джураев, А. Д. и др. Динамика вибрирующих рабочих органов очистителей хлопка — сырца, «ФАН», Ташкент, 2003, 192с.
4. Светлицкий, В. А., Стасенко И. В., Сборник задач по теории колебаний. Высшая школа, М., 1973, 456с.
5. Расулов, Р. Х. Обоснование параметров пыльчато — колосниковой системы очистителя хлопка — сырца от крупного сора. Канд. дисс., Ташкент, 2008г, 130с.

Очистка экологически опасных вентиляционных выбросов шахтных комплексов путем создания комбинированных систем фильтрации

Русанов Андрей Викторович, доктор технических наук, профессор
Институт проблем машиностроения имени А. Н. Подгорного (г. Харьков, Украина)

Дыхановский Виктор Николаевич, доктор технических наук, старший научный сотрудник
Национальная академия наук Украины (г. Харьков)

Дармофал Элеонора Анатольевна, старший преподаватель
Харьковская государственная академия физической культуры (Украина)

В статье предложен новый высокоэффективный небарьерный принцип очистки загрязненного воздуха от мелкодисперсных частиц, представлена методика расчета течения пылегазовой смеси, рассмотрены примеры систем фильтрации, основанные на активном способе очистки.

Ключевые слова: шахтные комплексы, выбросы в атмосферу, фильтрующие системы, примеси, пылевые частицы.

Введение

Загрязнение атмосферного воздуха является одной из самых серьезных экологических проблем большинства стран мира. Влияние загрязненного воздуха на здоровье человека проявляется через сокращение средней продолжительности жизни, увеличение количества преждевременных смертей, рост заболеваемости и негативное влияние на работоспособность населения. Экологическая ситуация в Украине продолжает оставаться тяжелой, и только кардинальные изменения в системе ресурсопотребления, активное внедрение альтернативных источников энергии и природоохранных мероприятий наряду с рациональным природопользованием могут привести к изменению экологической ситуации, снижению концентрации вредных веществ в атмосфере. Именно это определяет **актуальность** выбранной темы.

Существует **проблема**, выражающаяся в повышении риска глобального загрязнения атмосферы, шахтные регионы вносят с этот неблагоприятный для всей Земли процесс свою львиную долю.

Эта тема достаточно широко обсуждается в различных литературных источниках [1–5] и отражена во многих государственных нормативных актах.

Важнейшей частью означенной проблемы является решение **задачи** по достижению максимально высокой степени очистки экологически опасных вентиляционные выбросов шахтных комплексов.

Решение такой задачи (**цель** исследования) лежит в создании более эффективных фильтрующих систем по сравнению с ныне применяемыми в горной промышленности.

Изложение основного материала

Очистка газовых смесей (в нашем случае — шахтных выбросов) от различного рода примесей (твердых частиц, капель, дыма и пр.) является актуальной задачей в раз-

личных областях техники, а также в вопросах защиты окружающей среды.

Наиболее часто применяемые в шахтной промышленности аппараты очистки вентиляционных и технологических выбросов в атмосферу в зависимости от применяемого метода очистки можно условно поделить на: пылеуловители (сухой инерционной очистки, мокрой очистки, фильтрации, электростатического осаждения); туманоуловители (низко- и высокоскоростные); аппараты для улавливания пара и газов (абсорбционные, хемосорбционные, адсорбционные, термические и термокаталитические нейтрализаторы, биохимические реакторы); аппараты многоступенчатой очистки (уловители пыли и газов, уловители туманов и твердых примесей, многоступенчатые пылеуловители). К основным требованиям, предъявляемым к аппаратам пыле- и газоочистки, относят их высокую эксплуатационную надежность и достаточную эффективность очистки. Чем выше степень очистки газов и чем мельче улавливаемые частицы, тем большими оказываются удельные капитальные затраты на сооружение таких установок и затраты на их содержание и эксплуатацию.

Ныне применяемые фильтры в основном ориентированы на очистку крупнодисперсных примесей и недостаточно обеспечивают очистку от мелкодисперсных пылевых частиц.

В настоящей работе рассматривается новый высокоэффективный небарьерный принцип очистки газа от мелкодисперсных частиц, базирующийся на активном способе очистки. Фильтры с активным способом очистки относятся к механическим («сухим») пылеулавливателям и являются типом устройств, использующим принцип работы, основанный на действии центробежных сил.

Шахтная пыль — аэрозоль двухфазной системы (твердое тело-газ), или по другим определениям (журнал Technology News, No 2006–125) — совокупность тонкодисперсных твердых частиц различного рода происхождения (органического или минерального), которые обра-

зуются в горных выработках при отделении угля и породы от массива, а также, в частности, при транспортировке горной массы, и значительно увеличивающие загрязненность шахтной атмосферы и окружающей среды.

Мелкие частички твёрдого вещества можно условно разделить на песок и пыль. Механическая очистка воздуха от песка не представляет собой трудностей в отличие от очистки от пыли, которая усложнена тем, что аэродинамические свойства пылинок качественно отличаются от аэродинамических свойств песчинок. Эти свойства определяются числом Рейнольдса — мерой отношения сил инерции, действующих в потоке, к силам вязкости.

Представим, что частичка твёрдого вещества имеет сферическую форму. Для сферы известна зависимость $C_x = f(Re)$ [6], построенная на основе формул Стокса, Озеена и выведенная из экспериментальных исследований (рис. 1) [7–9]. Здесь аэродинамический коэффициент C_x характеризует аэродинамическую силу, которая действует на частичку в потоке жидкости или газа.

$$\text{Число Рейнольдса определяется по формуле: } Re = \frac{c \cdot d}{\nu}$$

где c — характерная скорость, d — характерный размер, ν — коэффициент кинематической вязкости.

При неизменных характерных скорости, например, $c=1$ м/с, и коэффициенте кинематической вязкости для воздуха ($\nu=1,46 \times 10^5$ м²/с), число Рейнольдса определяется только характерным размером частичек твёрдого вещества. Следовательно, зависимость $C_x = f(Re)$ можно рассматривать как зависимость $C_x=f(d)$.

При уменьшении размера частичек до определённой величины, при которой $Re \approx 1$, C_x увеличивается медленно, и его величина не превышает нескольких единиц. Дальнейшее уменьшение размера частичек после величины, при которой $Re \approx 1$, C_x увеличивается интенсивно, и его величина достигает нескольких сот или тысяч единиц. При этом сила тяжести постоянно уменьшается. Следовательно, надо ожидать, что существует такая величина размера частичек, при которой аэродинамическая сила превышает силу тяжести, что отражено на рис. 2 (здесь принята плотность материала частичек 2200 кг/м³). На рис. 3 показано, что для частичек размером меньше 10 мкм аэродинамические силы в несколько раз превышают, силу тяжести, для частичек размером 1 мкм аэродинамические силы превышают силу тяжести уже в 15 тысяч раз.

Исходя из этого, примем, что пылинка это частичка, для которой аэродинамическая сила по величине больше силы тяжести. Частички, для которых сила тяжести пре-

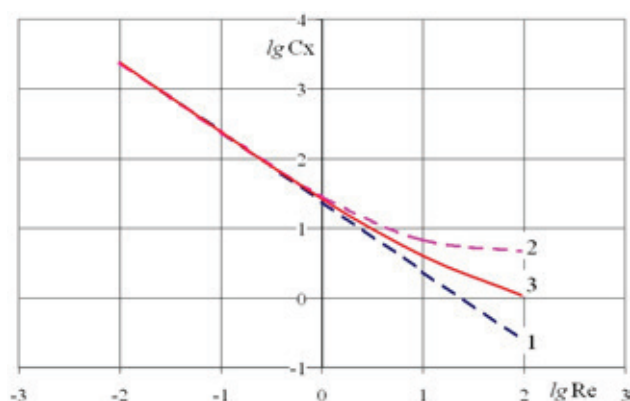


Рис. 1. Зависимость $LgC_x=f(LgRe)$: 1 — по Стоксу; 2 — по Озеену; 3 — из экспериментов

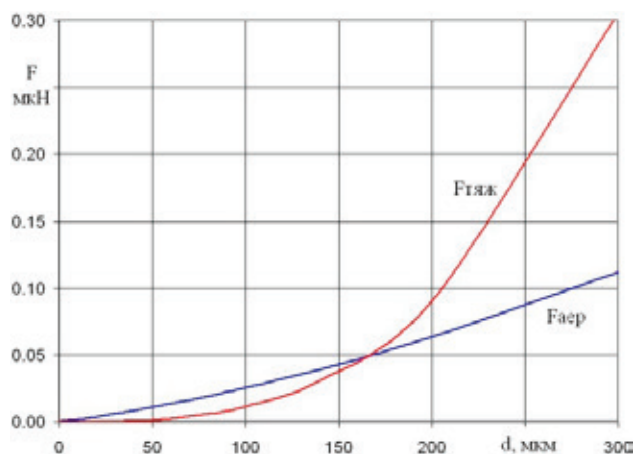
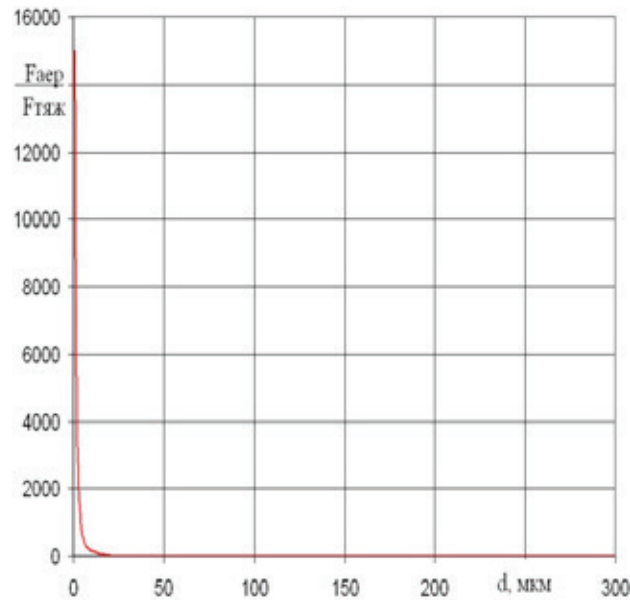


Рис. 2. Зависимость $F = f(d)$

Рис. 3. Зависимость $F_{aэр} / F_{тяж} = f(d)$

вышает аэродинамическую силу, будем называть песчинками. Они легко отделяются от потока воздуха, поэтому их взаимодействие с потоком рассматривать не будем.

Таким образом, эффективный очиститель воздуха должен создавать условия, при которых на пылинку действует управляемая сила заданной величины и направления, что обеспечивает отделение пылинки от потока воздуха до её выхода из очистителя. Кроме того, важно, чтобы эта сила действовала постоянно, даже после завершения процесса отделения пылинки от потока. Это необходимо для надёжного ее удержания в накопителе пыли. Такие условия могут быть созданы в устройствах типа центрифуги, где на частички пыли действует центробежная сила, величину которой можно обеспечить в десятки тысяч раз превышающую силу тяжести.

При расчете движения в воздушном потоке твердых частиц пыли необходимо сделать допущение, что они не влияют на характеристики течения. Такое допущение оправдано для рассматриваемых условий, когда концентрация пыли невелика. Для определения траекторий движения твердых частиц использовалась методика, основанная на интегрировании по времени уравнений движения Ньютона с учетом всех действующих сил (аэродинамическое сопротивление, сила тяжести, центробежная и кориолисова силы и т. д.).

Одним из простейших фильтров с динамическим способом очистки воздуха является кольцевой канал, созданный двумя соосными трубами разного диаметра. На

входе в кольцевой канал установлены лопатки, которые жёстко скреплены с обеими трубами и вращаются вместе с ними вокруг оси труб. Это обеспечивает закрутку входящего в очиститель потока с пылью. В результате на пыль действует центробежная сила, направляющая пылинки к внешней стенке кольцевого канала и удерживающая их там после касания. Нами исследованы несколько расчётных схем динамических очистителей воздуха от пыли. Установлено, что на степень очистки влияет диаметр кольцевого канала, частота его вращения, осевая длина очистителя и размеры пылинок.

Выводы

Предложен новый высокоэффективный небарьерный принцип очистки газа от мелкодисперсных частиц.

Из результатов расчетов видно, что предложенные устройства имеют степень очистки, характерную для фильтров барьерного типа, причем не представляется сложным дальнейшее улучшение их характеристик.

Необходимо отметить, что наиболее полная очистка экологически опасных примесей выбросов вентиляционных систем шахтных комплексов возможна только при использовании комбинаций нескольких типов фильтров с расчетом полной системы очистки для каждого отдельного комплекса. В последующих публикациях будет предложена методика проектирования вышеупомянутой системы и алгоритм ее последовательного включения для лица, принимающего решение.

Литература:

1. Бондарева, Г. И. Экология химических производств. М.: Изд-во МИХМ, 1986, 92 с.
2. Газоочистные аппараты сухого и мокрого типов. Каталог. М.: ЦИНТИХИМНЕФТЕМАШ, 1984, 92 с.
3. Степанов, Г. Ю., Зицер, И. М. Инерционные воздухоочистители. М.: Машиностроение, 1986, 184 с.

4. Страус, В. Промышленная очистка газов. М.: Химия, 1981, 616 с.
5. Ужов, В. Н., Вальдберг, А. Ю., Мягков, Б. И. Очистка промышленных газов от пыли. М.: Химия, 1981, 392 с.
6. Бэтчелор, Дж. Введение в динамику жидкости. М.: Мир, 1973, 298 с.
7. Волков, Ю. П., Дыхановский, В. Н., Русанов, А. В., Суханов, М. И. Теоретические основы работы воздушных фильтров с активным способом очистки. Зб. наук. пр. Харків. ун-ту Повітряних Сил. Х.: ХУ ПС, 2005, Вып. 6(6), с. 77–80.
8. Суханов, М. И., Волков, Ю. П. Численное исследование газодинамических характеристик ротационных фильтров. Зб. наук. пр. Харків. ун-ту Повітряних Сил. Х.: ХУ ПС, 2006, Вып. 6 (12), с. 15–17.
9. Єршов, с. В., Русанов, А. В. Комплекс програм розрахунку тривимірних течій газу в багатовінцевих турбомашинах «FlowER». Свідоцтво про державну реєстрацію прав автора на твір, ПА №77. Державне агентство України з авторських та суміжних прав, 19.02.1996.

Некоторые общие положения методики составления и решения дифференциальных уравнений в прикладных задачах

Сухов Ярослав Игоревич, студент;

Гарькина Ирина Александровна, доктор технических наук, профессор
Пензенский государственный университет архитектуры и строительства

Составление дифференциального уравнения по условию задачи чаще всего состоит в определении математической зависимости между переменными величинами и их приращением [1]. Умение составить дифференциальное уравнение во многом зависит от навыка и понимания решающим физического содержания задачи.

Методика составления и решения дифференциального уравнения сводится к следующему:

- внимательному и подробному разбору условий задачи и выполнению чертежа;
- составлению соотношения между переменными и их приращениями для элементарного акта процесса (то есть процесса, протекающего за малый промежуток времени, или, в общем случае, в течение малого приращения аргумента);
- составлению дифференциального уравнения рассматриваемого процесса;
- интегрированию составленного дифференциального уравнения и определению его общего решения;
- исследованию общего решения;
- определению вспомогательных параметров (если они есть по условию задачи);
- выводу закона, определению частного решения дифференциального уравнения при заданных начальных условиях и числовому определению искомых величин (если это требуется по условию задачи);
- анализу ответа.

Составив соотношение между переменными величинами и их приращениями для элементарного акта процесса, переходят к пределу при стремлении приращения аргумента к нулю, получают дифференциальное уравнение в дифференциалах. Интегрирование полученного уравнения позволяет, объединив совокупность элементарных актов процесса, получить зависимость, которой подчиняется данный процесс в целом.

Иногда делается ряд допущений, упрощающих задачу, но не отражающихся в результатах. Например, бесконечно малые приращения величин заменяются их дифференциалами. Предполагается, что всякий физический процесс, рассматриваемый в течение бесконечно малого промежутка времени dt , протекает с постоянной скоростью, и т. д.

Кроме того, при составлении дифференциального уравнения задачи, в зависимости от её условия, используются известные законы физики, химии, механики и других наук и различные математические сведения.

Обычно для заданных дифференциальных уравнений (или системы уравнений) определяются их решения (прямые задачи теории дифференциальных уравнений; в обратных задачах решения известны и требуется определить неизвестные структуру, порядок и параметры этого уравнений (или системы); эти задачи иначе называются задачами идентификации).

С точки зрения соотношения «причина-следствие» задачи математического моделирования условно разделяются на два больших класса: прямые задачи (известны причины, необходимо найти следствия) и обратные (известны следствия, нужно найти причины). Обычно обратными задачами называются задачи, решение которых состоит в определении причинно-следственных связей в рамках некоторой математической модели исследуемого объекта или процесса (определяются параметры данной модели по имеющимся результатам наблюдений и прочей экспериментальной информации).

Приведем простейший пример обратной задачи. Радиоактивный распад описывается физическим законом: скорость распада пропорциональна количеству радиоактивного вещества, имеющемуся в данный момент времени. Мате-

матической моделью этого процесса является решение задачи Коши для обыкновенного дифференциального уравнения

$$\frac{dm(t)}{dt} = -\alpha m(t), t \geq t_0,$$

где $m(t)$ — количество вещества в данный момент времени, $m(t_0) = M$ - количество радиоактивного вещества в начальный момент времени, коэффициент пропорциональности α - коэффициент распада. Если постоянные α и M известны, то, решив задачу Коши, можно определить, как будет меняться количество радиоактивного вещества с течением времени. Обратная же задача заключается в определении коэффициента α и начальных данных M по дополнительной информации о решении $m(t)$ при $t \in [t_1, t_2]$ (когда α и M неизвестны, но из эксперимента можно определить $m(t)$ для $t \in [t_1, t_2]$).

Далее рассмотрим ретроспективную идентификацию динамической системы, описываемой системой дифференциальных уравнений второго порядка. А именно, в результате эксперимента были определены осциллограммы колебаний технической системы по обобщенным координатам $x_1(t), x_2(t)$ и их скоростям $\dot{x}_1(t), \dot{x}_2(t)$ при пробных воздействиях [2,3]. Требуется определить параметры технической системы в предположении, что ее поведение описывается системой дифференциальных уравнений вида:

$$\begin{aligned} \dot{x}_1 &= a_{11}x_1 + a_{12}x_2, \\ \dot{x}_2 &= a_{21}x_1 + a_{22}x_2, \\ a_{ij} &\neq 0 \end{aligned} \tag{1}$$

или в векторно-матричной форме $\dot{x} = Ax$, или

$$A = \begin{vmatrix} a_{11} & a_{12} \\ a_{21} & a_{22} \end{vmatrix}, \dot{x} = \begin{vmatrix} \dot{x}_1 \\ \dot{x}_2 \end{vmatrix}.$$

Уравнения (1) определяют класс и структуру рассматриваемой технической системы. Таким образом, требуется определить параметры этой системы (коэффициенты a_{ij} уравнений (1)) по синхронным измерениям

$$\begin{aligned} &x_1(t), x_2(t), \dot{x}_1(t), \dot{x}_2(t) \\ &\text{при «пробных воздействиях» (начальных условиях)} \\ &x_1(0) = x_{10}; x_2(0) = x_{20} = 0. \end{aligned} \tag{2}$$

Характеристическое уравнение системы (1) имеет вид

$$\lambda^2 + 2\xi\omega_0\lambda + \omega_0^2 = 0,$$

а корни этого уравнения есть

$$\lambda_{1,2} = -\xi\omega_0 \pm i\omega_c,$$

где $\omega_c = \omega_0\sqrt{1-\xi^2}$, ξ - соответственно собственная частота и относительный коэффициент демпфирования ($\xi < 1$).

Справедливо:

$$a_{11} + a_{22} = 2\xi\omega_0;$$

$$a_{11}a_{22} - a_{12}a_{21} = \omega_0^2. \tag{3}$$

Введя $a_{11} + a_{22} = \sigma = \text{tr}A$ (след матрицы) и $\Delta = \det A$, (3) можно представить в виде

$$\sigma = 2\xi\omega_0, \Delta = \omega_0^2. \tag{4}$$

Откуда

$$\xi = -\frac{\sigma}{2\Delta}, \omega_c = \sqrt{\Delta - \frac{\sigma^2}{4}}.$$

Решение системы (1), удовлетворяющее начальным условиям (2), имеет вид:

$$\begin{aligned} x_1 &= e^{-\xi\omega_0 t} \left(x_{10} \cos \omega_c t + \frac{x_{10} (a_{11} + \xi\omega_0)}{\omega_c} \sin \omega_c t \right); \\ x_2 &= \frac{1}{a_{12}} \dot{x}_1 - \frac{a_{11}}{a_{12}} x_1. \end{aligned} \tag{5}$$

По осциллограмме $x_1(t)$ легко определить $\xi\omega_0$ и ω_c , откуда

$$\omega_0 = \frac{\omega_c}{\sqrt{1-\xi^2}}, \xi = \frac{n}{\omega_0}.$$

Отметим, что кривая $x_1(t)$ соответствует реальному процессу, происходящему в рассматриваемой технической системе, то есть является реакцией системы по координате $x_1(t)$ при пробных воздействиях (2). А $x_1(t), x_2(t)$, опреде-

ляемые по (5), являются лишь приближением — моделями процессов $x_1(t)$ и $x_2(t)$ в выбранном классе, определяемом видом системы (1).

Из (1) имеем

$$a_{11}x_{10} + a_{12}x_{20} = \dot{x}_1(0);$$

$$a_{21}x_{10} + a_{22}x_{20} = \dot{x}_2(0).$$

С учетом (2), (4) получим:

$$a_{11} = \frac{\dot{x}_1(0)}{x_{10}}; a_{21} = \frac{\dot{x}_2(0)}{x_{10}}; a_{22} = a_{11} - 2\xi\omega_0; a_{12} = \frac{1}{a_{21}}(a_{11}a_{22} - \omega_0^2).$$

Таким образом, при известной структуре системы дифференциальных уравнений по заданному ее решению при начальных условиях

$$x_1(0) = x_{10}, x_2(0) = 0$$

определили неизвестные параметры a_{ij} технической системы. Отметим, что при этом кроме $x_1(t)$ и $x_2(t)$ для определения a_{ij} потребовались и синхронные реализации $\dot{x}_1(t), \dot{x}_2(t)$ (во всяком случае, в окрестности $t = 0$). Рассмотренная задача — есть частная задача параметрической идентификации или частная задача идентификации. Если бы вид систем уравнений, решением которой являются экспериментальные процессы $x_1(t), x_2(t)$, был неизвестен, то задача значительно усложнилась бы (это общая задача идентификации).

Как видим, в отличие от задач прямого моделирования обратные задачи относятся к классу «некорректных» (в математическом смысле), в частности неустойчивых относительно погрешностей входных данных. Для корректности постановки задачи необходимо:

- *существование* решения при всех допустимых исходных данных;
- *единственность* данного решения;
- *устойчивость* решения к изменениям (малым) исходных данных.

Если задача не удовлетворяют хотя бы одному из указанных условий, то она называется некорректно поставленной.

Некорректность присуща обратным задачам почти всегда; в одних случаях она может быть преодолена весьма просто, в других вообще требует переосмысления понятия самого решения

Из указанного следует, если при приближенном решении обратной задачи использовать какой-либо классический алгоритм формально без учета некорректности задач, то возможно получение результата, не имеющего ни научной, ни прикладной ценности. Игнорировать некорректность постановки задачи нельзя. Для ее преодоления имеются два пути:

- корректная постановка задачи, основанная на привлечении *дополнительной информации об искомом решении*;
- *управление классическими алгоритмами* некорректно поставленной задачи.

При идентификации рассмотренной выше системы второго порядка использовалась дополнительная информация об искомом решении: результаты экспериментальных исследований практически совпали с теоретическим решением системы (1) при заданных начальных условиях [4].

Литература:

1. Данилов, А. М. Данилов А. М., Фадеева Г. Д. Дифференциальные уравнения. — Пенза: ПГАСА. — 1997. — 144 с.
2. Данилов, А. М., Гарькина И. А., Домке Э. Р. Математическое и компьютерное моделирование сложных систем. — Пенза: ПГУАС. — 2011. — 296 с.
3. Данилов, А. М., Гарькина И. А. Интерполяция, аппроксимация, оптимизация: анализ и синтез сложных систем: монография. — Пенза: ПГУАС. — 2014. — 168 с.
4. Математические методы в строительном материаловедении: монография / И. А. Гарькина [и др.]; под ред. акад. РААСН В. И. Соломатова. — Саратов: Изд-во Саратов. ун-та. — 2001. — 188 с.

Комплексное использование разворотных эстакад

Тимиров Эскандер Вязирович, доцент;
Новоселов Олег Геннадьевич, ассистент;
Шишкин Алексей Владимирович, студент

Набережночелнинский институт Казанского (Приволжского) федерального университета (Татарстан)

Данная статья основывается на дипломном проектировании студента на тему «Проект нового автодорожного коридора первой технической категории по направлению Москва — Гусь Хрустальный» студента 5 курса Шишкина А. В. специальности 270205.65 «Автомобильные дороги и аэродромы» под руководством доцента кафедры «Технология строительства и управление недвижимостью» Тимировым Э. В., Новоселовом О. Г.

В дипломном проектировании рассматривается вопрос причин возникновения дорожных заторов (автомобильных пробок) и варианты их решения, одним из них является устройство за крупными транспортными развязками разворотных эстакад, а так же их комплексное применение.

В соответствии с национальной программой модернизации и развития автомобильных дорог Российской Федерации до 2025 года предусмотрено новое строительство и реконструкция автомобильных дорог [2, с. 249]. Большой раздел данного документа занимает развитие и модернизация транспортной инфраструктуры города Москвы и Московской области, с целью обеспечения закономерности распределения плотности движения, что способствует уменьшению образования пробок на автомобильных дорогах, что в данной области крайне актуально.

Дорожный затор возникает при увеличении плотности автомобилей (в результате поступления потока машин) превышающего пропускную способность дороги. К основным причинам следует отнести следующее:

- Круглосуточные движение на места работы и проживания;
- Не совершенность дорожных конструкций;
- Нарушения правил дорожного движения;
- Возникновение нового потока машин в случае объезда мест дорожно-транспортных происшествий.

Для решения проблемы постоянного увеличения плотности движения автомобилей на дороге предлагается использовать комплекс разворотных эстакад (КРЭ).

Применение комплекса разворотных эстакад позволит следующее:

— **Уменьшение количества автомобилей на определенных участках дороги.** Примерно 10 % — 20 % автомобилей из всего транспортного потока ошибаются в выборе направления движения. Вследствие этого автомобили проходят большее расстояние до места разворота, чтоб вернуться к начально правильной траектории движения «сделать крюк».

— **Уменьшение времени в пути.** При нахождении мест тяготения (рабочие, административно-общественные и торгово-развлекательные комплексы) на противоположной части по движению от дороги вынуждают двигаться к ближайшей транспортной развязке для совершения разворота и подъезду к месту назначения.

— **Уменьшение количества транспортных происшествий.** Из-за не желания делать «крюк», вследствие вышесказанных причин, водители прибегают к нарушению правил дорожного движения, таких как разворот через двойную сплошную, повышают вероятность ДТП [3].

На (рисунке 1) показано типичное размещение транспортных развязок на значительном отдалении друг от друга, без возможности совершения разворота по пути к развязке.

При анализе (рисунка 1) траектория движения потока при ошибке выбора направления будет начинаться от транспортной развязки 1 до ближайшей транспортной развязки 2 (для совершения разворота) и обратно, то есть, путь равной двойному L_1 . Рассматривая путь транспортного потока при ошибке выбора направления движения $L_{\text{ом}}$ можно записать в следующем виде:

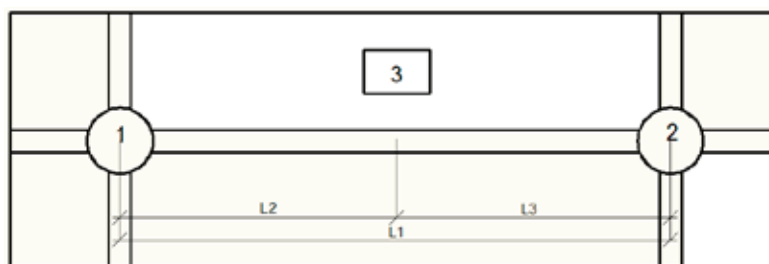


Рис. 1. Схема размещения транспортных развязок. Где 1 и 2 — транспортная развязка, 3 — точка места тяготения; L_1 — расстояние между транспортными развязками; L_2 — расстояние от транспортной развязки 1 до точки места тяготения 3; L_3 — расстояние от точки места тяготения 3 до транспортной развязки 2

$$L_{\text{ош}}^{\text{б}} = 2 \cdot L_1; \tag{1}$$

Аналогично для пути транспортного потока движущегося к месту тяготения 3 траектория движения $L_{\text{тяг}}^{\text{б}}$ начинаться с транспортной развязки 1 до ближайшей транспортной развязки 2 (для совершения разворота) и обратно до места назначения, что можно записать в следующем виде:

$$L_{\text{тяг}}^{\text{б}} = L_1 + L_3; \tag{2}$$

По выше изложенному можно сделать следующий вывод, что транспортные потоки к месту тяготения и потоки, ошибочно выбравшие траекторию движения, увеличивают общее количества транспортных средств на транспортной развязке 2 тем самым повышают плотность движения и увеличивают вероятность образования пробки.

Для избежание возникновения данной проблемы предлагается установить разворотную эстакаду на некотором отдалении от транспортной развязки 1, что способствует перенаправлению «перехвату» транспортных потоков (рисунок 3).

Рассмотрим выше упомянутые траектории транспортных потоков, но с использованием разворотной эстакады.

Для транспортного потока при ошибке в выборе направления траектория движения с разворотной эстакадой путь начинаться от транспортной развязки 1 до разворотной эстакады (для совершения разворота) и обратно, то есть, путь равный двойному пути L_2 , что записывается в следующем виде:

$$L_{\text{ош}}^{\text{с}} = 2 \cdot L_2; \tag{3}$$

Так же путь транспортного потока движущегося к месту тяготения с использованием разворотной эстакады начинаться от транспортной развязки 1 до разворотной эстакады (для совершения разворота), но до места тяготения 3, что можно записать в следующем виде:

$$L_{\text{тяг}}^{\text{с}} = L_2; \tag{4}$$

При аналитическом сравнении формул (1) с (3) и формул (2) с (4) получаем результат, что при использовании разворотных эстакад ошибочно выбранный путь сокращается в двое, а путь к месту тяготения уменьшается в трое.

Экономия расстояние и времени (при помощи конструирования разворотных эстакад между отдаленными транспортными развязками), а также рациональное распределение плотности потоков по протяженности трассы,

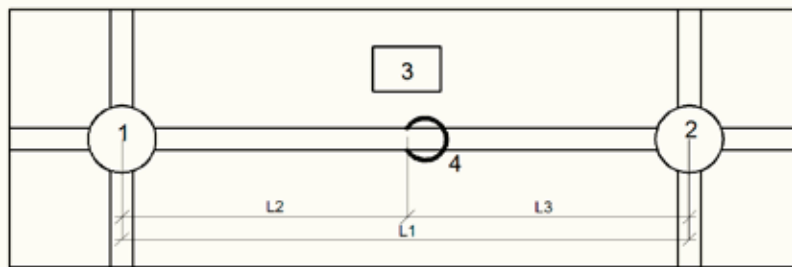


Рис. 2. Схема размещения транспортных развязок с разворотной эстакадой. Где 1 и 2 — транспортная развязка, 3 — точка места тяготения; L1 — расстояние между транспортными развязками; 4 — разворотная эстакада; L2 — расстояние от транспортной развязки 1 до точки места тяготения 3; L3 — расстояние от точки места тяготения 3 до транспортной развязки 2

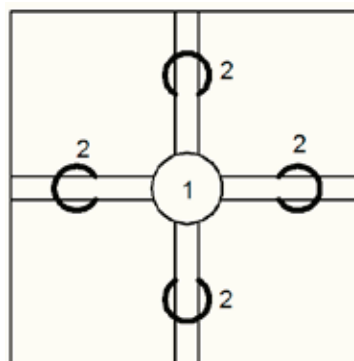


Рис. 3. Комплексное использование разворотных эстакад совместно с транспортной развязкой. где 1 — транспортная развязка; 2 — разворотная эстакада

позволяет уменьшить вероятность образования транспортных заторов и дорожно транспортных происшествий.

В рамках повышения безопасности движения и нормирования плотности на автомобильных дорогах первой технической категории предлагается комплексное использование разворотных эстакад путем устройства их на каждой ветке между отдаленными транспортными развязками, что представлено на (рисунке 3).

Данный комплекс позволит в разы увеличить эффективность использования отдельных стоячих разворотных эстакад, путем снижения концентрации плотности автомобилей непосредственно на транспортной развязке.

Выше описанный комплекс разворотных эстакад, в рамках дипломного проектирования, применён на конкретной местности. В проекте рассматривается направление Москва — Гусь Хрустальный, а более детально представляется проектирование в Куровском районе. В перспективе развития автомобильных дорог в данном районе предполагается пересечение, двух автомагистральных дорог Москва — Гусь Хрустальный (новое строительство) и Орехово-Зуево — Воскресенск (новое строительство и реконструкция), с устройством на пересечении транспортной развязки рисунке 4.



Рис. 4. Карта (схема) планируемого развития транспортной инфраструктурой Московской области до 2025 года (штрихпунктирной линией обозначаются новые магистральные пути)

Если рассматривать направление транспортных потоков от транспортной развязки по сторонам света, можно определить ближайшее место для совершения маневра — разворот, к ним относят следующие:

- Северное направление (на Орехово-Зуево) расстояние до разворота 35 км;
- Восточное направление (на Муром) расстояние до разворота 51 км;
- Южное направление (на Воскресенск) расстояние до разворота 7 км;
- Западное направление (на Люберцы) расстояние до разворота 19 км.

Устройства в районах данных областей разворотных эстакад позволит снизить плотность движения. Куров-

ской район был выбран как пример связи с большим объемом будущей застройки ростом транспортной инфраструктуры.

Дальнейшая работа ведётся по направлению обоснования экономического эффекта от комплексного применения разворотных эстакад по предложенной методике всесоюзного научно-исследовательского института транспортного строительства [4].

А также поставлена цель изучить влияние комплекса разворотных эстакад на социальную среду и окружающую по системе системы транспорт — социальная среда — окружающая среда (Т-СС-ОС) [5, с. 256].

Литература:

1. СП 34.13330.2012 «АВТОМОБИЛЬНЫЕ ДОРОГИ». — Москва, 2012. 111 с.
2. Национальная программа модернизации и развития автомобильных дорог российской федерации до 2025 года. — Москва, 2005. 250 с.
3. Правила дорожного движения Российской Федерации: [утв. Советом Министров — Правительством Российской Фед. 23.10.1993 г.: по сост. на 08.04.2014 г.]
4. Руководство по технико-экономическому обоснованию (ТЕО) проектирования и строительства железнодорожных и автодорожных мостов. Согласовано Главтранспроектотом. — Москва.: 01.10.2008.
5. Исмагилова, Ф. Ф., Новоселова Ж. Г., Новоселов О. Г. Анализ влияния развития общественного транспорта на социальную и окружающую среду. Роль науки в развитии общества: сборник статей Международной научно-практической конференции. 17 апреля 2014 г.: в 2 ч. Ч.2 / отв. ред. А. А. Сукиасян. — Уфа: Азтерна, 2014. — 322 с.

Современные диагностические методы и приборы

Узакова Лайло Палвановна, кандидат педагогических наук, доцент;
Каландаров Наврузбек Олимбаевич, магистрант
Бухарский инженерно-технологический институт (Узбекистан)

В данной статье речь ведётся о современных диагностических методах и приборах при проведении диагностических и ремонтных работ на газотрубопроводах.

Ключевые слова: *профилемеры, ультрасканы, электромагнитный генератор, магнитным приемник.*

При проведении диагностических и ремонтных работ на трубопроводах (нефтепроводах, газопроводах, продуктопроводах и т. д.), приходится многократно пропускать вместе со средой перекачки по трубам очистные скребки (поршни), диагностические приборы-профилемеры, ультрасканы и другие внутритрубные устройства. [1]

При этом всегда возникает проблема — как отследить с поверхности, да еще и под слоем грунта положение этого внутритрубного устройства в трубе. Особенно это важно в случае, когда внутритрубное устройство останавливается (застраивается) на препятствиях в трубопроводе и останавливает перекачку.

Оснащать внутритрубные устройства обычным радиопередатчиком бесполезно, так как металлические стенки трубопровода полностью экранируют радиосигналы.

В настоящее время существует несколько методов (способов) сопровождения и определения с поверхности местоположения внутритрубных объектов. [2]

Акустический метод обнаружения внутритрубных объектов в ходе диагностики трубопроводов заключается в установке на поверхности над трубопроводом чувствительного микрофона. С его помощью прослушиваются звуки, создаваемые движущимся в трубопроводе объектом. Этот метод относительно прост в реализации, но точность определения местоположения объекта весьма невелика.

К достоинствам этого метода следует отнести возможность обнаруживать движение внутритрубного объекта на больших расстояниях — до нескольких километров.

Акустические приборы рекомендуется использовать совместно с приборами, использующими другие методы обнаружения и, прежде всего, в качестве предварительного обнаружителя приближения внутритрубного объекта к точке контроля.

При радиационном методе определения местоположения и сопровождения внутритрубных объектов в ходе диагностики трубопроводов на внутритрубном объекте устанавливается радиоактивный изотоп, а с поверхности, с помощью счетчика Гейгера производится регистрация радиоактивного излучения от этого изотопа.

Метод надежен и взрывобезопасен. Позволяет обнаруживать объект на довольно больших расстояниях (десятки метров) и с высокой точностью. Радиоактивное излучение хорошо проходит через металл, грунт и воду.

Однако при работе с радиоактивными изотопами требуется, чтобы обслуживающий персонал имел допуск для

работы с изотопами и имел специальную защиту (спецодежда и пр.), поэтому радиационный метод применяется в исключительных случаях.

Магнитный метод определения местоположения и сопровождения внутритрубных объектов в ходе диагностики трубопроводов основан на использовании (установке) на внутритрубном объекте мощных постоянных магнитов. Постоянное магнитное поле слабо экранируется металлической стенкой трубопровода.

Конструкция магнитов и определенный способ установки их на объекте позволяет получить от них напряженность магнитного поля, достаточную для обнаружения этого поля чувствительным магнитным приемником на расстоянии до нескольких метров от трубопровода в статическом режиме, когда объект неподвижен и более десяти метров в динамическом режиме — когда объект с постоянными магнитами движется в трубопроводе со скоростью не менее 0,1 м/сек, а приемник неподвижен и находится над трубопроводом.

К достоинствам метода следует отнести простоту реализации внутритрубного магнитного передатчика и его взрывобезопасность.

К недостаткам — сложность и низкую вероятность обнаружения остановившегося (неподвижного) внутритрубного объекта с магнитным передатчиком, так как величина напряженности магнитного поля от магнитного передатчика на поверхности над трубопроводом очень сильно меняется от расстояния до объекта и порой бывает сравнима со значением напряженности получаемой от намагниченных этим же магнитным передатчиком элементов трубопровода.

Поэтому данный метод рекомендуется к применению только для регистрации прохождения внутритрубных объектов

При электромагнитном методе определения местоположения и сопровождения внутритрубных объектов в ходе диагностики трубопроводов используется свойство переменного магнитного поля, изменяющегося с низкой частотой (от единиц до нескольких десятков герц), проникать сквозь металлические стенки трубопровода и грунт с незначительными потерями, что позволяет обнаруживать это переменное магнитное поле с помощью чувствительных приемников.

Создание переменного магнитного поля производится с помощью электромагнитного генератора (трансмис-

тера) основным элементом которого является катушка индуктивности с сердечником (антенна).

Использование кварцевой синхронизации частот генератора электромагнитного поля и приемника, позволяет обеспечить уверенный прием даже очень слабого сигнала от внутритрубного электромагнитного генератора, что, в свою очередь, позволяет строить конструкцию передатчика с небольшими габаритами обеспечивать большой ресурс его работы с минимальным количеством элементов питания.

Литература:

1. Гальперин, Д. М., Миловидов Г. В. Технология монтажа, наладки и ремонта оборудования нефтяной газовой промышленности — М: Агропромиздат, — 1990 г. — 399 с.
2. <http://www.oilspill.ru/ustan.php>

Совершенствование технологии изготовления одежды за счёт применения современного швейного оборудования

Узакова Лайло Палвановна, кандидат педагогических наук, доцент;
 Мухамеджанова Сабрина Джамолитдиновна, магистрант;
 Мухаммедова Мадинабону Олимовна, магистрант
 Бухарский инженерно-технологический институт (Узбекистан)

Швейная промышленность — одна из отраслей легкой промышленности, задача которой состоит в наиболее полном удовлетворении спроса на товары народного потребления. Рост объема швейного производства и улучшение качества выпускаемой одежды находятся в прямой зависимости от дальнейшего совершенствования и интенсификации технологических процессов, оснащения предприятий новой высокоэффективной техникой, совершенствования структуры и управления производством, организации труда, рационального использования материальных и энергетических ресурсов, внедрения достижений науки и техники, улучшения качества работы во всех звеньях производства.

Последние годы швейные предприятия оснащаются новыми современными оборудованьями. Внедряется на предприятиях высокопроизводительные обметочные швейные машины фирмы «Juki» (Япония), швейные машины с электронными управлениями и полуавтоматы фирмы «Pfaff» (Германия), универсальные и специальные швейные машины фирмы «Dürkopp» (Германия), а также бытовые швейные машины фирмы «Singer» и «Brother».

Перспективные развития швейной промышленности во многом зависит от внедрения последних достижений науки и техники а также от интеграции между производством и науки. [1]

В настоящее время выпускается автоматизированные и электронно-управляемые швейные машины челночного переплетения различных конструкции созданные на ос-

В связи с тем, что во внутритрубном передатчике используются элементы электрического питания и электромагнитная катушка большой индуктивности, метод этот сам по себе не является взрывозащищенным.

При реализации этого метода необходимо с помощью схемотехнических и конструктивных решений обеспечить взрывозащищенность приборов и, прежде чем приступить к работе с ними на реальном трубопроводе, обязательно сертифицировать на взрывозащищенность.

нове последних достижениях науки и техники отвечающие требованиям современной технологии.

Снижение объемов швейного производства в развитых странах, разукрупнение швейных предприятий, стремление к максимальной универсальности производства, перевод производства изделий массового ассортимента в страны с низким уровнем заработной платы приводит к стремлению максимальной универсальности оборудования, снижению доли дорогостоящих машин с узким технологическим назначением.

Развитие электроники, микропроцессорной техники, управляющих систем, стремительное снижение стоимости электронных средств по сравнению с механическими дало возможность заменить механические системы управления на электронные. Появление новых полимерных материалов, позволило по-новому подойти к созданию основных рабочих органов швейных машин. Повышение потребительских требований к качеству, разнообразию, удобству одежды вызвало появление технологически связанных комплектов оборудования для изготовления изделий в целом или отдельных узлов швейных изделий. Этими факторами и определяются основные направления совершенствования технологии изготовления одежды за счет применения новых видов швейного оборудования.

За последние 8–10 лет рабочие органы практически всех швейных машин были подвергнуты ряд оптимизации: — на основе компьютерного анализа кинематики и динамики звеньев;

- на основе применения новых технических решений;
- с помощью применения новых материалов.

Совершенствование машин было направлено на улучшение качества выполнения строчек с одновременным уменьшением влияния на это качество свойств соединяемых материалов.

В машинах с компьютерным управлением, перемещением иглы относительно ткани управляет микропроцессор. Такой принцип управления снимает ограничения на сложность строчек и на их количество. Только машины с компьютерным управлением могут выполнять петли «с глазком» и красивые декоративные строчки.

Однако, каким бы ни был принцип построения строчки, ширина ее ограничена конструкцией челнока и пределами перемещения иглы. В лучших машинах ширина строчки достигает 9 мм.

Для получения более широких строчек необходим механизм перемещения ткани не только вперед-назад, но и вправо-влево. При наличии такого механизма ткань может перемещаться в нескольких направлениях, и, несмотря на отсутствие вышивального блока, эти машины можно назвать швейными машинами с вышивальными возможностями. Оценить эти возможности можно при вышивке, например, бордюров из декоративных строчек. Можно вышить цветок, сделать несколько стежков наискосок, вышить какую-нибудь звездочку, сделать несколько стежков в другом направлении и так далее. Таким образом, можно получить самые замысловатые узоры произвольного размера.

Достигается это улучшением условий петлеобразования, снижением натяжения ниток, стабилизацией транспортирования материалов. Рассмотрим несколько примеров. Фирма «Pfaff» (Германия) предложила модернизированный механизм челнока для одноигльных машин и машин зигзагообразного стежка. Суть модернизации состоит в том, что в механизме применяется не вращающаяся шпуля, а нитка выходит из нее за счет специальной намотки от периферии к центру. Это позволяет стабилизировать натяжение шпульной нитки, исключить напуски ниток, образующиеся при останове машины вследствие инерционности шпули, а, следовательно, повысить качество строчки. Такие механизмы реализованы в машинах 45–909–0045–001/001.

Для оптимизации транспортирования сложных материалов с различными свойствами некоторые фирмы применяют механизм транспортирования, позволяющий обеспечить простое и быстрое изменение угла наклона транспортирующей рейки относительно направления перемещения материала. В краеобметочных и стачивающе-обметочных машинах это дает возможность управлять процессом транспортирования текстильных материалов не только с помощью дифференциального двигателя, но и изменяя место и площадь области контактирования рейки с прижимной лапкой.

Фирма «PFAFF» (Германия) предлагает два основных средства для решения проблемы стабилизации транспортирования материалов. [2]

Первое — это пуллер (тянущий ролик), установленный непосредственно за прижимной лапкой — модель 948/51. Пуллер имеет два управляемых привода — шаговый двигатель вращения и линейный привод вертикального перемещения. Привод вращения ролика программируется с пульта управления по углу поворота каждого шага, что должно быть согласовано с установленной на машине длиной стежка. Синхронизация вращения главного вала машины и привода пуллера производится электронными средствами, автоматически учитывая изменение частоты вращения главного вала. Привод вертикального перемещения управляет давлением ролика на материал, его подъемом и опусканием, позволяет поднимать ролик в фиксированное промежуточное положение для перехода через поперечные швы, для поворота материала вокруг иглы при останове и пр.

Второе средство — это система SRP, то есть электронное управление давлением прижимной лапки в зависимости от частоты вращения главного вала. Известно, что для получения швов с наименьшим стягиванием и посадкой на швейных машинах устанавливаются по возможности наиболее низкое давление прижимной лапки. Однако, при увеличении скорости шитья проявляется эффект динамического «зависания» лапки за счет ударной нагрузки подошвы лапки со стороны рейки. Это приводит к снижению давления лапки ниже допустимого и, в итоге, не обеспечивается нормальный процесс перемещения полуфабриката. Малейшая задержка полуфабриката рукой работницы вызывает искривление строчки. Если же, наоборот, установить сразу повышенное давление лапки, то на низких частотах вращения главного вала увеличивается стягивание и посадка материалов.

Для решения этой задачи фирма «PFAFF» установила на стержень держателя лапки линейный привод, который прямо пропорционально увеличивает давление прижимной лапки в зависимости от частоты вращения главного вала швейной машины. Коэффициент пропорциональности программируется с пульта управления. Это позволяет получить высококачественную строчку на любой скорости шитья. При работе на машине сразу чувствуется как при увеличении скорости шитья увеличивается и усилие перемещения материала. Теперь уже случайное торможение полуфабриката не приводит к искажению строчки.

Известно, что пределы увеличения производительности швейных машин за счет повышения скоростных режимов шитья достигнуты еще двадцать лет назад. К настоящему времени остался только один путь повышения производительности оборудования — совершенствование его автоматизации.

В автоматизированных швейных машинах электронные системы управления применяются давно. Отработаны их функции и общие возможности. Прогресс в этой области сводится к полному вытеснению приводов с электромагнитными муфтами с заменой на приводы переменного тока с тиристорным управлением, а также к применению встроенных агрегатов.

Приводы с тиристорным управлением позволили существенно снизить их габариты, что открыло возможность встраивать приводы непосредственно в шьющие головки. При этом не требуется клиноремная передача, повышается приемистость привода, точность останова, снижается вибрация, исключается проскальзывание, потери мощности. Это позволяет снизить мощность применяемых приводов и сэкономить электроэнергию.

Встроенные приводы применяются в 1153–8\31–900\24–910\06–911\37 «PFAFF» и аналогичных ма-

шинах ряда 1181, а также в машинах рядов DDL-9000 и DLN-9010 «JUKI». [3] Расширилась область применения микропроцессорных систем управления в швейном оборудовании. Теперь практически все функции швейной машины контролируются такими системами, а это открывает возможности полностью программировать всю технологическую операцию: количество стежков на каждом участке строчки, скоростной режим по участкам, комбинировать контроль количества стежков с контролем по сигналам датчиков края материала.

Литература:

1. Олимов, К. Т., Узакова Л. П. Швейные машины. Учебное пособие для профессиональных колледжей. Узинкомцентр. 2005 г.
2. Швейные машины фирмы «Джуки». Руководство для инженеров. Токио. 1999. 10. Printed in Japan.
3. Twin needle locktich machine with bottom feed, needle feed and alternating foot top feed. Printed in Germany. D/GB/S4.08/96.

Изыскание возможностей снижения уровней вибрации в промышленных швейных машинах

Узакова Лайло Палвановна, кандидат педагогических наук, доцент;
Файзиев Сироджиддин Хаёт угли, магистрант;
Мухаммедова Мадинабону, магистрант
Бухарский инженерно-технологический институт (Узбекистан)

Вибрация машин может приводить к разладке механизмов, преждевременному износу и разрушению деталей, к снижению надежности машин и в ряде случаев к нарушению технологического процесса.

Проблема борьбы с шумом и вибрацией в легкой промышленности осложняется из-за наличия большого количества работающих машин в цехах, она включает в себя целый комплекс мер.

Путем совершенствования конструкции привода исполнительных механизмов швейных машин для улучшения условий работы операторов в швейном производстве является изыскание возможностей снижения уровней вибрации и шума промышленных швейных машин.

Для решения данной проблемы потребуется решать следующие задачи:

- математическое моделирование кинематики исполнительных механизмов швейной машины с возможными вариантами привода узла вертикального перемещения зубчатых реек;
- определения функций кинематического возмущения цепей привода;
- разработки динамической модели механизма перемещения материала; определения ее параметров и математического моделирования собственных и вынужденных колебаний механизма;
- разработки и обоснования динамической модели привода исполнительных механизмов швейной машины;

— математическое моделирование собственных и вынужденных колебаний в приводе исполнительных механизмов;

При решении поставленных выше задач используются методы теории механизмов и машин и теории дифференциальных уравнений в обыкновенных и частных производных.

Разработанное математическое обеспечение для решения задач виброакустического анализа механизмов швейных машин в совокупности составляет методическую и научную базу для проектирования и модернизации привода исполнительных механизмов производственных швейных машин.

Большинство исследований, посвященных проблемам шума и вибрации машин, содержит разделы, отражающие методы и средства их снижения. Виброизоляция достигается путем уменьшения коэффициента прохождения акустической энергии при введении упругих виброизолирующих прокладок, акустических мостиков на путях распространения структурного шума от корпуса швейной машины к рабочему столу.

В настоящее время в швейных машинах широко применяются различные виброизолирующие материалы: губчатые резины, губчатый каучук, пенопласт, поролон, войлок волосяной, картон и др.

Предложенная математическая модель системы виброизоляции швейной машины позволяет методом на-

чальных параметров в матричной форме определять ее виброизолирующий эффект в децибелах и динамические характеристики. Предлагается установить головки машины на виброизоляторы из резины ВП (ТУ 38–105376–72) марок 4926 и крепить электродвигатель посредством втулок из резины 4947. Приведенные экспериментальные данные показывают, что применение этих резиновых виброизоляторов на производственной швейной машине 1022М класса дали уменьшение локальной вибрации стола швейной машины в диапазоне частот 8–1000 Гц до значений ниже нормативных.

Кроме того предлагается амортизатор, устанавливающийся под ножками стола швейной машины. Амортизатор включает в себя корпус прямоугольной формы размеров 1,25x0,6 м. Такой размер обеспечивает установку всех четырех ножек на один амортизатор. В корпусе должен быть помещён пористый пеноматериал плотностью 40 кг/м. На пеноматериал укладывается лист материала из прессованного дерева толщиной 2,5 см.

Метод вибропоглощения заключается в нанесении на вибрирующие металлические поверхности специальных материалов с большими внутренними потерями колебательной энергии. В результате этого увеличивается коэффициент её потерь, подавляются резонансные колебания конструкции, уменьшается передача звуковой энергии от места возбуждения к месту излучения.

Если использовать в комплекте со швейной машиной набор крышек, изготовленных из многослойных материалов, физико-химические характеристики которых обеспечивают защитные свойства — позволяют изолировать оператора от вредных шумовых воздействий. Крышки имеют различную конфигурацию и крепятся с использованием шарнирных петель к поверхности рабочего стола машины. В предлагаемом наборе имеется, например, крышка, закрывающая зону перемещения иглы швейной машины. Эта крышка имеет нижнюю часть с фигурным вырезом, обеспечивающим возможность обслуживания машины, и верхнюю часть, заполненную шумопоглощающим прокладочным материалом. Крышки снабжены полостями, предназначенными для эффективного отвода тепла, которые выделяется при работе швейной машины.

Важным условием получения качественной строчки на швейной машине с реечным механизмом транспортирования ткани является постоянство и надежность контакта рейки с тканью во время транспортирования.

Исходя из требований технологического характера, требуемая траектория движения рейки состоит из следующих участков:

— ейка поднимается вертикально над уровнем игольной пластины и зажимает материалы между зубцами и нижней плоскостью прижимной лапки. Этот участок соответствует перемещению зафиксированных материалов рейкой на заданную величину. Рейка движется параллельно поверхности игольной пластины требуемом направлении перемещения материалов. Рейка опускается вертикально. На участке холостого хода два варианта дви-

жения рейки: 1) рейка движется по траектории, являющейся зеркальным отображением траектории; 2) рейка движется по произвольной траектории.

Трехцентровые кулачки используются в приводе механизмов швейных машин для обеспечения движения их рабочих органов с выстоями в крайних положениях: движение толкателя происходит по циклограмме «прямой ход — выстой — обратный ход — выстой». Достоинство этих кулачков заключается в том, что они позволяют выполнить толкатель в форме вилки, исключая необходимость использования для геометрического замыкания контркулачков.

Задача проектирования таких кулачков отличается от задачи проектирования, например, кулачков применяемых в ткацких станках (батанные, зверообразовательные механизмы): после определения соотношений между радиусами кривизны участков профиля возникает необходимость расчета кинематических функций толкателя по геометрическим параметрам кулачка.

Полученные зависимости показывают, что движение толкателя осуществляются с мягким ударом, то есть механизм в некоторой области частот вращения кулачка может быть источником повышенной вибрации и шума, излучаемого машиной, которой он используется. Скачок в аналоге углового ускорения толкателя в основном определяется отношением разницы радиусов кривизны участков профиля к расстоянию между осями вращения кулачка и толкателя.

В результате был синтезирован новый механизм транспортирования ткани в габаритах аналогичного механизма транспортирования ткани швейной машины, с заданными технологическими и конструктивными параметрами, с прямолинейным и практически параллельным игольной пластине участком движения среднего зуба зубчатой рейки.

Наибольшие амплитуды скоростей и соответственно излучаемого шума имеют собственные колебания, возбуждаемые на частоте 1023 Гц. Значимы также колебания на частотах 2632 Гц, 2024 Гц и 959 Гц. На данных частотах амплитуды сопровождающих колебаний выше амплитуд колебаний, возбуждаемых начальным возмущением. На частоте 1023 Гц наибольшую амплитуду скорости имеет П-ой пролет листовой пружины, на частотах 2632 Гц и 2024 Гц — 1-й пролет, на частоте 959 Гц — зубчатая рейка.

Амплитуды скоростей колебаний, возбуждаемых начальным возмущением, не зависят от частоты вращения главного вала машины, а зависят от силы P_0 начального давления лапки на стачиваемый материал. Наоборот, амплитуды сопровождающих колебаний в соответствие зависят от частоты кинематического возмущения и не зависят от силы.

Для определения влияния конкретных параметров на уровень виброскоростей системы варьировались моменты инерции масс, коэффициенты жесткости участков вала и ременных передач, число оборотов главного вала и усилие нажимной лапки.

Амплитуды виброскоростей сопровождающих колебаний, вызываемых силой сопротивления нажимной лапки, в октавных полосах 500... 2000 Гц несущественны. В этих же полосах несущественны все колебания шкива моделирующего инерционные свойства ротора электродвигателя.

Механизм движения иглы имеет наибольшие амплитуды виброскоростей: сопровождающих колебаний, вызванных переменным приведенным моментом инерции на 3-ей частоте; сопровождающих колебаний, вызванных сопротивлением нажимной лапки — на 1-ой частоте; соб-

ственных колебаний, вызванных начальным возмущением — на 2-й частоте.

Увеличение частоты вращения главного вала ведет к резкому увеличению амплитуд виброскоростей, вызванных изменением приведенных моментов инерции масс звеньев и начальными условиями вследствие периодичности процесса. При 1(к) снижении частоты возмущения увеличиваются амплитуды виброскоростей сопровождающих колебаний, вызываемых силой сопротивления нажимной лапки.

Современные методы и средства снижения вибрации и шума в промышленных швейных машинах

Узакова Лайло Палвановна, доцент;
Файзиев Сироджиддин Хаёт угли, магистрант;
Мухаммедова Мадинабону, магистрант;
Бухарский инженерно-технологический институт (Узбекистан)

Уровни виброактивности и звукоизлучения является одним из показателей конкурентоспособности как действующего, так и проектируемого промышленного оборудования.

Большинство исследований, посвященных проблемам шума и вибрации машин, отражающие методы и средства их снижения следует отметить работы А. И. Шукина, Чойдон Уранбилгээ, С. П. Кириллова, Е. А. Маракушева и др. Их анализ позволяет выделить следующие направления работ по снижению вибрации и шума швейного оборудования: подавление шума и вибрации в источнике их возникновения, с целью чего используются конструктивные, технологические и другие решения; уменьшение потока вибрационной энергии на пути ее прохождения вблизи источников, заключающееся во всесторонней виброизоляции и звукоизоляции; применение средств вибродемпфирования и звукопоглощения.

Высокоскоростные швейные машины являются достаточно мощным источником шума и вибрации. Швейное производство отличается монотонностью операций, их частой повторяемостью, что способствует утомляемости оператора. В то же время работа на швейных машинах требует повышенного внимания. Исследования показали, что вибрация и шум ухудшают условия и качество труда. Принятые нормы шума на рабочем месте, равные 80...95 дБ, в настоящее время уже не удовлетворяют современным санитарно — гигиеническим требованиям и нуждаются в пересмотре в сторону снижения. Таким образом, производство выдвинуло задачу максимального снижения интенсивности вибрации и шума. Исследования показывают, что эффективность мероприятий по снижению механического шума действующего оборудования весьма ограничена и обусловлена возможностью конструктивных изменений его узлов, поэтому снижения

механического шума машин следует добиваться, на стадии их проектирования. Поэтому без создания соответствующих динамических и математических моделей позволяющего дать анализ разрабатываемой конструкции, достижение цели не представляется возможным.

Для достижения цели мы сначала проводили кинематический, конструктивный и кинетостатический анализ динамической модели механизма перемещения материала, определяя ее параметров и математического моделирования собственных и вынужденных колебаний механизма. Динамическое исследование привода исполнительных механизмов швейной машины на базе 1022 класса, включающее определение спектра частот возбуждаемых крутильных колебаний, составляющих амплитуд виброперемещений и виброскоростей элементов привода, оценку виброактивности возможных вариантов исполнения привода по критерию кинетической энергии. Проведенные нами кинематическое, конструктивное и кинетостатическое, а также динамическое анализы дали обеспечение для решения задач виброакустического анализа механизмов в совокупности которого составляет методическую базу для проектирования и модернизации привода исполнительных механизмов промышленных швейных машин.

Виброизоляция достигается путем уменьшения коэффициента прохождения акустической энергии при введении упругих виброизолирующих прокладок, акустических мостиков на путях распространения структурного шума от корпуса швейной машины к рабочему столу. В настоящее время в швейных машинах широко применяются различные виброизолирующие материалы: губчатые резины, губчатый каучук, пенопласт, поролон, войлок волосяной, картон и др. При исследовании виброизоляции корпуса промышленных швейных машин от промышленного стола, выполненная из мягкой резины, при-

водит к снижению шума на низких частотах на 10...20 дБ. Приведенные экспериментальные данные показывают, что применение этих резиновых виброизоляторов на машине 1022 класса дали уменьшение локальной вибрации стола швейной машины в диапазоне частот 8—1000 Гц до значений ниже нормативных. Кроме этого предлагается амортизатор, устанавливаемый под ножками стола швейной машины. Амортизатор включает в себя корпус прямоугольной формы размеров 1,25x0,6 м. Такой размер обеспечивает установку всех четырех ножек на один амортизатор. В корпусе помещается пористый материал плотностью 50 кг/м. На пористый материал укладывается лист материала из прессованного дерева толщиной 3 см. Метод вибропоглощения заключается в нанесении на вибрирующие металлические поверхности специальных материалов с большими внутренними потерями колебательной энергии. В результате этого увеличивается коэффициент её потерь, подавляются резонансные колебания конструкции, уменьшается передача звуковой энергии от места возбуждения к месту излучения.

Важным условием получения качественной строчки на швейной машине с реечным механизмом транспортирования ткани является постоянство и надежность контакта рейки с тканью во время транспортирования. К устройствам перемещения материала на швейной машине и может быть использована при конструировании кулачковых механизмов в других областях промышленности. Устройство позволяет снизить контактные напряжения и обеспечить плавность хода механизма передвижения ткани. Для этого в механизме перемещения материала швейной машин, содержащем рейку, кинематически соединенную с трехцентровым кулачком главного вала посредством вилки-рычага, коромысла вала продвижения, тяги и кривошипа, в вилке-рычаге установлен сухарь с отверстием эллипсовидной формы, в котором расположен трехцентровый кулачок. Механизм перемещения материала швейной машины содержит зубчатую рейку, жестко закрепленную на вилке-рычаге. В вилке-рычаге, шарнирно соединенном с коромыслом, закрепленным на валу продвижения, установлен сухарь с эллипсовидным отверстием в виде оживального цилиндра. В сухаре расположен трехцентровый кулачок, жестко закрепленный на главном валу. Коромысло связано с главным валом посредством шатуна и кривошипа через вращательные кинематические пары В и А.

Механизм перемещения материала в швейной машине работает следующим образом: при вращении главного вала с трехцентровым кулачком, сухарь совершает возвратно-поступательное движение относительно вилки-рычага и приводит ее в возвратно-качательное движение относительно коромысла, перемещая рейку

в вертикальном направлении. Коромысло приводится в движение посредством шатуна и кривошипа 8, перемещающая вилку с рейкой в горизонтальном направлении.

Подбор оптимальных параметров осуществляется в соответствии с классом машины и требуемых величин отклонения рычагов, исходя из следующих ограничений: радиусы профиля оживального цилиндра должны соответствовать большим радиусам профиля трехцентрового кулачка. Исходя из требований технологического характера, требуемая траектория движения рейки состоит из следующих участков. Рейка из точки а поднимается вертикально над уровнем игольной пластины Н-Н до точки b и зажимает материалы между зубцами и нижней плоскостью прижимной лапки. Участок b-d соответствует перемещению зафиксированных материалов рейкой на заданную величину. Рейка движется параллельно поверхности игольной пластины из точки Ъ до точки iv требуемом направлении перемещения материалов. Рейка опускается вертикально из точки d до точки e. На участке холостого хода два варианта движения рейки:

— рейка движется по траектории, являющейся зеркальным отображением траектории на участке a-b-d-e;

— рейка движется по произвольной траектории. Нами исследовалась возможность обеспечения требуемой траектории рейки во время рабочего хода путем применения трехцентрового кулачка взамен эксцентрика в цепи подъема в базовом механизме.

Указанная задача рассматривается на примере механизма транспортирования ткани швейных машин 1022 класса с челночным переплетением. В данной машине мы предлагаем заменить кривошип с трехцентровым кулачком с качающейся вилкой.

Трехцентровые кулачки используются в приводе механизмов швейных машин для обеспечения движения их рабочих органов с выстоями в крайних положениях: движение толкателя происходит по циклограмме «прямой ход — выстой — обратный ход — выстой». Достоинство этих кулачков заключается в том, что они позволяют выполнить толкатель в форме вилки. Полученные результаты показывают, что движение толкателя осуществляется с мягким ударом, то есть механизм в некоторой области частот вращения кулачка может быть источником повышенной вибрации и шума, излучаемого машиной, которой он используется. В результате исследований был синтезирован новый механизм транспортирования ткани в габаритах аналогичного механизма транспортирования ткани швейной машины базы 1022 класса, с заданными технологическими и конструктивными параметрами, с прямолинейным и практически параллельным игольной пластине участком движения среднего зуба Т зубчатой рейки.

К вопросу переработки отходов полимерной упаковки

Фёдорова Юлия Сергеевна, студент;

Ивановский Сергей Константинович, студент;

Лыгина Елена Геннадьевна, студент

Магнитогорский государственный технический университет имени Г. И. Носова (Челябинская область)

Среди современных проблем, стоящих перед мировым сообществом, наиболее актуальной является проблема ухудшения качества среды обитания человека. Она носит глобальный характер и связана, прежде всего, с устойчивым ростом промышленного производства, который сопровождается увеличением количества твердых бытовых и промышленных отходов.

Суммарный объем отходов в РФ ежегодно составляет около 2,5 млрд. тонн. В жилищно-коммунальном хозяйстве образуются твердо-бытовые отходы, в среднем, 350–450 кг на человека в год. Полимерные отходы занимают одно из первых мест в составе твердо — бытовых отходов, по объему образования отходов они уступают отходам из бумаги и картона, но по ежегодному приросту опережают на 4 %.

Высокая стойкость полимерных отходов к внешней среде и постоянно уменьшающиеся ресурсы традиционного сырья, в частности, снижение запасов и повышение стоимости нефти и газа, вынуждают к повторному использованию полимерных отходов. Правильное обращение с отходами может обеспечить прирост валового национального дохода не менее чем на 15 %.

Выделяют три вида полимерных отходов: отходы синтеза полимеров, отходы переработки полимерных материалов в изделия, отходы потребления. Охарактеризуем кратко каждую группу отходов.

Отходы синтеза полимеров, которые образуются при осуществлении процессов синтеза полимеров: низкомолекулярные фракции полимеров, отходы в виде слитков, выливов, отходов чистки аппаратов; эти отходы могут быть модифицированы и использованы как вторичное полимерное сырьё для производства изделий с невысоким уровнем требований к свойствам материала или для специальных целей.

Отходы переработки полимерных материалов в изделия: бракованные изделия, литниковые системы, слитки из смесей полимеров, образующиеся при чистке аппаратов и другие технологические отходы, которые после измельчения используют как добавку к основному материалу для тех же изделий.

Отходы потребления — изношенные изделия, утратившие свои потребительские свойства вследствие физического или морального износа (упаковка, транспортная тара, предметы домашнего обихода, детали машин, приборов и др.). Отходы потребления составляют около 85 % всех полимерных отходов и по своему объему приближаются к объему выпуска полимерных материалов; состав и свойства полимерных отходов по-

требления, как правило, случайны, их предыстория неизвестна [1, 2].

По мере накопления отходов возникает проблема их переработки. Существует несколько способов переработки полимерных отходов.

Сжигание в потоке твердо — бытовых отходов. При сжигании на свалках, во дворах, на мусоросжигательных заводах в атмосферу выделяются такие ядовитые продукты, как фтористый и хлористый водород, фосген, цианистые соединения, а также диоксинсодержащие соединения, обладающие канцерогенными действиями. Помимо этого, теряется дорогостоящий полимер.

Захоронение с твердо — бытовыми отходами. Закапывание в землю отходов требует все больше площадей и свалок. Продукты деструкции отходов разносятся, в основном, грунтовыми водами. Число свалок непрерывно растет. Создание специальных полигонов для захоронения отходов требует огромных затрат, поэтому полимерные отходы являются источником длительного загрязнения окружающей среды.

Сжигание полимерных отходов с целью получения энергии. Чаще всего тепло, выделяющееся при сжигании, используют для получения пара и электроэнергии. Однако калорийность сжигаемого сырья невелика, поэтому установки для сжигания, как правило, являются экономически малоэффективными.

Пиролиз полимерных отходов при температурах 800–1000°C позволяет получить высококалорийное топливо (технический углерод), сырье и полупродукты, используемые в различных технологических процессах, а также мономеры, применяемые для синтеза полимеров. Образующиеся в процессе пиролиза низкомолекулярные предельные углеводороды подвергаются последующему крекингу с целью увеличения выхода непредельных соединений, используемых при синтезе полиолефинов [4].

Повторное использование: возвращение в производственный цикл упаковки после сбора и обработки (мойки, сушки).

Самым эффективным способом утилизации отходов полимерных материалов является их вторичная переработка и создание на их основе композиционных материалов [3, 6]. Современное производство нельзя представить без использования полимерных композиционных материалов в изготовлении тары и упаковки, применяемой в различных отраслях промышленности [4].

Полимерные композиционные материалы — материалы на основе полимеров и наполнителей неорганической и органической природы. Создание композитов позволяет значительно расширить круг полимерных материалов. Физико-химическая модификация существующих полимеров, их комбинация с веществами иной природы, иной структуры — это один из перспективных путей создания материалов с новым необходимым комплексом свойств [5].

Использование различных смесей полимеров, добавок, наполнителей и способов их обработки, введение их в полимер как в процессе синтеза, так и при переработке позволяет получать полимерные композиционные материалы разной структуры, с требуемым набором эксплуатационных свойств. Поэтому при переработке пластмасс необходимо знать свойства исходного полимерного сырья, добавок, способы их подготовки перед введением в полимер, влияние параметров переработки и разного вида пластмассоперерабатывающего оборудования на технологические и эксплуатационные свойства материалов, условия применения.

Перечислим современные композиции, содержащие вторичное полимерное сырье.

Композиционный материал с отработанными отходами от компакт-дисков из поликарбоната. Смесь полиэтилентерефталата с 10–50 % поликарбоната обладает повышенными термостойкостью и сопротивлением ударным нагрузкам, лучшей перерабатываемостью на технологическом оборудовании.

Соотношение полиэтилена низкого давления к вторичному полиэтилентерефталату от 5 до 10 %. При введении полиэтилена низкого давления эксплуатационные характеристики смесей (разрушающее напряжение при растяжении, прочность при статическом изгибе, модуль упругости при растяжении, ударная вязкость) по сравнению с вторичным полиэтилентерефталатом увеличивается в 1,5–2 раза, причем наилучшими свойствами обладает композиция с содержанием полиэтилена низкого давления 10 %. Такие смеси обладают улучшенными литьевыми свойствами по сравнению с чистым полиэтилентерефталатом [7].

Введение полиамидов в полиэтилентерефталат оказывает пластифицирующее действие: смеси полиэтилентерефталата с полиамидом — 6 с добавкой функционализированного кислотой или глицидиловым эфиром полиолефина.

Частичная замена полиэтилентерефталата полибутилентерефталатом (этиленгликольная группа заменена на бутиленгликольную). Это влечет некоторое изменение свойств, в частности, снижение температур стеклования и плавления, уменьшение полярности и увеличение эластичности [4].

Смеси полиэтилентерефталата с полиэтиленнафталятом (ПЭН) обладают лучшими барьерными свойствами по сравнению с полиэтилентерефталатом. Полиэтиленнафталят — более дорогой материал, но он

медленнее кристаллизуется и имеет менее выраженные эффекты старения [4, 7].

Грануляция смеси полиэтилентерефталата с 1–50 % совмещающихся с ним сополимеров этилена с акриловой или метакриловой кислотой позволяет получить материал с пониженной степенью кристалличности и ударной вязкостью, в 1,5–2 раза превышающей ударную вязкость исходного полиэтилентерефталата. Аналогичный эффект даст введение сшитого полиэтилена, полипропилена или их сополимеров.

Композиционный материал на основе полиэтилентерефталатных хлопьев, стекловолокна и различных аддитивов найдет применение в электротехнике, машино- и автомобилестроении, а также и в других отраслях, где требуются инженерно-технические полимеры с высокими физико-механическими и электрическими свойствами.

Из смеси отходов полиэтилентерефталата и поливинилхлорида без сушки получают листы или пленки.

Композиция полиэтилентерефталата с полимерным наполнителем (сферическими частицами полистирола и ударопрочного полистирола, полипропилена, добавками АБС — пластика пиротелитового диангидрида) используется в полиграфической, строительной, легкой промышленности для создания шероховатых пленок, листов, волокон, шпагатов.

Композиция, состоящая из 80 % полипропилена и 20 % талька, применяется в производстве товаров народного потребления, бытовой химии. Композиции обладают повышенной ударопрочностью при сохранении модуля упругости и увеличенной теплостойкостью [3, 8].

Композиции полипропилена, наполненного мелом, стеклом, применяют в электротехнической, химической промышленности, автомобилестроении, сельскохозяйственном машиностроении. Введение в полиэтилен органических перекисей (дикумила) с последующей вулканизацией приводит к образованию поперечных связей, переводящих его из термопластичного состояния в терморезистивное. В этом состоянии полиэтилен не плавится при повышении температуры и не растрескивается под влиянием различных сред.

Клеевые композиции на основе полиэтилена и атактического полипропилена, содержащие добавку полярных веществ, например, малеинового ангидрида и (или) капролактама. Введение в полиэтилен атактического полипропилена и полярного вещества дает возможность получить клей с хорошими адгезионными свойствами и относительно низкой температурой склеивания.

Таким образом, наиболее перспективным направлением является создание полимерных композиционных материалов, содержащих вторичные полиэтилентерефталат и полиэтилен или вторичные полиэтилентерефталат и полипропилен, что подтверждается результатами экспериментальной работы, проводимой на кафедре химии Магнитогорского государственного технического университета творческим коллективом преподавателей и студентов.

Литература:

1. Вторичная переработка пластмасс / Ф. Ла Мантия (ред.); пер. с англ. Под ред. Г. Е. Заикова — СПб.: Профессия, 2006. — 400 стр., ил. — ISBN 5–93913–116–6
2. Вторичное использование полимерных материалов. — М.: Химия, 1985.
3. Ершова, О. В., Чупрова Л. В., Муллина Э. Р., Мишурина О. В. Исследование зависимости свойств древесно-полимерных композитов от химического состава матрицы // Современные проблемы науки и образования. — 2014. — №2; URL: www.science-education.ru/116–12363 (дата обращения: 20.10.2014).
4. Заякин, с. Вторичная переработка полимеров [Электронный ресурс]: статья / с. Заякин. — Режим доступа: <http://tehnoplast.ru>
5. Ивановский, С. К., Гукова В. А., Ершова О. В. Исследование свойств вспененных композитов на основе вторичных полиолефинов и золы уноса // В сборнике: Тенденции формирования науки нового времени Сборник статей Международной научно-практической конференции: В 4 частях. отв. редактор А. А. Сукиасян. г. Уфа, республика Башкортостан, 2014. с. 18–24.
6. Чупрова, Л. В., Муллина Э. Р. Технологические особенности производства упаковки из вторичного полиэтилентерефталата (ПЭТ) // Молодой учёный. — 2013. — №5. — с. 123–125.
7. Чупрова, Л. В., Муллина Э. Р., Мишурина О. В., Ершова О. В. Исследование возможности получения композиционных материалов на основе вторичных полимеров // Современные проблемы науки и образования. — 2014. — №4; URL: www.science-education.ru/118–14200 (дата обращения: 20.10.2014).
8. Gukova, V. A., Ershova O. V. The development of composite materials based on recycled polypropylene and industrial mineral wastes and study their operational properties// В сборнике: European Conference on Innovations in Technical and Natural Sciences Vienna, 2014. с. 144–151.

Разработка фильтров летательных аппаратов с учетом современных требований к созданию изделий для авиационной техники

Харисова Гульшат Равильевна, магистрант
Московский физико-технологический институт

Вуколов Александр Владимирович, главный конструктор;
Гарипов Артур Альбертович, кандидат технических наук, ведущий инженер
Обособленное подразделение Центра проектирования ОАО «Авиационное оборудование» (г. Уфа)

Гидродинамика процесса течения жидкости в фильтрующем материале фильтроэлемента объёмной фильтрации. Применение методов компьютерного моделирования при проектировании фильтроэлементов и фильтров позволяет значительно ускорить, удешевить процесс создания нового фильтра и получить промежуточные и конечные результаты разработки фильтров до момента изготовления опытного образца и его испытания.

Ключевые слова: система фильтрации, фильтрующий материал, фильтр, фильтроэлемент, объёмное фильтрование, компьютерное моделирование.

Сегодня при разработке АТ на первый план выходит сокращение сроков разработки и освоения производства нового продукта. Требование по сокращению сроков разработки весьма актуально, цикл разработки ведёт к удорожанию проекта в целом.

Как известно, стоимость корректировки на этапе производства, а тем более на этапе эксплуатации изделия получается на два порядка дороже, чем на этапе проектирования. При проектировании техники в мировой практике давно наблюдается тенденция перехода от лабораторных исследований с применением дорогостоящих контрольно-измерительных приборов, к созданию

компьютерной модели, наложению необходимых физических ограничений, параметров и получению готового результата.

При проектировании фильтров для авиационной техники работы по созданию компьютерной модели можно разделить на три этапа: моделирование течения жидкости через поверхность фильтрующего материала, моделирование процессов движения жидкости в собранном фильтроэлементе, и моделирование в целом процессов происходящих в фильтре при прохождении жидкости. Важным является первый этап — компьютерное моделирование течения рабочей жидкости в фильтрующем материале.

Рассмотрим возможность моделирования процессов течения жидкости при прохождении через фильтрующую поверхность с целью повышения эффективности процесса разработки на начальных этапах проектирования фильтров и фильтроэлементов гидравлических, топливных и др. систем летательных аппаратов.

Одной из важнейших систем жизнеобеспечения летательного аппарата является система фильтрации гидравлических систем самолета (топливных, гидравлических и масляных систем). Эксплуатация самолётов на больших высотах и с высокими скоростями полётов приводит к периодическому охлаждению и нагреву топлив, что интенсифицирует процессы их загрязнения. Увеличение ресурсов авиационных двигателей, использование рабочих жидкостей с применением различных поверхностно-активных присадок увеличивает склонность рабочей среды к образованию загрязнений и ухудшает эффективность их очистки. Проблема очистки в топливной системе современных летательных аппаратов приобрела особую актуальность в связи с ужесточением требований безопасности. Порядка 80 % поломок в различного рода механизмах, где имеется гидрооборудование, связаны с чистотой рабочего тела.

Эффективная система фильтрации рабочих жидкостей авиадвигателей и систем летательных аппаратов необходима для предотвращения их преждевременного износа и возможных отказов, вызванных циркулирующей частиц загрязнений.

Несмотря на широкое использование фильтров в авиационной технике, в настоящее время отсутствует комплексное исследование проблем проектирования, разработки и доводки фильтров в целом и перспективных фильтров объемной очистки, в частности. Это связано, прежде всего, со сложным характером физических процессов, протекающих в современных высоконапорных фильтрах тонкой очистки. Все разработки фильтроэлементов с объемным принципом фильтрации основаны лишь на экспериментальной отработке и не имеют теоретического описания. Решение вопросов улучшения качества проектных работ, сокращения сроков разработки новых типов и конструкций фильтров с характеристиками,

удовлетворяющими растущим требованиям со стороны электрогидравлической системы управления ЛА, сдерживается, так как теория, методы проектирования и расчета современных гидромеханических устройств очистки и подготовки рабочей жидкости не приобрели еще законченного научного и инженерного уровня.

На сегодняшний день перспективными разработками в области фильтрации рабочих жидкостей является создание фильтроэлементов объемного фильтрования с повышенной грязеемкостью и прочностью к воздействию перепада давления.

Известно, что обеспечение заданного перепада давлений на фильтроэлементе, в том числе засоренном, является достаточно сложной задачей. Для снижения сопротивления и поддержания работоспособности системы необходимо резко увеличивать фильтрующую поверхность при одновременном сохранении габаритов фильтра.

Для решения поставленной задачи создаются фильтрующие элементы с эффектом объемного фильтрования — частицы загрязнения в данном случае задерживаются в глубине фильтроэлемента. Далее они поступают в сквозные или тупиковые каналы и, в зависимости от извилистости и размеров каналов, задерживаются в толще фильтроэлемента.

При определенном сложении фильтрующего материала получается фильтроэлемент, у которого при заданных габаритах обеспечивается максимальное заполнение всего объема элемента сложной плотноупакованной объемной фильтрующей структурой (рис. 1). Предложенные фильтрующие элементы и технология их изготовления позволяют получать практически неограниченную рабочую поверхность и создать режим объемной фильтрации. Это существенно повышает грязеемкость, прочностные характеристики, а, следовательно, и ресурс работы фильтроэлемента. Сложная объемная ячеистая структура предложенных элементов усиливает свойства объемной фильтрации, так как при любом направлении потока среда проходит через фильтрующий материал.

Заметной эта особенность становится при относительно небольшом сопротивлении фильтрующего материала — оно приводит к завихрению и рассеиванию на

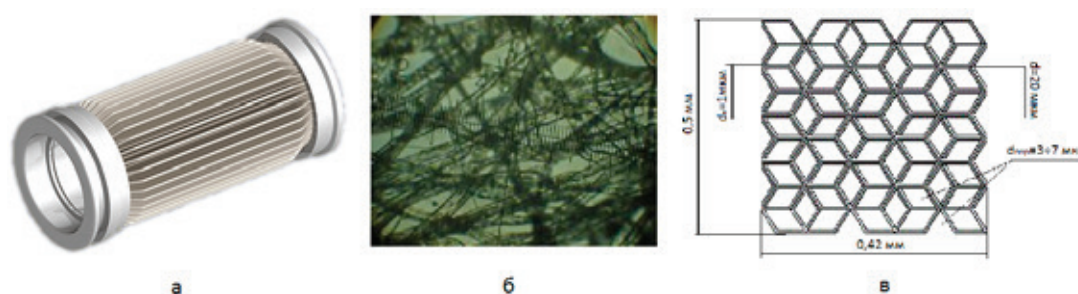


Рис. 1. Фильтр с объемной фильтрующей структурой: а — внешний вид фильтроэлемента; б — структура объемного фильтрующего материала под микроскопом; в — твердотельная модель структуры объемного фильтрующего материала

элементарные потоки в области соприкосновения соседних слоев материала, их перемешиванию и эффективному выделению загрязнений за счет центробежных сил.

В целях оптимизации систем фильтрации рабочих жидкостей проводится комплекс работ по изучению процессов фильтрации. Начальным этапом работ являлось изучение характера движения жидкости в фильтроэлементах. С помощью системы уравнений описания движения рабочей несжимаемой жидкости в форме Навье-Стокса, используемых в программном модуле COSMOSFloWorks, возможно с достаточной степенью адекватности решить данную задачу.

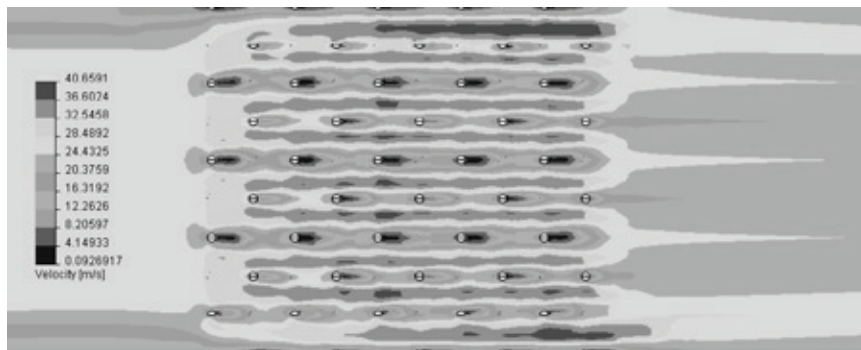
Проведенные экспериментальные исследования позволили определить концепцию численного моделирования фильтров объемной фильтрации, выбор алгоритмов расчета, начальные и граничные условия для решения математической модели фильтроэлемента. Компьютерное моделирование осуществлялось в пакете прикладных программ COSMOS Flow Works. В качестве расчетного фильтрующего материала фильтроэлемента объемного фильтрования выбран стекловолоконный материал типа БСА-Б1. В связи с тем, что структура фильтрующего материала достаточно сложна (рис. 1), при построении твердотельной модели были принято допущение, что ячейка слоя сетки имеет форму шестигран-

ника. Слой сетки фильтрующего материала будет иметь сотовый вид, представленный на рисунке 1, в. Фильтрующий пакет представляет собой 10 сотовых слоев материала, каждый из которых смещен друг относительно друга.

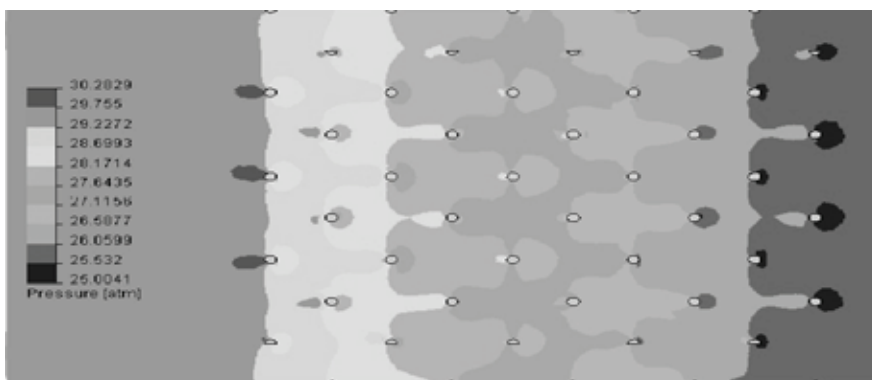
Результаты численного моделирования позволили визуализировать течение потоков рабочей жидкости по всему объему фильтрующего материала (рис. 2а) и построить картину распределения давления при прохождении жидкостью фильтрующего материала (рис. 2, б).

Из результатов расчета распределения скоростей при прохождении жидкости фильтрующего материала следует, что скорость течения жидкости увеличивается на 0,3 % при прохождении каждого из слоев фильтрующего материала. В объеме сетки поток жидкости развивает высокую скорость течения в сквозных каналах, а скорость за волокнами практически равна 0.

Распределение давления при прохождении жидкости фильтрующего материала показывает, что при прохождении жидкостью каждого из слоев фильтрующего материала давление понижается. Основная часть потерь давления происходит на первых слоя фильтрующего элемента, что свидетельствует о том, что они воспринимают большую часть нагрузки и подвержены большей деформации по сравнению с последующими слоями.



а



б

Рис. 2. Результаты компьютерного моделирования в пакете COSMOS Flow Works: а — распределение скоростей при прохождении жидкости фильтрующего материала; б — распределение давления при прохождении жидкости фильтрующего материала

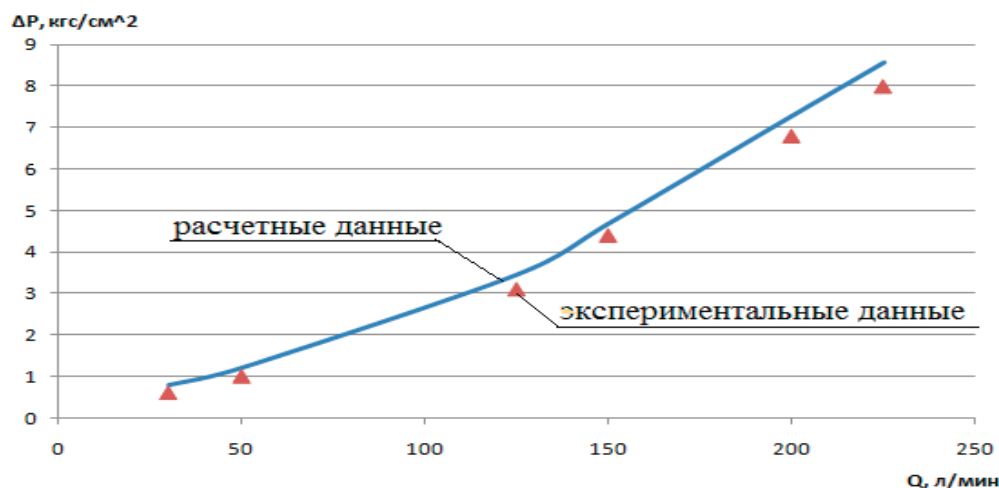


Рис. 3. Гидравлические характеристики фильтроэлемента

Измерения давления проводились на двух участках, первый участок — не пересекает волокна фильтрующего материала, второй — проходит через материал пересекая волокна. После увеличения скорости на первом слое участка, далее происходят незначительные (не более 9 %) пульсации скорости на каждом последующем слое. На втором участке измерений поток рабочей жидкости упирается в пересечения волокон, где скорость равна нулю, после прохождения пересечения волокон скорость при выходе из турбулентной зоны возрастает. В дальнейшем при движении жидкости вдоль фильтроэлемента значение её средней скорости от слоя к слою носит синусоидальный характер.

На рис. 3 приведены результаты численного моделирования и экспериментальных исследований фильтроэлемента с объёмным принципом фильтрации. Значения относительных погрешностей расчета, (т. е. отклонения расчетных данных от экспериментальных) составляет не более 7 %. Незначительное расхождение результатов можно объяснить тем фактором, что при моделировании не учитывался разброс размеров ячеек слоя фильтрующего материала в диапазоне от 3 до 10 мкм.

В результате численного моделирования фильтрующего материала типа БСА-Б1 с объёмным принципом фильтрации визуализировано течение потоков рабочей жидкости по всему объёму фильтрующего материала и построены картины распределения полей давления и скорости прохождения жидкостью фильтрующего материала.

Верификация процессов позволяет утверждать, что предварительные исследования в области численного

моделирования на базе пакета COSMOS Flow Works в первом приближении достаточно точно отражают процессы, происходящие в материале фильтроэлемента.

Моделирование в пакете прикладных программ COSMOSFloWorks позволяет получить качественные и количественные показатели течения рабочей жидкости в фильтроэлементах (поля распределения давления, скорости, векторов скоростей и линий тока). Картина распределения давления по поверхности фильтрующего материала служит фактором, определяющим прочностные характеристики фильтроэлемента.

Уже на следующем этапе моделирования при заданных расходных характеристиках через фильтр и допустимом перепаде давления на фильтроэlemente, математически определяется оптимальная площадь фильтрующей поверхности фильтроэлемента и соответственно геометрические размеры фильтра.

Исследования с применением методики численного эксперимента позволяет проанализировать характеристики фильтроэлементов на стадии проектирования и решать задачи оптимизации построения структуры фильтроэлемента и конструктивного облика фильтра в целом. Математическое моделирование для контроля и оценки проектных решений, создаваемых экспериментальных методик не только существенно улучшает качество проектных решений, но и резко сокращает стоимость создания экспериментальных установок и проведения с их помощью научных исследований.

Литература:

1. Алиев, Т. А. Экспериментальный анализ. — М: Высшая школа, 1991. — 272 с.
2. Альтшуль, А. Д., Краснов Н. С. К расчету влияния загрязнения на гидравлическое сопротивление сеток с квадратными ячейками. -
3. Алямовский, А. А. и др. SolidWorks. Компьютерное моделирование в инженерной практике / Алямовский А. А., Собачкин А. А., Обинцов Е. В., Харитонович А. И., Пономарев Н. Б. — СПб.: БХВ-Петербург, 2005. — 800 с.

4. Белянин, П. Н., Черненко Ж. С. Авиационные фильтры и очистители гидравлических систем. — М.: Машиностроение, 1964. — 295 с.
5. Газизов, Р. К., Лукашук, с. Ю., Соловьев, А. А. Основы компьютерного моделирования технических систем: учеб. пособие; — Уфа: УГАТУ, 2008. 143 с.
6. Грановский, В. А., Сирая Т. Н. Методы обработки экспериментальных данных при измерениях. — Л.: Энергоатомиздат, 1990. — 288 с.
7. Никитин, Г. А., Чирков С. В. Влияние загрязненности на надежность работы гидросистем летательных аппаратов. — М.: Транспорт, 1969. — 179 с.
8. Роганов, С. Г., Шутков Е.А. Расчет конструктивных параметров сетчатых фильтров масла и топлива. — Двигателестроение, 1983, №5, с.14–16.
9. Русак, А. М. Фильтрация рабочих жидкостей гидросистем: Методические указания. — Уфа: изд. УГАТУ им. Серго Орджоникидзе, 2004. — 29 с.
10. Хованский, О. М. О течении вязких жидкостей через фильтрационные сетки. — Изв. АН СССР отделение технических наук, 1958, №4, с.81–82.

Алгоритмы настройки для гибридной системы управления с запаздыванием

Шевко Денис Геннадьевич, кандидат технических наук, доцент

Многие производственные процессы как объекты управления характеризуются запаздыванием и априорной параметрической неопределенностью [1–12]. Построение систем управления для таких объектов весьма затруднительно, поскольку наличие запаздывания обычно порождает значительные проблемы. Кроме того, применение средств вычислительной техники приводит к тому, что цифровые алгоритмы управления в совокупности с непрерывными объектами делают замкнутые системы дискретно-непрерывными или гибридными [1–12].

В условиях априорной неопределенности задачу синтеза гибридной адаптивной системы управления (ГАСУ) с явной эталонной моделью для линейного объекта с запаздыванием по состоянию можно решить в рамках критерия гиперустойчивости [1, 2, 10], в соответствии с методикой, изложенной в работах [1, 10]. При этом, с целью расширения семейства алгоритмических структур контура адаптации, в процедуру синтеза систем управления вводится нелинейное преобразование фазовых координат [1, 9, 10]. Принципиальный момент, связанный с использованием нелинейных преобразований координат систем с последствием состоит в том, что способ их введения и обоснования отличается от ранее применяемых и носит, вообще говоря, хотя и строгий, но формальный характер. В частности, предлагаемый способ не позволяет для систем с любым типом запаздывания получить заранее гарантированный результат, например по повышению быстродействия контура адаптации. Однако, наряду с указанным недостатком, предлагаемый способ, во-первых, позволяет расширить класс возможных типов нелинейных преобразований фазовых координат, имеющих самостоятельное значение и, во-вторых, может представлять интерес для продолжения исследований в этой области, с целью получения новых теоретических результатов. Кроме того, в ряде случаев, что подтверждается и результатами имитационного моделирования [1, 3, 4, 10], с помощью нелинейных преобразований, удается существенно улучшить качественные показатели некоторых синтезированных систем адаптации.

Использование этого способа построения ГАСУ позволило синтезировать систему, основанную на следующей математической модели:

$$\frac{dx(t)}{dt} = A(\xi)x(t) + D(\xi)x(t - \tau) + b(\xi)u(t) + f_{\xi}(t), \quad x(\theta) = \phi(\theta), \quad \theta \in [-\tau; 0], \quad (1)$$

$$x(t) \in R^n, \quad u(t) \in R^1, \quad f_{\xi}(t) \in R^n,$$

$$\bar{x}_{k+1} = P_M \bar{x}_k + Q_M \bar{x}_{k-m} + d_M r_k, \quad \bar{x}_k \in R^n, \quad r_k \in R^1, \quad (2)$$

$$e_k = \bar{x}_k - x_k, \quad x_k = x(t_k), \quad z_k = g^T e_k \parallel e_k \parallel^q, \quad q = 0, 1, 2, \dots, \quad (3)$$

$$u_k = \chi_k r_k + c_{1,k}^T x_k + c_{2,k}^T x_{k-m}, \quad (4)$$

$$\chi_k = \chi_{k-1} + h_1 z_k r_k, \quad h_1 = \text{const} > 0, \quad (5)$$

$$c_{1,k} = c_{1,k-1} + H_2 z_k x_k, \quad H_2 = \text{diag} \{h_{2,j}\}, \quad h_{2,j} = \text{const} > 0, \quad j = \overline{1, n}, \quad (6)$$

$$c_{2,k} = c_{2,k-1} + H_3 z_k x_{k-m}, \quad H_3 = \text{diag} \{h_{3,i}\}, \quad h_{3,i} = \text{const} > 0, \quad i = \overline{1, n}, \quad (7)$$

$$u(t) = u_k \quad \text{при} \quad t_k \leq t < t_{k+1}, \quad (8)$$

где $x(t)$ — вектор состояния объекта управления; $u(t)$ — управляющее воздействие; $f(t)$ — возмущающее воздействие; A, D и b — матрицы и вектор соответствующего размера, числовые значения которых зависят от вектора неизвестных параметров $\xi \in \Xi$; Ξ — известное множество возможных значений вектора ξ ; τ — время запаздывания; $\phi(\theta) \in C_h$ — начальная функция; C_h — пространство ограниченных непрерывных функций; \bar{x}_k — вектор состояния эталонной модели; r_k — задающее воздействие; P_M, Q_M, d_M — постоянные матрицы и вектор соответствующего размера; g — вектор, элементы которого подлежат выбору специальным образом; $m = \tau/T$; $\chi_k, c_{1,k}, c_{2,k}$ — настраиваемые коэффициенты регулятора; $t_k = kT$ — дискретный аналог времени; $T = \text{const} > 0$ — шаг дискретизации; $k = 0, 1, 2, \dots$ — номер шага.

Поскольку алгоритмы настройки синтезированной ГАСУ разрабатывались в предположении затухающих возмущений $f(t)$, то для построения контура самонастройки, работоспособного в условиях постоянного действия помех, подвергнем алгоритмы (5), (6), (7) огрублению:

$$\chi_k = \chi_{k-1} + h_1 z_k r_k - \alpha \chi_{k-1}, \quad h_1 = \text{const} > 0, \quad \alpha = \text{const} \geq 0, \quad (9)$$

$$c_{1,k} = c_{1,k-1} + H_2 z_k x_k - \beta c_{1,k-1}, \quad (10)$$

$$H_2 = \text{diag}\{h_{2,j}\}, \quad h_{2,j} = \text{const} > 0, \quad \beta = \text{diag}\{\beta_j\}, \quad \beta_j = \text{const} \geq 0, \quad j = \overline{1, n},$$

$$c_{2,k} = c_{2,k-1} + H_3 z_k x_{k-m} - \gamma c_{2,k-1}, \quad (11)$$

$$H_3 = \text{diag}\{h_{3,i}\}, \quad h_{3,i} = \text{const} > 0, \quad \gamma = \text{diag}\{\gamma_i\}, \quad \gamma_i = \text{const} \geq 0, \quad i = \overline{1, n}.$$

Применение робастных алгоритмов, образованных с помощью введения отрицательных обратных связей, имеет достаточно широкое применение. Однако недостатком этого способа регуляризации алгоритмов является существенное ухудшение процесса управления при значительном уменьшении модуля настраиваемых параметров. Преодолеть этот недостаток можно за счет включения и отключения обратных связей.

Рассмотренный способ построения робастных алгоритмов адаптации не является единственно возможным, еще один способ регуляризации алгоритмов самонастройки основан на введении в алгоритмы адаптации зоны нечувствительности.

Литература:

1. Еремин, Е. Л., Еремина В. В., Семичевская Н. П., Шевко Д. Г. Алгоритмы и S-модели гибридных систем адаптивного управления. — Благовещенск, 2005. — 205 с.
2. Еремин, Е. Л., Самохвалова С. Г., Шевко Д. Г. Адаптивные системы управления с настройкой компенсаторов. — Благовещенск, 2006. — 155 с.
3. Еремин, Е. Л., Шевко Д. Г. Имитационное моделирование технически эквивалентных гибридных систем управления // Информатика и системы управления. — 2001. — №2(02). — с. 36–42.
4. Еремин, Е. Л., Шевко Д. Г. Синтез и упрощение технической реализации гибридной нелинейно преобразованной системы прямого адаптивного управления // Вычислительные технологии. — 2003. — Т. 8, №3. — с. 47–57.
5. Еремин, Е.Л., Шевко, Д. Г. Методика синтеза гибридных нелинейно преобразованных систем прямого адаптивного управления на основе критерия гиперустойчивости // Вестник Амурского государственного университета. — 2003. — №23. — с. 24–27.
6. Островерхий, В. В., Шевко Д. Г. Задачи, решаемые автоматической системой управления шасси гусеничной машины // Вестник Амурского государственного университета. Серия: Естественные и экономические науки. — 2011. — №53. — с. 69–73.
7. Самохвалова, С. Г., Шевко Д. Г. Гибридная система адаптивного управления динамическим объектом с нестационарной матрицей выхода // Информатика и системы управления. — 2006. — №2(12). — с. 138–144.
8. Шевко, Д. Г. Гибридная система прямого адаптивного управления неминимально-фазовым объектом // Информатика и системы управления. — 2002. — №1(03). — с. 112–120.
9. Шевко, Д. Г. Критерий гиперустойчивости и синтез нелинейно-преобразованных гибридных систем прямого адаптивного управления // Вестник Амурского государственного университета. Серия: Естественные и экономические науки. — 2012. — №57. — с. 65–69.
10. Шевко, Д. Г. Модели и алгоритмы нелинейно преобразованных гибридных систем прямого адаптивного управления: дис. ... канд. техн. наук. — Благовещенск, 2003.
11. Шевко, Д. Г. Синтез алгоритмов самонастройки регулятора дискретной системы управления и сравнительный анализ качества процессов адаптации // Информатика и системы управления. — 2001. — №1(01). — с. 97–105.
12. Шевко, Д. Г. Синтез и нелинейные преобразованные гибридных систем прямого адаптивного управления // Информатика и системы управления. 2002. №2(04). с. 133–144.

Тормозное устройство сортировочной станции

Шибeko Роман Владимирович, старший преподаватель;

Гаркуш Сергей Константинович, студент

Комсомольский-на-Амуре государственный технический университет

В современных условиях процесс автоматизации на различных технологических процессах, проникая во все сферы деятельности человека, так же следует учесть что современный грузооборот на железнодорожном транспорте растет из года в год поэтому процесс автоматизации комплектования составов является достаточно актуальной проблемой. Предложено тормозное устройство для сортировочной станции третьей ступени. Устройство позволяет анализировать скорость движущегося вагона, управлять тормозным устройством для торможения до необходимой скорости. Система получает данные о длине состава и характеристики торможения по радио каналу интерфейса ZigBee.

Ключевые слова: сортировочная станция, тормозное устройство, интерфейс ZigBee.

Сортировочная станция — техническая железнодорожная станция, предназначенная для расформирования и формирования различных категорий поездов в соответствии с планом формирования из отдельных вагонов, выполнения операций по пропуску транзитных поездов без переработки, технического обслуживания и коммерческого осмотра составов поездов и устранения выявленных неисправностей вагонов, смены локомотивов и локомотивных бригад. Сортировочные станции являются главными опорными пунктами по организации вагонопотоков на сети железных дорог. Они обычно входят в состав железнодорожных узлов, имеющих пассажирские и грузовые станции. В таких случаях на сортировочной станции грузовые и пассажирские операции выполняют в небольшом объеме. Для посадки и высадки пассажиров в местные и пригородные поезда устраивают пассажирские остановочные пункты на главных путях. Местные погрузочно-выгрузочные операции выполняют главным образом на путях материальных складов и отдельных путях локомотивного и вагонного хозяйств. Но некоторые не-

большие сортировочные станции могут иметь пассажирские и грузовые устройства примерно в объеме как и на участковой станции.

На рис. 1 приведена сортировочная станция

Располагаются сортировочные станции в районах массовой погрузки и выгрузки грузов, в местах схождения магистралей, на подходах к крупным промышленным центрам, морским и речным портам, в местах выхода из добывающих бассейнов. В большинстве случаев станция одновременно перерабатывает местные и транзитные вагонопотоки, кроме поездов, следующих на дальние расстояния без переформирования в пути следования. На рис. 2 приведена панорама сортировочного парка Лоста.

На сети железных дорог стран СНГ сортировочные станции расположены неравномерно, в силу исторически сложившихся размещений промышленных центров и городов в разных районах сети, характеру, размерам и густоте вагонопотоков между ними. На рис. 3 показан профиль сортировочной горки.

На рис. 4 показаны точечные используемые замедлители.



Рис. 1. Сортировочная станция Корнвестхайм

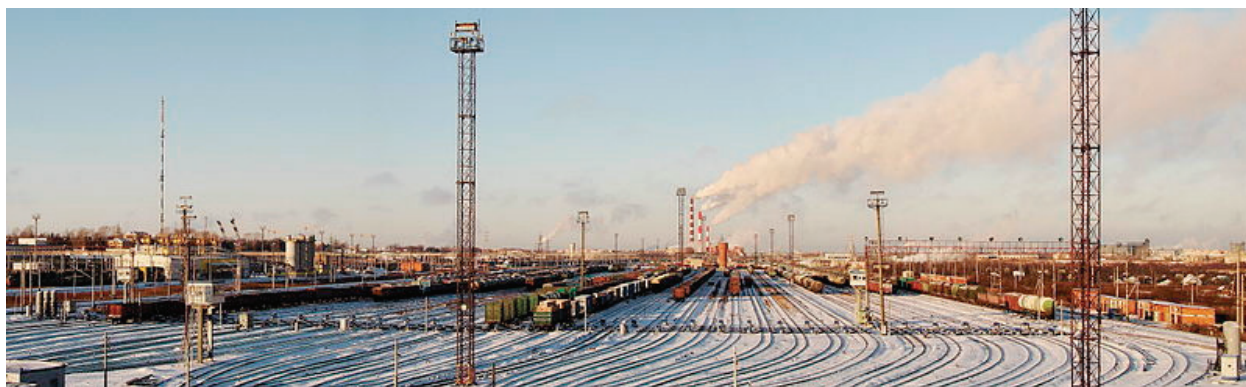


Рис. 2. Панорама сортировочного парка станции Лоста

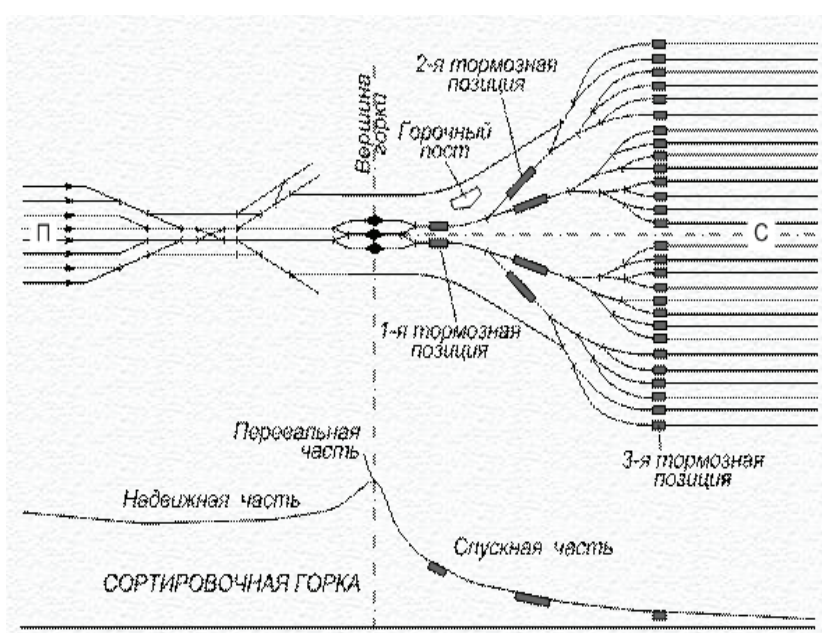


Рис. 3. Схема плана и профиля сортировочной горки

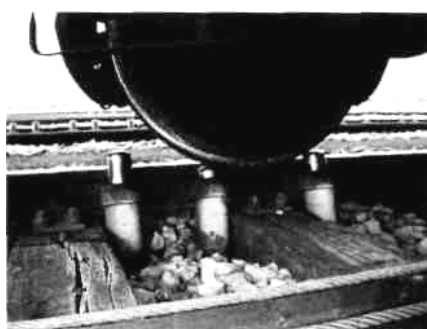


Рис. 4. Точечные замедлители

Предлагается тормозное устройство 3 позиции для торможения вагонов до необходимой скорости будут использованы точечные замедлители с однотрубными жидкостно-газовыми амортизаторами. Тормозное устройство представляет собой планку длиной 6 метров на которой

установлен 20 точечных замедлителей через каждые 20 сантиметров тормозное устройство двух рельсовое т. е. на каждом рельсе установлено по своей планке точечных замедлителей обе планки могут прижиматься к рельсу при помощи соответствующего электродвигателя, данный же

электродвигатель и отодвигает планки от рельса. Тормозная система получает информацию от центрального диспетчерского пульта о необходимой скорости замедления вагона и прижимает планки к рельсам, далее тормозное устройство контролирует скорость вагона, контроль осуществляется благодаря наличию контактных датчиков в каждом точечном замедлителе на одной из планок. При движении колесо вагона замыкает данные контактные датчики и микроконтроллер тормозного устройства по скорости замыкания может контролировать скорость вагона. При достижении необходимой скорости электродвигатель отодвигает планки от рельс тем самым выводя точечный замедлитель из под колеса вагона.

Кроме основной функции торможения вагона до необходимой скорости тормозное устройство анализирует следующие нестандартные ситуации:

- неприбытии вагона на позицию замедления в течении 5 минут
- не замыкание контактных точечных замедлителей в конце тормозной планки (полная остановка вагона).

Об этих не стандартных ситуациях тормозное устройство сообщает на центральный пункт управления. Обмен между центральным пунктом управления и тормозным устройством производится по радиоканалу по протоколу ZigBee.

Структурная схема устройства приведена на рис. 5 состоит из следующих блоков:

- БМК — блок микроконтроллера;
- ZigBee — радиоканал для связи с центральным пультом;
- СУДВ — система управления двигателем;
- ДВ — двигатель;

- КДИС — контактные датчики измерителя скорости;
- КДПП — контактный датчик положения планки;
- СС — схема сопряжения;
- СИС — схема измерения скорости.

Функциональная схема устройства представлена на рис. 6 состоит из следующих блоков:

- ГСС — генератор синусоидальной сигнала;
- КД — контактные датчики;
- ЭК — электронный коммутатор;
- В — выпрямитель;
- СФ — сглаживающий фильтр;
- ТШ — триггер Шмита;
- ГВЧ — генератор высокой частоты;
- AVR — микроконтроллер;
- ZB — модуль ZigBee;
- СП — супервизор питания;
- ДВ — двигатель.

Схема работает следующим образом, центральным звеном является микроконтроллер который информационно связан со всеми устройствами системы. Сама система построена по радиальному принципу, для связи устройства с персональным компьютером предназначен модуль ZigBee который подключается к основному микроконтроллеру по интерфейсу SPI.

Опрос контактных датчиков (контактных датчиков скорости и положения планки) производится поочередно при этом для повышения помехоустойчивости в схему введен генератор синусоидальных сигналов. Если контактный датчик замкнут то этот синусоидальный сигнал пройдя через контактный датчик поступает на схему измерителя,

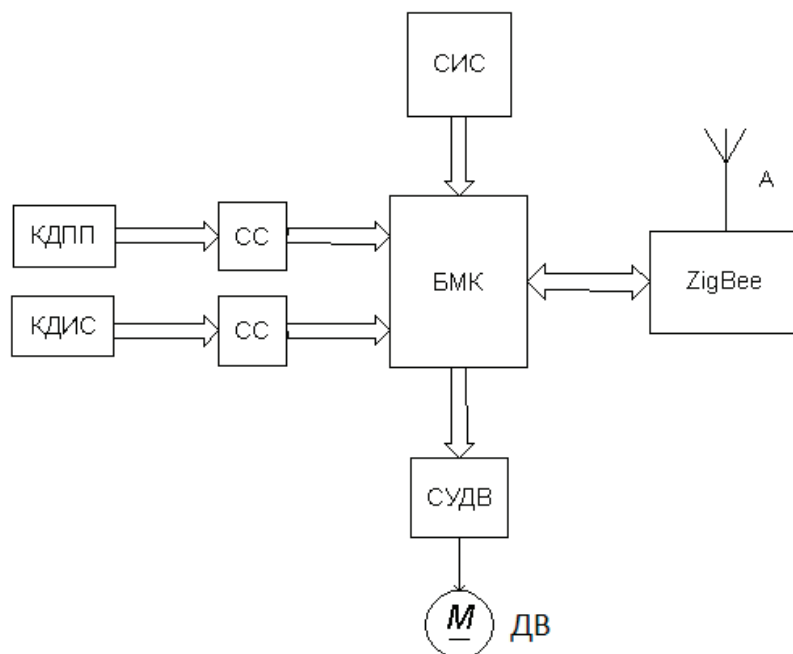


Рис. 5. Структурная схема устройства

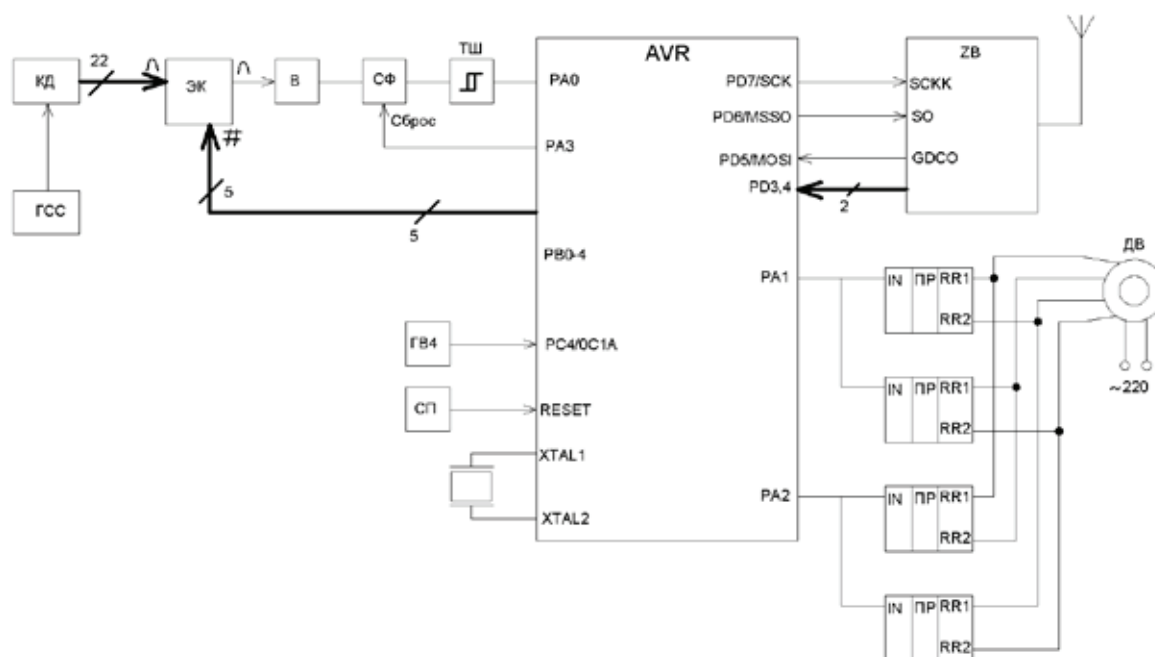


Рис. 6. Функциональная схема устройства

если контактный датчик разомкнут то соответственно не поступает.

Контактные датчики опрашиваются по средствам электронного коммутатора который непосредственно напрямую управляется микроконтроллером.

При подключении контактного датчика к микроконтроллеру сигнал проходит через электронный коммутатор выпрямляется выпрямителем сглаживается фильтром и пройдя через триггер Шмита приобретает четко цифровой уровень далее управляя электронным коммутатором микроконтроллер может подсоединить для обнаружения срабатывания следующего контактного датчика. Сигнал с триггера Шмита поступает в порт микроконтроллера который работает в режиме обнаружения прерывания. Скорость измеряется следующим образом при обнаружении замыкания контактного датчика микроконтроллер включает внутренний счетчик к которому подключен генератор высокой частоты, счетчик подсчитывает

количество импульсов приходящих с данного генератора. Далее при помощи электронного коммутатора к микроконтроллеру подключаются следующий контактный датчик измерения скорости при его срабатывании счетчик останавливается и контроллер фиксирует результат, тем самым зная частоту генератора частоты можно определить скорость движения локомотива, далее счетчик снова включается, коммутатор переключается для подключения третьего контактного датчика измерителя скорости при срабатывании которого фиксируется скорость на втором интервале движения и тд.

Супервизор питания предназначен для формирования сигнала сброса. Полупроводниковое реле предназначено для управления направлением вращения двигателя, при этом одна пара реле производит замыкание обмоток двигателя для вращения в одну сторону а другая пара реле используется для вращения двигателя в другую, при полностью разомкнутых реле двигатель не вращается.

Литература:

1. Кудзис, А. П. Железнодорожные вагоны / А. П. Кудзис. — М.: Высшая школа, 1988. — 342 с.
2. Долидзе, Д. Е. Оборудование сортировочных станций / Д. Е. Долидзе. — М.: Высшая школа, 1975. — 288 с.
3. Сергеев, К. Л., Жданов, В. Н. Проектирование вагонных депо и ремонтных заводов: Уч. пос. / К. Л. Сергеев, В. Н. Жданов. — М.: РГОТУПС, 2006. — 149 с.
4. Кавдин, Н. В. Основы автоматизации проектирования железнодорожных транспорта / Н. В. Кавдин — М.: Маршрут, 2004—280 с.

Молодой ученый

Ежемесячный научный журнал

№ 19 (78) / 2014

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

Главный редактор:

Ахметова Г. Д.

Члены редакционной коллегии:

Ахметова М. Н.
Иванова Ю. В.
Лактионов К. С.
Сараева Н. М.
Авдеюк О. А.
Алиева Т. И.
Ахметова В. В.
Брезгин В. С.
Данилов О. Е.
Дёмин А. В.
Дядюн К. В.
Желнова К. В.
Жуйкова Т. П.
Игнатова М. А.
Каленский А. В.
Коварда В. В.
Комогорцев М. Г.
Котляров А. В.
Кузьмина В. М.
Кучерявенко С. А.
Лескова Е. В.
Макеева И. А.
Мусаева У. А.
Насимов М. О.
Прончев Г. Б.
Семахин А. М.
Сенюшкин Н. С.
Ткаченко И. Г.
Яхина А. С.

Ответственные редакторы:

Кайнова Г. А., Осянина Е. И.

Международный редакционный совет:

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

Художник: Шишков Е. А.

Верстка: Голубцов М. В.

Статьи, поступающие в редакцию, рецензируются.

За достоверность сведений, изложенных в статьях, ответственность несут авторы.

Мнение редакции может не совпадать с мнением авторов материалов.

При перепечатке ссылка на журнал обязательна.

Материалы публикуются в авторской редакции.

АДРЕС РЕДАКЦИИ:

420126, г. Казань, ул. Амирхана, 10а, а/я 231.

E-mail: info@moluch.ru

http://www.moluch.ru/

Учредитель и издатель:

ООО «Издательство Молодой ученый»

ISSN 2072-0297

Тираж 1000 экз.

Отпечатано в типографии издательства «Молодой ученый», г. Казань, ул. Академика Арбузова, д. 4