

МОЛОДОЙ

УЧЁНЫЙ

научный журнал

ISSN 2072-0297

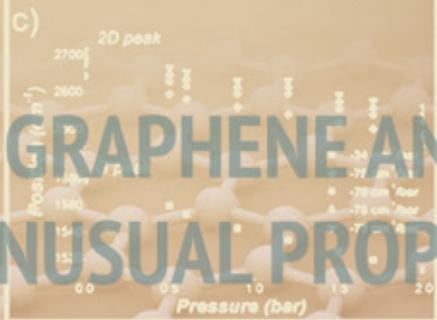
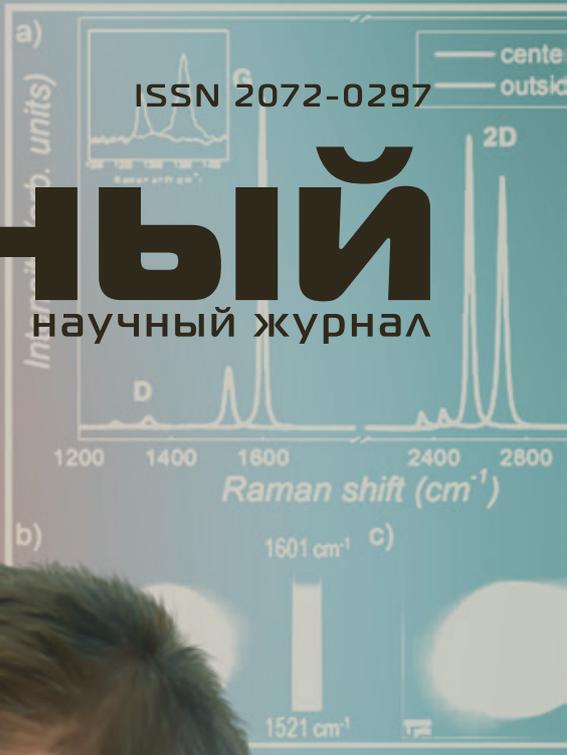
Field-Effect
Tunneling

Transistor Based
on Vertical

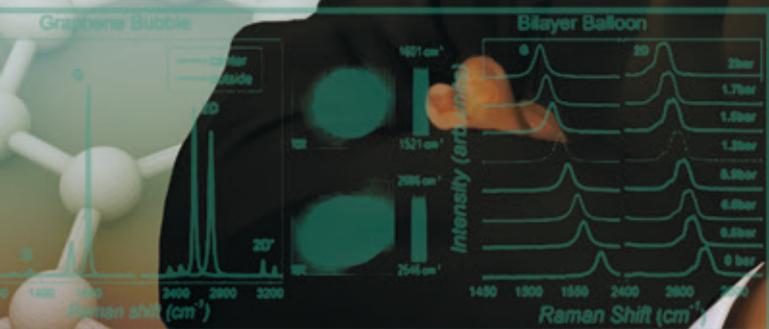
Graphene Heterostr

GRAPHENE AND ITS
UNUSUAL PROPERTIES

Direct Experimental Evid
of Metal-Mediat
Suspende



21
2015
Часть II



ISSN 2072-0297

Молодой учёный

Научный журнал

Выходит два раза в месяц

№ 21 (101) / 2015

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

Главный редактор: Ахметов Ильдар Геннадьевич, кандидат технических наук

Члены редакционной коллегии:

Ахметова Мария Николаевна, доктор педагогических наук

Иванова Юлия Валентиновна, доктор философских наук

Каленский Александр Васильевич, доктор физико-математических наук

Куташов Вячеслав Анатольевич, доктор медицинских наук

Лактионов Константин Станиславович, доктор биологических наук

Сараева Надежда Михайловна, доктор психологических наук

Авдеюк Оксана Алексеевна, кандидат технических наук

Айдаров Оразхан Турсункожаевич, кандидат географических 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

Жураев Хусниддин Олтинбоевич, кандидат педагогических наук

Игнатова Мария Александровна, кандидат искусствоведения

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

Матроскина Татьяна Викторовна, кандидат экономических наук

Матусевич Марина Степановна, 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

Сенцов Аркадий Эдуардович, кандидат политических наук

Сенюшкин Николай Сергеевич, кандидат технических наук

Титова Елена Ивановна, кандидат педагогических наук

Ткаченко Ирина Георгиевна, кандидат филологических наук

Фозилов Садриддин Файзуллаевич, кандидат химических наук

Яхина Асия Сергеевна, кандидат технических наук

Ячинова Светлана Николаевна, кандидат педагогических наук

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», 420029, г. Казань, ул. Академика Кирпичникова, 26.

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)

Бидова Бэла Бертовна, доктор юридических наук, доцент (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)

Демидов Алексей Александрович, доктор медицинских наук, профессор (Россия)

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

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

Жолдошев Сапарбай Тезекбаевич, доктор медицинских наук, профессор (Кыргызстан)

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

Кадыров Кутлуг-Бек Бекмурадович, 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)

Колпак Евгений Петрович, доктор физико-математических наук, профессор (Россия)

Куташов Вячеслав Анатольевич, доктор медицинских наук, профессор (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)

Рахматуллин Рафаэль Юсупович, доктор философских наук, профессор (Россия)

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: Шишков Евгений Анатольевич

Верстка: Бурьянов Павел Яковлевич

На обложке изображен Константин Сергеевич Новосёлов (род. 1974) — российский и британский физик, лауреат Нобелевской премии по физике 2010 года.

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.

СОДЕРЖАНИЕ

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

Абдураева Г. Е.

О применении современных технологий в организации перевозок пассажиров в городских автобусных маршрутах 117

Амиров А. Ж., Когай Г. Д., Тен Т. Л., Хамзина М. С.

Анализ существующих современных радионавигационных систем 120

Белоусов С. В., Белоусова А. И.

Пути и методы снижения энергоёмкости процесса лемешной вспашки 122

Буц В. П., Телегин А. М., Калаев М. П.

Моделирование развития трещин в проводниках печатных плат как последствий технологических дефектов 127

Голушко Д. А., Бушмелев П. Е., Пивкин А. В.

Разработка автоматизированной системы позиционирования измерительного элемента для средств контроля и диагностики бортовой радиоэлектронной аппаратуры 132

Добрынин О. В., Петрухин Ю. А., Бердников А. Г., Алексеева Н. Н., Атюков И. В.

Результаты экспертизы промышленной безопасности здания котельной участка тепловодоснабжения в г. Лиски 136

Добрынин О. В., Петрухин Ю. А., Бердников А. Г., Алексеева Н. Н., Атюков И. В.

Результаты экспертизы промышленной безопасности здания котельной МУП «Зеленое хозяйство г. Пензы» 140

Добрынин О. В., Петрухин Ю. А., Бердников А. Г., Алексеева Н. Н., Атюков И. В.

Основные этапы и результаты экспертизы промышленной безопасности здания котельной с котлами ДКВР-10/13 ОАО «Молком» 142

Добрынин О. В., Петрухин Ю. А., Бердников А. Г., Алексеева Н. Н., Атюков И. В.

Результаты экспертизы промышленной безопасности здания ОАО Дрожжевой завод «Пензенский» с котлами ДКВР-10/13 146

Добрынин О. В., Петрухин Ю. А., Бердников А. Г., Алексеева Н. Н., Атюков И. В.

Результаты экспертизы промышленной безопасности здания котельной ООО «Объединенные пензенские водочные заводы» 150

Догарева Н. Г.

Растительные жиры в молочно-консервном производстве 154

Жуманиязов М. Ж., Курамбаев Ш. Р., Жуманиязова Д. М.

Технология производства битумов, пригодных для получения конкурентоспособного рубероида, на основе госсиполовой смолы 156

Затылкин А. В., Бушмелев П. Е., Пивкин А. В.

Теоретические исследования влияния параметров внешнего вибрационные воздействия на динамические характеристики конструктивных элементов РЭС 159

Зинина О. В., Зубарева Е. К., Нургазезова А. Н., Третьяк Л. Н.

Применение QFD-методологии для оценки колбасных изделий 163

Зинина О. В.

Обзор разработок комбинированных рубленых полуфабрикатов 165

Ибрагимов Н. Н., Рахимов Р. В., Хаджимухамедова М. А.

Разработка конструкции контейнера для перевозки плодоовощной продукции 168

Измайлова С. А., Мелентьева В. В., Дубасов Н. А., Измайлова Д. А. Альтернативный вариант расчета общей продолжительности механической обработки мясного сырья 173	Поезжаева Е. В., Васенин А. С., Шумков А. Г. Метод диагностики подвески грузового автомобиля колесным роботом 203
Измайлова С. А., Мелентьева В. В., Дубасов Н. А., Измайлова Д. А. Функциональные белковые препараты для производства мясных продуктов 176	Поезжаева Е. В., Закиров Е. А., Шаякбаров И. Э. Робот для отделочных и ремонтных работ помещений и зданий 206
Лемешко М. А., Волков Р. Ю. Анализ вращательного бурения..... 179	Поезжаева Е. В., Закиров Е. А., Шаякбаров И. Э. Роботизирование военных объектов..... 208
Лысенко А. В., Бушмелев П. Е., Пивкин А. В. Анализ средств контроля и диагностики бортовой радиоэлектронной аппаратуры при механических испытаниях 185	Рогов С. А. Совершенствование автомата-советчика по прогнозу и реализации заданной скорости роспуска..... 210
Ляхов М. Ю., Перетокин А. Ю. Обеспечение конкурентных преимуществ авиационных систем электроснабжения..... 188	Стародубцев А. Е., Арчаков С. В., Куранов Д. В. Подход к техническому диагностированию корпусного оборудования из двухслойных сталей 214
Маматов Ф. М., Мирзаев Б. С., Буранова Ш. У., Эргашев Г. Х. Технология безотвального двухъярусного рыхления почвы и рыхлитель для ее осуществления 192	Титанов А. В., Сафин Г. Г., Абдрахманов А. А. О перспективах развития эргономического обеспечения горных машин 220
Маматов Ф. М., Чуюнов Д. Ш., Кодиров У. И. Энергоресурсосберегающие технологии и технические средства для подготовки почвы к посеву сельскохозяйственных культур..... 195	Тлеубергенов А., Казагачев В. Н., Тлеуова У. С. «Бегущая строка» на микроконтроллере рiс с помощью flowcode 222
Мирзаев Б. С., Маматов Ф. М., Буранова Ш. У., Файзуллаев Х. А., Эргашев Г. Х. Обоснование параметров рыхлительной пластины двухъярусного рыхлителя с наклонными стойками..... 198	Трифопова Д. А. Разработка интенсивной технологии комплексной переработки винограда 225
Николаенко Т. А. Актуальность использования вариативного мясного сырья в технологии мясопродуктов .. 201	Юлдашев Ш. С., Карабаева М. У. Влияние реологических свойств грунтов на уровень вибрации, распространяемой в грунте 228
	Юрков Н. К., Телегин А. М., Калаев М. П. Моделирование развития разрушений проводников печатных плат как последствий технологических дефектов 230
	Юрков Н. К., Телегин А. М., Калаев М. П. Комплексный подход к выявлению латентных технологических дефектов печатных плат на этапах производства РЭА 233

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

О применении современных технологий в организации перевозок пассажиров в городских автобусных маршрутах

Абдураева Гулширин Ералиевна, старший преподаватель
Карагандинский государственный университет имени Е. А. Букетова (Казахстан)

Ключевые слова: *автотранспорт, перевозка, пассажир, общественный, транспорт, организация, система, подвижность, населения, городской, маршрут, технология.*

Одной из важнейших целей социально-экономического развития Республики Казахстан является повышение качества жизни населения. Достижение этой цели связано с обеспечением экономической и национальной безопасности, созданием прочного фундамента конкурентоспособности и рациональной интеграций Республики Казахстан в мировое сообщество. Решение этих задач, в свою очередь, невозможно без устойчивого и эффективного функционирования транспортной отрасли как важнейшей компоненты производственной и социальной инфраструктуры страны.

Автотранспорт общего пользования образует основу транспортного комплекса, является важнейшим элементом социально-экономической инфраструктуры страны [1].

Социально-экономические реформы Республики Казахстан обусловили радикальное структурное изменение автотранспорта как отрасли. На месте структур централизованного отраслевого управления автотранспортом постепенно формируется новая система, отвечающая требованиям рыночной экономики, основанная на механизмах лицензирования, сертификаций, сочетающая административные и экономические рычаги управления [1].

Вместе с тем, изменение системы хозяйственных связей развития внутренних и международных товарных рынков поставило перед автотранспортом новые задачи и открыло перед ним большие перспективы. Процессы демократизма общества и либерализации экономики объективно способствуют раскрытию того огромного потенциала, который заключает в себе автомобильный транспорт. Очевидно, что автомобиль становится основным фактором, обеспечивающим подвижность населения в социальной, производственной, рекреационной сферах. Массовая автомобилизация уже оказывает заметное влияние на развитие территории населенных пунктов, на процессы производства и потребления, на весь образ жизни казахстанцев.

Являясь наиболее гибким и хорошо приспособленным к изменениям рыночной конъюнктуры элементом транспортной системы, автомобильный транспорт, вместе с тем, является наиболее ресурсоемкой транспортной отраслью. На долю автотранспорта приходится основная часть вредных воздействий окружающей среды, как и основная часть ущерба, наносимого ущербом, наносимого транспортными авариями.

Городской и пригородный автотранспорт по-прежнему представляет для Казахстана основной элемент общественного транспорта, от их эффективной и стабильной работы в нынешних непростых условиях во многом зависит экономического качества жизни самых широких слоев населения.

В нашей стране доля транспорта общего пользования в обеспечении транспортной подвижности населения достигает 85%, тогда как в США соответствующий показатель составляет около 3%, в странах Западной Европы в среднем 20%.

Очевидно, что эффективность и стабильная работа автотранспорта общего пользования является для Казахстана в целом и ее регионов важнейшим фактором социально-политической и экономической стабильности и во многом определяется качества нашей жизни.

Городской пассажирский автомобильный транспорт г. Караганды обеспечивает жизнедеятельность как самого города, так городов спутников а так же он является единственным видом транспорта, который занимается пассажирскими перевозками, а проблемы пассажирского транспорта выходят далеко за рамки.

Вопросы организации транспортного обслуживания населения не должны быть предметом исключительного ведения государства. Полномочия и ответственность за организацию экономически целесообразных и безопасных перевозок населения должны распределяться между муниципальным образованием, субъектом государственным

и местным органом исполнительной власти, хотя наиболее сложные и трудноразрешимые задачи выпадают на местный и региональный уровни.

В столице и других крупных городах Казахстана реализация транспортной стратегии, в том числе применение современных технологий организации перевозок пассажиров и внедрение единой системы электронного билечивания с использованием технологий смарт-карт успешно продолжаются.

Система GPS (Global position system — Глобальная система позиционирования) позволяет отслеживать местоположение автотранспортных средств в режиме реального времени с точностью до 15 метров. Данные через интернет выводятся на монитор диспетчера с указанием времени до секунды.

В Караганде за последние три года существенно обновился пассажирский автопарк. В частности, приобретены автобусы большой вместимости и выведены из эксплуатации старые, не отвечающие требованиям. Так же значительно сократили не соответствующие требованиям автопарки. Если раньше 12, то на сегодня пассажиров обслуживают 9 автопарков.

Движение общественного транспорта в городе будет отслеживать система GPS. Это позволит контролировать своевременность приезда автобуса на остановочный пункт, согласно графику. По этому вопросу очень много жалоб поступает от горожан. Оснащение подобной системой позволяет организовать движение пассажирского транспорта по графику и обеспечивает безопасность движения.

Электронные аппараты — так называемые валидаторы, посредством которых осуществляется плата за проезд в общественном транспорте, начали действовать в нескольких городских маршрутах Караганды. Так же решено установить их во всех автобусах. По мнению инициаторов нововведения — ГУ «Управление пассажирского транспорта и автомобильных дорог» города, новая система увеличит прозрачность доходов перевозчиков, следовательно, и налоговые отчисления.

В среднем за смену, автобус в зависимости от маршрута, приносит автотранспортному предприятию доход от 10 до 30 тысяч тенге. С введением в действие валидаторов эта сумма должна увеличиться — за счет исключения человеческого фактора. По подсчетам специалистов, доходы предприятия увеличивается как минимум на 20%. И ожидаемый прирост еще возрастет со временем. Это весомая добавка к нашему бюджету, которая раньше прямо уходила в карманы недобросовестных кондукторов и контролеров, которые зачастую работали в стачке такими же водителями. Проконтролировать их всех на всех маршрутах не было возможности, т.к. часто работают случайные люди. В результате автотранспорт несет огромные убытки, и автотранспортные предприятия вынуждены обращаться за дотациями из городского бюджета.

С внедрением валидаторов общие расходы на проезд для горожан не повысятся, зато возрастет качество обслуживания пассажиров на городском транспорте.

На всех видах городского пассажирского транспорта должна быть внедрена единая система электронного билечивания с использованием технологий смарт-карт. Такая система так же будет способствовать повышению прозрачности доходов и налоговой отчетности транспортных операторов.

Один из видов автоматизированной системы контроля проезда (АСКП) компании Smart Technologies внедрена в г. Москва, г. Раменское и г. Зеленоград. С ее помощью можно реализовать централизованный сбор оплаты за проезд и однозначное определение числа перевезенных пассажиров, в том числе льготников. Система позволяет определить экономическую эффективность каждого маршрута [2, с. 145]. Общая схема системы приведена на рис. 1.

Должны быть завершены разработка и внедрение системы информационного обеспечения деятельности общественного транспорта, предусматривающей свободный доступ населения и пассажиров к базам данных маршрутов, расписаний, услуг и другой необходимой информации, а также возможность дистанционного бронирования и продажи билетов. Необходимо обеспечить ее координацию и интеграцию с аналогичными системами других видов транспорта.

Для обеспечения сбора и анализа международного опыта в применении современных технологий организации перевозок пассажиров, а также организации проведения научно-исследовательских работ в сфере регулирования движения транспорта в городах Казахстана необходимо создание Центра современных технологий городского пассажирского транспорта.

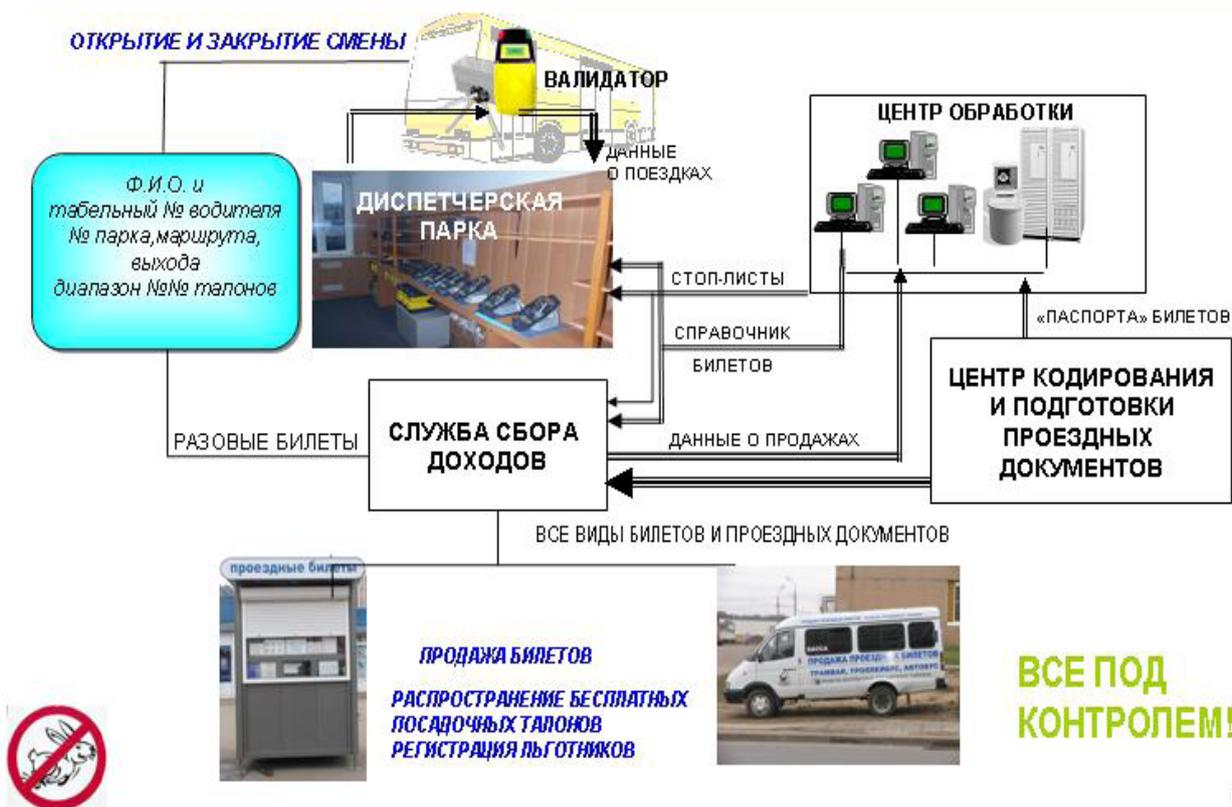
Одними из приоритетов развития городского пассажирского транспорта станут скорейшая разработка и реализация системы регулирования движения транспорта в городах, учитывая ожидаемое повышение транспортного потока и интенсивность использования личных автомобилей. Главные направления такой системы включает в себя:

- создания оснащение центров регулирования городского движения;
- модернизацию системы автоматического регулирования движения (светофоров) с применением технологий адаптивного регулирования;
- обеспечение открытой и справедливой конкуренций на рынке транспортных услуг;
- реализацию моделей приоритетного движения городского пассажирского транспорта в схемах регулирования;
- внедрение технологий визуального дистанционного мониторинга уличного движения, включая автоматизированные системы регистраций нарушения правил дорожного движения, распознавание номерных знаков и правоприменения в городах и пригородных зонах.

Общественный транспорт должен быть более гибким для удовлетворения современных потребностей, конкурентоспособным и в большей степени ориентированным на обслуживание населения [3, с. 9].



АСКП НА НАЗЕМНОМ ТРАНСПОРТЕ



4

Рис. 1. Общая схема автоматизированной системы контроля проезда

Необходимо развитие альтернативных видов городского пассажирского транспорта, таких, как трамвайный, троллейбусный, выделенные автобусные линии, моно-

рельсовый транспорт и метро. Важным является повышения квалификации и профессионального уровня работников городского пассажирского транспорта.

Литература:

1. Транспортная стратегия Республики Казахстан до 2015 года (Утверждена Указом Президента Республики Казахстан от 11.04.2006 года № 86). — Астана, 2006. — 67 с.
2. Отчет акимата г. Караганды «Изучение объемов пассажирских перевозок и расчет затрат перевозчиков города Караганды»
3. Яценко, С. А. Повышение качества обслуживания пассажиров на городских автобусных маршрутах в условиях применения подвижного состава разной вместимости/диссертация кандидата технических наук, Иркутск 2012—212 с.

Анализ существующих современных радионавигационных систем

Амиров Азамат Жанбулатович, доктор Ph. D;
Когай Галина Давыдовна, кандидат технических наук, профессор;
Тен Татьяна Леонидовна, профессор;
Хамзина Мадина Серикболовна, магистрант
Казахгандинский государственный технический университет (Казахстан)

В состав современных спутниковых радионавигационных систем входят три подсистемы:

1. Подсистема навигационных искусственных спутников Земли (НИСЗ);
2. Подсистема контроля и управления (наземный командно-измерительный комплекс (КИК));
3. Аппаратура навигационных потребителей (приемо-индикаторы).

ГЛОНАСС. СРНС ГЛОНАСС предназначена для непрерывного обеспечения неограниченного числа воздушных, морских, наземных и космических потребителей высокоточной координатно-временной информацией в любой точке Земли и околоземного пространства независимо от метеоусловий. Она разрабатывалась и внедрялась как система двойного назначения, в первую очередь, для обеспечения национальной безопасности России, а также для решения гражданских научных и производственных задач.

ГЛОНАСС обеспечивает два уровня навигационной точности: высокоточный (ВТ-код) и стандартный (ПТ-код). ВТ-код предоставляется (помимо потребителей министерства обороны) авторизованным потребителям и обеспечивает повышенный уровень точности и защиту от преднамеренных помех.

Три сегмента составляют основу системы ГЛОНАСС:

1. Космический сегмент;
2. Сегмент управления;
3. Сегмент потребителей.

Космический сегмент включает 24 спутника, излучающих непрерывные радионавигационные сигналы, которые формируют сплошное радионавигационное поле на поверхности Земли и околоземном пространстве. В системе ГЛОНАСС используются навигационные космические аппараты (НКА), вращающиеся по круговой геостационарной орбите на высоте ~ 19100 км. Период обращения спутника вокруг Земли равен в среднем 11 часам 45 минутам. Время эксплуатации спутника — 5 лет; за этот период параметры орбиты спутника не должны отличаться от номинальных значений более чем на 5%.

Сегмент управления — наземная система управления, предназначенная для контроля функционирования, непосредственно управления и информационного обеспечения сети спутников.

Сегмент потребителя обеспечивает определение пространственных координат, вектора скорости, текущего времени и других навигационных параметров в результате приёма и обработки радиосигналов, принимаемых

от спутников. Из этих трёх частей последняя, а именно аппаратура пользователей, самая многочисленная. Система ГЛОНАСС является беззапросной, поэтому количество потребителей системы не ограничено. Помимо основной функции — навигационных определений, — система позволяет производить высокоточную взаимную синхронизацию стандартов частоты и времени на удалённых наземных объектах и взаимную геодезическую привязку.

GPS. Американская система позиционирования GPS по своим функциональным возможностям аналогична российской системе ГЛОНАСС. Её основное назначение — высокоточное определение координат потребителя, составляющих вектора скорости и привязка к системной шкале времени. Система GPS разработана для Министерства обороны США и находится под его управлением. Как и система ГЛОНАСС, GPS состоит из космического сегмента, наземного командно-измерительного комплекса и сегмента потребителей. Полностью развернутый космический сегмент GPS состоит из 24 спутников в шести орбитальных плоскостях. Система обеспечивает два уровня навигационной точности: прецизионный (PPS) и стандартный (SPS). PPS (P-код) предоставляется, помимо потребителей министерства обороны, только авторизованным потребителям и обеспечивает повышенный уровень точности и защиту от преднамеренных помех.

К пользовательскому сегменту относятся персональные GPS-приемники, которые продаются в виде автономных устройств, модулей расширения к портативным компьютерам или же встраиваются в определенные виды оборудования. Наиболее распространенными являются приемники СРНС для индивидуального пользования водителями автомобильного транспорта. Они имеют размер карманного калькулятора с клавиатурой и жидкокристаллическим дисплеем, на котором отображаются координаты пользователя, курс, расстояние и направление до контрольных точек маршрута, пройденный маршрут движения, карта местности, параметры видимых спутников [1].

GALILEO. Европейский проект спутниковой системы навигации. Предназначен для решения навигационных задач для любых подвижных объектов с точностью менее одного метра. Спутниковая радионавигационная система Galileo представляет собой уникальный глобальный проект системы массового обслуживания XXI века.

Запуск на орбиту рабочего прототипа навигационного космического аппарата (НКА) проекта Galileo под обозначением Giove-A был успешно осуществлен 28 декабря

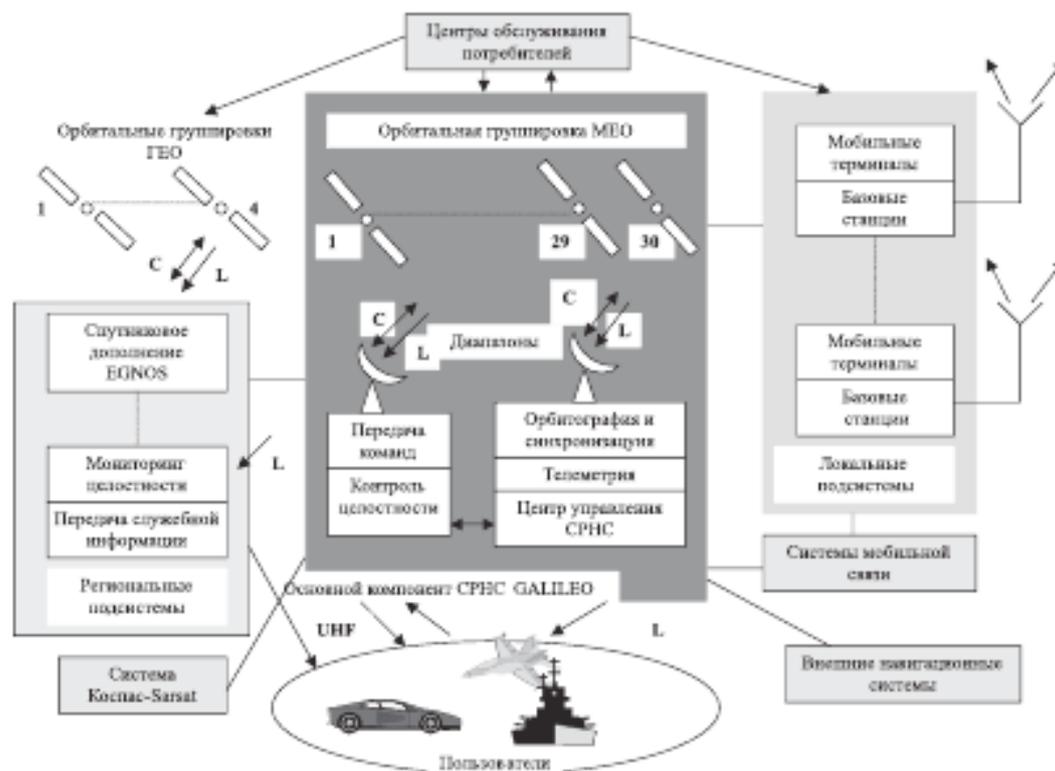


Рис. 1. Обобщенная структура СРНС Galileo

2005 г. с космодрома Байконур российским ракетопосредителем «Союз».

На рисунке 1 приведена обобщенная структура СРНС Galileo. Структура состоит из трех основных крупных частей: космического сегмента собственной группировки среднеорбитальных МЕО и геостационарных GEO (Geostationary Earth Orbit) НКА космического дополнения SBAS (Space Based Augmentation System) к СРНС европейского проекта EGNOS (European Geostationary Navigation Overlay Service); наземной инфраструктуры включая комплекс управления; пользовательского сегмента в виде аппаратуры пользователей.

В первую очередь отметим открытый характер структуры системы. Имеется в виду, что в структуру заложены центры обслуживания пользователей СРНС и наличие в ней кроме основного компонента системы также локальных и региональных подсистем. Впервые в СРНС Galileo в режиме S&R (Search and Rescue Service — служба поиска и спасения) предусматривается сопряжение с существующей системой поиска и спасения людей, терпящих бедствие на море и в труднодоступных регионах Земли. Речь идет о системе Cospas-Sarsat, радиомаяки-ответчики которой излучают в диапазоне UHF. Космические аппараты СРНС Galileo будут ретранслировать сигналы около 300-х радиомаяков этой системы, значительно расширяя их зону действия. Предусмотрено также сопряжение с такими внешними навигационными системами, как наземная импульсно-фазовая радионавигационная система (ИФРНС) Лоран-С и такими связными мо-

бильными космическими низкоорбитальными системами, как Globalstar и Orbcomm, имеющими в своем составе навигационные встроенные услуги GPS. Работа системы Galileo базируется на 4-х ключевых службах: Первая — это открытая общедоступная служба OS (Open Service) по обеспечению навигации и определения координат подвижных объектов с передачей данных по мобильной связи. Эти услуги предоставляются бесплатно. Вторая служба связана с обеспечением безопасности движения SLS (Safety of Life Service) и гарантирует высокую вероятность (до 0,999) определения координат «с холодного старта» (с первого включения) в соответствии с требованиями для некоторых режимов ряда международных организаций, таких, как ICAO по авиации, IMO по морскому судоходству и др. В задачи третьей службы — PRS (Public Regulated Service) — входит предоставление навигационной информации госструктурам, полиции, гражданской обороне, службе экстренной помощи и т.п. Основное требование к этой службе — защита информации от внешних воздействий (помех) и несанкционированных доступов со стороны незарегистрированных пользователей. И, наконец, четвертая, коммерческая служба CS (Commercial Service) будет предоставлять гарантированные платные услуги зарегистрированным пользователям. В перечень услуг кроме услуг службы OS входит также передача дополнительных данных, используемых при управлении движением подвижных объектов, таких, как электронные карты и др. [3]

Таким образом, спутниковые системы местоопределения GPS и ГЛОНАСС разрабатывались как чисто на-

вигационные системы, и эти функции они выполняют блестяще. Но эксплуатация навигационных спутниковых систем, в первую очередь GPS, показала неопределимые возможности систем GPS и ГЛОНАСС в определении высокоточных координат для геодезии, геофизики, космоса, авиации и т.д. Спутниковые навигационные системы открывают новые возможности для их использования в различных областях: поиске и спасении терпящих бедствие; предупреждении о катастрофах; сборе данных о состоянии окружающей среды; контроле контейнерных перевозок; навигации и управлении околоземными космическими ап-

паратами; обеспечении работ в геодезии и картографии; прокладке коммуникаций; геологоразведочных работах, разработке месторождений полезных ископаемых, и др.

Особо следует отметить, что пользование проектом СРНС Galileo гарантирует требуемую точность, надежность и доступность обслуживания. Это позволит в некоторых обоснованных случаях применять упрощенные системы мониторинга радионавигационных полей и даже, возможно, отказаться от дифференциального режима.

Сравнительные характеристики GPS и Galileo (по одной частоте) приведены в таблице 1 ниже [2].

Таблица 1. Сравнительные характеристики GPS и Galileo

Параметры	GPS	Galileo
Количество спутников	27	30
Количество орбитальных плоскостей	6	3
Разделение спутников по орбитальным плоскостям	Неравномерное	Равномерное
Наклон орбитальных плоскостей	53–56°	54°
Радиус орбиты	26561,75 км	29378,137 км
Используемая частота	L1 (1575,42 МГц)	E1 (1575,42 МГц)

Литература:

1. Насыров, И.А. Введение в современные спутниковые радионавигационные системы. Часть 1: Общие принципы, современное состояние, перспективы развития. Учебное пособие. — Казанский государственный университет, 2005. — 43 с.
2. Электронный источник: [http://www.geodinamika.ru/_userfiles/files/Reference %20Information/Navigational %20systems/navigational_systems.pdf](http://www.geodinamika.ru/_userfiles/files/Reference%20Information/Navigational%20systems/navigational_systems.pdf)
3. Е. Т. Скорик. Новая спутниковая радионавигационная система проекта galileo. Наука та інновації. 2007. Т 3. № 2. 64–73 с.

Пути и методы снижения энергоёмкости процесса лемешной вспашки

Белусов Сергей Витальевич, старший преподаватель, магистр;

Белусова Анна Игоревна, студент

Кубанский государственный аграрный университет (г. Краснодар)

В данной статье рассмотрен вопрос снижения энергоёмкости процесса основной обработки почвы, а также конструкции которая позволяет повысить количественные и качественные показатели процесса основной обработки почвы.

Ключевые слова: плуг, ширина захвата, рабочий орган, энергосбережение, рабочая поверхность.

Механическое воздействие плуга на почву сопровождается сопротивлением, величина которого зависит от множества факторов. Многие исследователи, определив взаимосвязь между физико-механическими свойствами почвы и ее качественными показателями обработки, приводят различные формы расчетов по различным формулам. Они направлены на определение тягового сопротивления при вспашке различными почвообрабатывающими орудиями. Также ведущие ученые

выделяют несколько факторов, которые влияют на качество вспашки и на сам энергетический процесс обработки почвы:

- физико-механические (твердость, липкость, влажность, скважность и т.д.)
- технические (тип конструкции почвообрабатывающего агрегата, его состояние, регулировка и т.д.)
- технологические (способ обработки, глубина вспашки, скорость обработки и т.д.)

Также общепринятым является мнение, что тяговое сопротивление почвообрабатывающего агрегата складывается из полезных и вредных сопротивлений его рабочих органов. Величина полезных сопротивлений зависит от размеров и геометрических форм используемых лемехов и плужных корпусов, глубины обработки, а также от фрикционных свойств используемых материалов при изготовлении рабочих органов. Вредные сопротивления зависят от величины силы трения полевых досок о вертикальную стенку борозды, от степени износа лезвий рабочих органов, от нагрузки на опорные колеса движителя и тележки рабочих органов, а также сопротивления их перекачиванию [1], [2], [3], [4], [5], [6], [7].

В работах многих ученых определены зависимости и выявлены закономерности влияния отдельных факторов на энергоёмкость процесса обработки почвы различными орудиями. Принимая во внимание эти обстоятельства можно составить и представить классификацию путей снижения энергозатрат на обработку почвы.

В качестве основных методов снижения энергетических затрат на вспашку принимаются следующее:

- снижение усилий на деформацию почвы;
- снижение сил трения;
- оптимизация параметров рабочих органов и режимов работы машино-тракторных почвообрабатывающих агрегатов;
- совершенствование конструкций почвообрабатывающих машин;
- применение комбинированных машин и орудий;
- переход на энергосберегающие технологии.

Взаимосвязь всех этих показателей показано на рис. 1. Данная схема наиболее полно показывает картину взаимосвязи влияния тех или иных факторов на энергоёмкость процесса вспашки. Однако при анализе схемы можно судить, что на настоящий момент ни одно из вероятных направлений не получило широкого применения в промышленности кроме использования перьевых отвалов.

Это объясняется тем, что во многих случаях усложняется конструкция плуга, требуется установка сложных дополнительных рабочих органов, для эксплуатации которых необходима более высокая степень квалификации механизатора, это в свою очередь ведет к увеличению металлоёмкости и габариты орудия.

Результаты исследований показывают, что наименее металлоёмким является лемешный плуг, который содержит три рабочих корпуса. Дальнейшее увеличение числа корпусов ведет к увеличению удельной металлоёмкости на 12–14 %.

Уменьшение удельной металлоёмкости, а вместе с тем и снижение расхода топлива достигается за счет применения более прочных или легких материалов, дальнейшее усовершенствование конструкции отдельных рабочих органов лемешного плуга [4], [5], [6], [7].

В мировой тенденции на настоящий момент намечается тенденция увеличения ширины захвата корпусов лемешного плуга или вариациях ширины их захвата непо-

средственно на раме лемешного плуга. В классической схеме плуга заложен нерациональный принцип влияющий на энергоёмкости процесса обработки почвы с оборотом пласта. Значительный расход энергии на перемещение пласта почвы свидетельствует о существенной недоработке в конструкции корпусов лемешных плуга.

Разработанный нами лемешный плуга, а именно дополнительный рабочий орган имеет ряд конструктивных особенностей рис. 2. Расположение дополнительных рабочих органов на корпусе лемешного плуга не ведет за собой усложнение конструкции. Использование дополнительного рабочего органа в виде дополнительного плоскорежущего рабочего органа расположенного на корпусе лемешного плуга ведет к увеличению качественных и количественных показателей работы пахотного агрегата.

Техническим результатом предлагаемой конструкции является плоскорежущий рабочий орган с дополнительным углом атаки, с обоснованными областями размещения по всей площади прорезей, обеспечивающими снижение тягового сопротивления и качества обработки почвы — полноты подрезания почвы и улучшение качественных показателей работы по всей ширине обработки почвы до полного износа плоскорежущего рабочего органа.

Вышеуказанный технический результат достигается тем, что прорези плоскорежущего рабочего органа расположены в области рабочего органа, учитывающей износ детали в процессе ее эксплуатации, и предельно допустимую общую площадь прорезей, при которой сохраняется требуемая прочность конструкции, обеспечивается более высокая устойчивость работы пахотного агрегата. При данном техническом решении улучшаются количественные и качественные показатели обработки пересушенных почв, а при обработке влажных или переувлажненных почв обработка происходит без налипания и как следствие снижение тягового сопротивления пахотного агрегата.

Более подробно сущность конструкции можно объяснить следующим образом: при обработке почвы почвообрабатывающими рабочими органами возникают граничные поверхности между почвой и поверхностью рабочих органов, а конкретней, между почвой и сталью, а именно между прилегающими друг к другу почвенными телами — между тонким слоем почвы, налипшей на рабочий орган и пластом почвы, поверхности рабочего органа. В общем случае при таких относительных перемещениях возникают напряжения, действующие поперек поверхности раздела двух тел — пласта почвы о материал плоскорежущего рабочего органа, т.е. о сталь и пласта почвы о почву, налипшую на поверхность рабочего органа. Нормальная составляющая этого напряжения вызывает силы трения скольжения, тангенциальная составляющая которой есть напряжение сдвига, обусловленное трением [4], [5], [6], [7], [8], [9], [10].

По заключению А. Кулен и Х. Куиперс зависимость характеристик почвы и материала из условий налипания

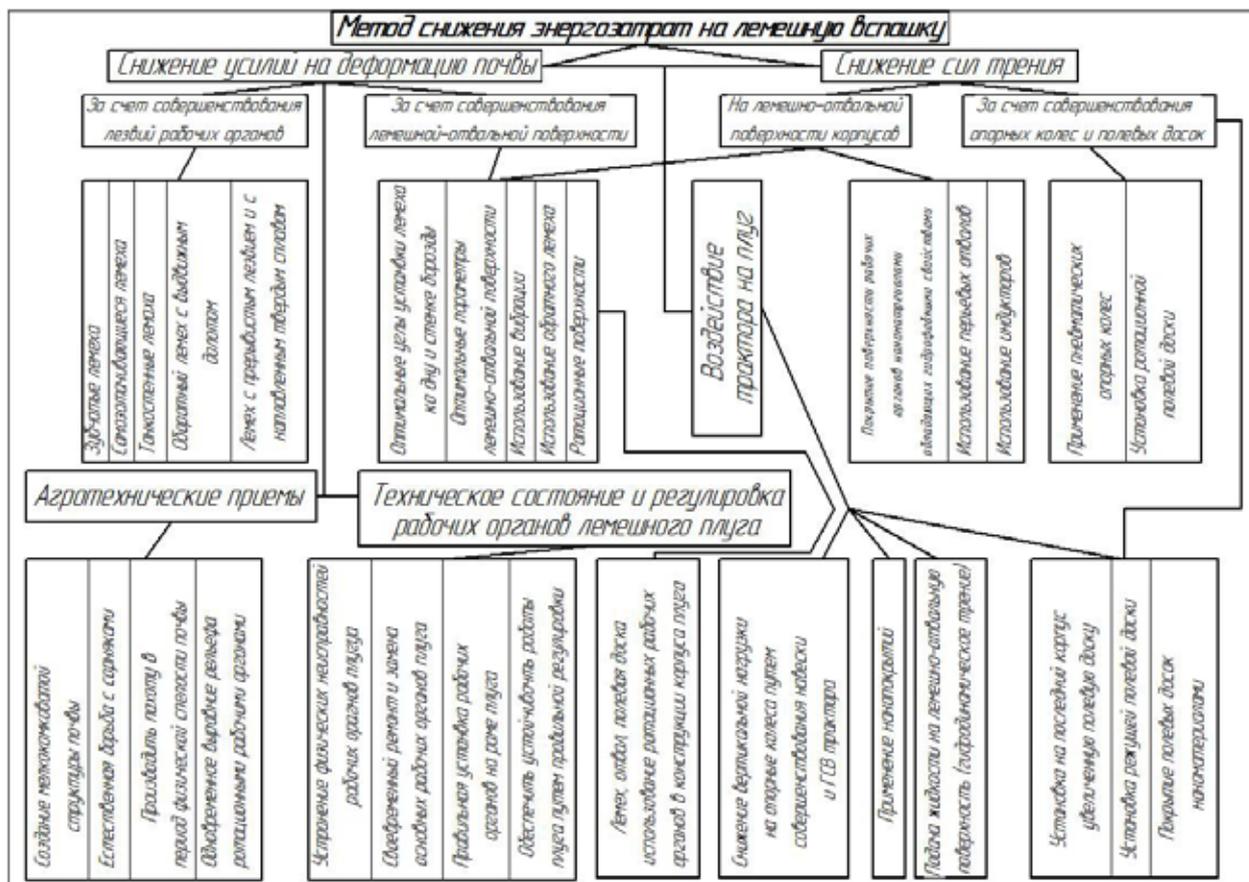


Рис. 1. Структурная схема возможных методов снижения энергетических затрат на вспашку

почвы на диске можно выразить выражением нормальной составляющей σ_n общего напряжения P .

$$\sigma_i < \frac{a - c}{\operatorname{tg} \varphi - \mu'}, \tag{1}$$

где a — адгезия;
 c — когезия;

φ — угол внутреннего трения;
 μ' — коэффициент трения почвы о материал плоскорежущего рабочего органа (сталь).

Следовательно, продвижению почвы без налипания будет способствовать возрастание σ_n . Поэтому в этой связи целесообразно применение плоскорежущего рабочего органа с прорезями, которые увеличивают σ_n , так как



Рис. 2. Разработанный дополнительный рабочий орган

$\sigma_n = \frac{P_n}{S}$, где S — общая площадь контакта почвы с поверхностью рабочего органа диска, P_n — нормальная составляющая общего напряжения P .

Трение почвы при скольжении её по рабочей поверхности и прилипание — явления разные, но они проявляются одновременно. Заметим при этом, что, если сопротивление трению скольжения не зависит от площади их прилегания друг к другу т.е. $F = fN$, то сопротивление скольжению от прилипания зависит от площади их контакта S . Вызываемое ими общее сопротивление скольжению T характеризуется следующим уравнением [4].

$$T = F + T_{np} = fN + p_0S + pNS, \quad (2)$$

где F — сопротивление скольжению почвы о сталь (о поверхность плоскорежущего рабочего органа);

T_{np} — сопротивление скольжению от прилипания;

p_0 — коэффициент касательных сил удельного прилипания при отсутствии нормального давления;

f — коэффициент трения скольжения;

S — площадь контакта почвы с поверхностью поверхность плоскорежущего рабочего органа;

p — коэффициент касательных сил удельного прилипания, вызываемого нормальным давлением.

Анализ выражения (2) тоже показывает, что общее сопротивление T можно снизить путем уменьшения площади возможного прилипания. Поэтому с точки зрения

снижения тягового сопротивления необходимо повышать площадь прорезей поверхности плоскорежущего рабочего органа и при этом пределом увеличения площади выреза может быть только сохранение требуемой прочности поверхности рабочего органа. Расположение прорезей плоскорежущего рабочего органа с рекомендуемыми геометрическими параметрами обеспечит снижение тягового сопротивления пахотного агрегата, повысит его проходимость при обработке почвы, снизит тяговое сопротивление, обеспечит устойчивое движение пласта почвы и подрезание сорняков по всей ширине обработки, то есть обеспечит достижение технического результата [5], [6], [8], [11], [12], [13], [16].

Анализ проделанной работы свидетельствует о том, что разработка дополнительных рабочих органов для совершенствования процесса основной обработки почвы, дает возможность улучшить качественные и количественные показатели данной технологической операции. Данные качества обработки почвы подтвердились при проведении полевых опытов, а основные конструктивные элементы запатентованы. Использование дополнительных органов заявленной конструкции позволяет производить основную обработку почвы с меньшими затратами на ГСМ и как следствие добиваться более качественных показателей по выращиванию сельскохозяйственной продукции [7], [8], [9], [10], [14], [15], [17].

Литература:

1. Дисковые бороны и лушительники в системе основной и предпосевной обработки почвы. Проблемы и пути их решения/Е.И. Трубилин, К.А. Сохт, В.И. Коновалов, С.В. Белоусов // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. — Краснодар: КубГАУ, 2013. — № 04 (088). с. 662–671. — IDA [article ID]: 0881304045. — Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2013/04/pdf/45.pdf>, 0,625 у. п. л.
2. Трубилин, Е.И. Экономическая эффективность отвальной обработки почвы разработанным комбинированным лемешным плугом/Е.И. Трубилин, С.В. Белоусов, А.И. Лепшина // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. — Краснодар: КубГАУ, 2014. — № 09 (103). с. 654–672. — IDA [article ID]: 1031409040. — Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2014/09/pdf/40.pdf>, 1,188 у. п. л.
3. Трубилин, Е.И. Результаты экспериментальных исследований определение степени тягового сопротивления лемешного плуга при обработке тяжелых почв/Е.И. Трубилин, С.В. Белоусов, А.И. Лепшина // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. — Краснодар: КубГАУ, 2014. — № 09 (103). с. 673–686. — IDA [article ID]: 1031409041. — Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2014/09/pdf/41.pdf>, 0,875 у. п. л.
4. Белоусов, С.В. Расчет основных параметров разбрасывателя сыпучих материалов/С.В. Белоусов, А.И. Лепшина // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. — Краснодар: КубГАУ, 2014. — № 10 (104). с. 1884–1900. — IDA [article ID]: 1041410131. — Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2014/10/pdf/131.pdf>, 1,062 у. п. л.
5. Трубилин, Е.И. Основная обработка почвы с оборотом пласта в современных условиях работы и устройства для ее осуществления/Е.И. Трубилин, С.В. Белоусов, А.И. Лепшина // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. — Краснодар: КубГАУ, 2014. — № 10 (104). с. 1863–1883. — IDA [article ID]: 1041410130. — Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2014/10/pdf/130.pdf>, 1,312 у. п. л.
6. Белоусов, С.В. Внесение сыпучих материалов при помощи центробежных разбрасывателей. Существующие проблемы и пути их решения/С.В. Белоусов, А.И. Лепшина // Политематический сетевой электронный на-

- учный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. — Краснодар: КубГАУ, 2014. — № 10 (104). с. 1849–1862. — IDA [article ID]: 1041410129. — Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2014/10/pdf/129.pdf>, 0,875 у. п. л.
7. Белоусов, С. В. Патентный поиск конструкций, обеспечивающих обработку почвы с оборотом пласта. Метод поиска. Предлагаемое техническое решение/С. В. Белоусов // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. — Краснодар: КубГАУ, 2015. — № 04 (108). с. 409–443. — IDA [article ID]: 1081504029. — Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2015/04/pdf/29.pdf>, 2,188 у. п. л.
 8. Белоусов, С. В. Конструкция комбинированного лемешного плуга и исследование его тягового сопротивления в составе тракторного агрегата [Текст]/С. В. Белоусов, А. И. Лепшина // Молодой ученый. — 2015. — № 5. — с. 217–221.
 9. Белоусов, С. В. Связь науки и техники в возделывании сельскохозяйственных культур при проектировании лемешного плуга [Текст]/С. В. Белоусов, Е. И. Трубилин, А. И. Лепшина // Актуальные вопросы технических наук: материалы III междунар. науч. конф. (г. Пермь, апрель 2015 г.). — Пермь: Зебра, 2015.
 10. Белоусов, С. В. Определение тягового сопротивления при обработке дополнительным плоскорежущим рабочим органом [Текст]/С. В. Белоусов, А. И. Лепшина // Молодой ученый. — 2015. — № 8. — с. 194–199.
 11. Сергей Белоусов, Евгений Трубилин, Совершенствование лемешного плуга для основной обработки почвы Монография Palmarium-Publishing ISBN 978–3-659–60152–1. — Германия. — 2015 год — с. 73.
 12. Белоусов, С. В. Плоскорежущие рабочие органы для обработки почвы с оборотом пласта [Текст]/С. В. Белоусов, А. И. Лепшина // Молодой ученый. — 2015. — № 10. — с. 158–161.
 13. Белоусов, С. В. Компьютерные технологии в преподавании инженерной графики и моделирования сельскохозяйственной техники [Текст]/С. В. Белоусов, В. В. Цыбулевский, А. И. Белоусова // Теория и практика образования в современном мире: материалы VII междунар. науч. конф. (г. Санкт-Петербург, июль 2015 г.). — СПб.: Свое издательство, 2015. — с. 161–167.
 14. Современные технологии в полеводстве
 15. Трубилин, Е. И., Белоусов С. В., Бледнов В. А. В сборнике: Инноватика — 2013. сборник материалов IX Всероссийской школы-конференции студентов, аспирантов и молодых ученых с международным участием. Национальный исследовательский Томский государственный университет, Министерство образования и науки Российской Федерации; Под редакцией А. Н. Солдатова, С. Л. Минькова. Томск, 2013. с. 152–158.
 16. Инновационный метод основной обработки почвы как способ борьбы с сорными растениями. Белоусов С. В., Бледнов В. А., Трубилин Е. И. В сборнике: Агротехнический метод защиты растений от вредных организмов. Материалы VI Международной научно-практической конференции. Типография КубГАУ, 350044, Краснодар, Калинина, 13, 2013. с. 202–206.
 17. Лемешный плуг для обработки почвы с оборотом пласта Белоусов С. В., Лепшина А. И., Трубилин М. Е. Сельский механизатор. 2015. № 3. с. 6–7.
 18. Белоусова, А. И. Внесение сухих неорганических смесей удобрений [Текст]/А. И. Белоусова, С. В. Белоусов // Молодой ученый. — 2015. — № 19. — с. 112–115.

Моделирование развития трещин в проводниках печатных плат как последствий технологических дефектов

Буц Виктор Петрович, доктор технических наук, профессор;
Телегин Алексей Михайлович, кандидат технических наук, доцент;
Калаев Михаил Павлович, кандидат технических наук, доцент
Пензенский государственный университет

Рассмотрены основные механизмы разрушения материала за счет образования в нем трещин. Сделан вывод, анализ процесса усталостного разрушения твердого тела требует учета влияния окружающей среды. Предложен подход, позволяющий сделать предположение о том, будет развиваться трещина дальше или нет.

Ключевые слова: латентные дефекты, моделирование, теория Гриффитса, трещины, развитие.

Моделирование развития технологических дефектов печатных плат и прогнозирование возможных разрушений материалов как основной причины отказов бортовой радиоэлектронной аппаратуры (РЭА) производится на основе комплексного использования существующих к настоящему времени теоретических и практических наработок в области механики разрушения твердых тел [1–4]. Механизм разрушения твердых тел в большой мере зависит от материала, вида, величины и периодичности (однократное или многократное) нагружения [5]. Для выяснения механизма разрушения твердых тел большое значение имеют исследования влияния дефектов и трещин на прочность материалов. Отход от рассмотрения структуры тел как идеальной и введение в рассмотрение дефектности твердого тела позволило устранить расхождения между прочностью, измеряемой экспериментально и оцениваемой теоретически, которые составляли 2–3 порядка.

Анализ разрушения материала за счет образования в нем трещин дает теория Гриффитса, которая дала возможность рассчитывать критические напряжения, вызывающие разрушение твердого тела при наличии внутренних трещин. Учет различных неоднородностей является основой развития представлений о разрушении твердых тел. Однако на практике данный подход предполагает тщательное исследование структуры материала для анализа места первичного зарождения трещин, что делает его непригодным при определении путей развития технологических дефектов проводников печатных плат [6–9].

Обоснованием того, что технологические дефекты изготовления проводящего покрытия печатных плат могут являться потенциальным местом начала зарождения трещин, служит положение о том, что дефекты микроструктуры материала в твердых телах являются концентраторами напряжений и обусловлены несовершенством структуры, накоплением повреждений в результате механических, тепловых и других воздействий [10–14].

Тем не менее, сам механизм разрушения в соответствии с теорией Гриффитса находит практическое подтверждение и заключается в том, что разрушение твердого тела наступает в момент, когда приложенное растягивающее напряжение (σ) достигает критического значения (σ_k), которое вызывает перенапряжение в вершине трещины, равное теоретической прочности (σ_t), т. е.

$$\sigma_t = \beta \sigma_k,$$

где β — коэффициент концентрации напряжений. Максимальная реальная прочность, т. е. максимальное нормальное к плоскости трещины растягивающее напряжение (σ_k) зависит от поверхностной энергии (σ_n), модуля упругости (E) и длины трещины (h):

$$\sigma_k = \alpha \left(\frac{E \sigma_n}{h} \right)^{1/2}.$$

Трещина самопроизвольно увеличивается, если уменьшение упругой энергии в образце за счет падения напряжения вокруг трещины в связи с ее ростом равно или больше увеличения потенциальной энергии в результате образования поверхностей разрыва. Считается, что это справедливо только для идеально упругих тел. Если тела обладают пластичностью, то освобождающаяся при раскрытии трещины упругая энергия расходуется не на дальнейшее увеличение трещины, а на пластические течения.

Процесс разрушения твердого тела возможно рассматривать как процесс, имеющий две стадии. Первая — пластическая деформация, предшествующая появлению опасных трещин; вторая быстрое распространение одной или не-

скольких сливающихся опасных трещин. При этом для анализа процесса разрушения существенно геометрическое сечение устья трещины.

Анализ процесса усталостного разрушения твердого тела требует учета окружающей среды. Поверхностно-активная среда может в значительной степени понижать прочность твердого тела. Наличие поверхностно-активных веществ снижает поверхностную энергию и облегчает развитие пластических деформаций, локализуя их в меньшем объеме. При этом смачивание стенок трещины поверхностно-активным веществом препятствует их смыканию.

К поверхностно-активным средам для печатных плат относят коррозионные среды, используемые в процессе изготовления данных изделий и не до конца удаленных с поверхности за счет нарушений технологических процессов очистки. При этом всякой концентрации напряжений, существующих в месте нахождения скрытых дефектов, соответствует более положительный потенциал и этот участок становится анодом, и процесс коррозии, являясь электрохимическим, активно идет после образования трещин. Здесь необходимо отметить, что в коротко замкнутом коррозионном электрохимическом элементе, являющимся источником тока положительный потенциал имеет катод, а отрицательный — анод. Коррозионные процессы, протекающие в усталостных микротрещинах, вызывают дополнительные напряжения вокруг трещин за счет «расклинивающего» действия продуктов коррозии.

Для суждения о развитии скрытого дефекта печатной платы, т.е. о прочности тела в данном месте, недостаточно располагать решением теории упругости или пластичности о концентрации напряжений около дефектов проводника. На практике невозможно исследовать всю поверхность печатного проводника с достаточным разрешением для получения информации о наличии микротрещин. В рамках разрабатываемой модели развития дефектов печатных плат делается допущение о наличии микротрещин в местах локализации технологических дефектов, которые обнаруживаются на этапе их диагностирования с помощью алгоритмов распознавания дефектов на изображении.

Рассмотрим механизм образования трещины в проводнике при наличии локальных технологических дефектов. На рисунке 1 представлены типичные дефекты проводящего покрытия.

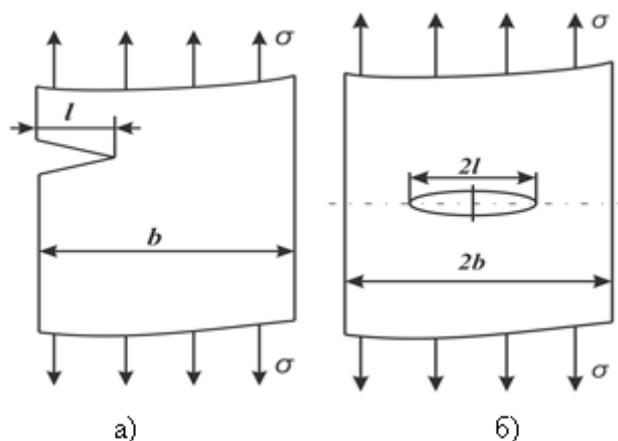


Рис. 1. Типичные технологические дефекты печатного проводника: а) скол (вырыв), б) раковина

Условием развития трещин является наличие растягивающего напряжения σ , которое вызывается приложенными в бесконечности силами. В упругом случае напряжения, действующие при вершине трещины, пропорциональны внешнему напряжению σ . Их величины пропорциональны корню квадратному из размера трещины и стремятся к бесконечности в вершине трещины при обращении радиуса вершины трещины в нуль.

Для практических расчетов принимаем проводник как пластину конечных размеров. Для пластины конечных размеров существует формула расчета показателя, характеризующего напряжения в области трещины. Этот показатель — коэффициент интенсивности напряжений K_I . Формула его расчета эта формула имеет вид:

$$K_I = \sigma \sqrt{\pi l} \cdot f(l/b),$$

где: показатель K_I является характеристикой материала и определяется экспериментально или берется из справочника.

Для инженерных расчетов существует набор справочных способов расчета коэффициента интенсивности напряжений, в частности. В них уже предварительно рассчитаны значения функции $f(l/b)$ для различных условий развития трещин.

Так, для случая рис. 7.4 а) расчетные формулы имеют вид:

$$K_I = \sigma \sqrt{l} Y(\lambda),$$

$$\lambda = \frac{1}{b},$$

$$(\lambda < 0,7),$$

$$Y(\lambda) = 1,99 - 0,41\lambda + 18,70\lambda^2 - 38,48\lambda^3 + 53,83\lambda^4.$$

Для случая рис. 7.4 б) эти формулы имеют вид:

$$K_I = \sigma \sqrt{\pi l} Y(\lambda),$$

$$\lambda = \frac{1}{b},$$

$$(\lambda < 0,7),$$

$$Y(\lambda) = 1 + 0,128\lambda - 0,288\lambda^2 + 1,525\lambda^3.$$

В нашем случае интерес представляет критический коэффициент интенсивности напряжений (показатель трещиностойкости материала) $K_{Iк}$, при котором происходит образование трещины и разрушение проводника. Зная его значение, можно определить соответствующее критическое растягивающее напряжение σ_k , при котором локальный технологический дефект развивается в трещину.

В свою очередь, напряжения в материале проводника определяются исходя из внешних воздействий на плату в условиях эксплуатации. Внешние воздействия, которые провоцируют развитие скрытых дефектов, достаточно разнообразны — механические усилия, температурные напряжения, коррозионное и поверхностно-активное воздействие окружающей среды, временное изменение свойств материала.

Одним из наиболее распространенных воздействий на бортовую РЭА являются вибрационные нагрузки, в результате которых в элементах печатного монтажа возникают динамические напряжения. Они определяются согласно [174] следующим образом.

Определив деформации в узлах модели ϵ_{xx} и ϵ_{yy}

$$\epsilon_{xx} = \frac{\delta}{2(1-\nu^2)} \left(\frac{\partial^2 w_i}{\partial x^2} + \nu \frac{\partial^2 w_i}{\partial y^2} \right),$$

$$\epsilon_{yy} = \frac{\delta}{2(1-\nu^2)} \left(\frac{\partial^2 w_i}{\partial y^2} + \nu \frac{\partial^2 w_i}{\partial x^2} \right),$$

где ν — коэффициент Пуассона.

Определяем соответствующие нормальные напряжения:

$$\sigma_{xx} = E \cdot \epsilon_{xx},$$

$$\sigma_{yy} = E \cdot \epsilon_{yy}.$$

Для расчета касательных напряжений предварительно рассчитаем перерезывающие силы в соответствующих плоскостях:

$$H_{L_{zx}} = \epsilon_{xx} \cdot \left(\frac{\partial^3 w_i}{\partial x^3} + (2-\nu) \frac{\partial^3 w_i}{\partial x \partial y^2} \right),$$

$$H_{L_{zy}} = \epsilon_{yy} \cdot \left(\frac{\partial^3 w_i}{\partial y^3} + (2-\nu) \frac{\partial^3 w_i}{\partial y \partial x^2} \right).$$

Касательные напряжения рассчитаем следующим образом:

$$\tau_{zx} = \frac{H_{L_{zx}}}{h_y \cdot \delta},$$

$$K_I = \sigma \sqrt{lY(\lambda)},$$

$$\lambda = \frac{1}{b},$$

$$(\lambda < 0,7),$$

$$Y(\lambda) = 1,99 - 0,41\lambda + 18,70\lambda^2 - 38,48\lambda^3 + 53,83\lambda^4.$$

Для случая рис. 7.4 б) эти формулы имеют вид:

$$K_I = \sigma \sqrt{\pi l Y(\lambda)},$$

$$\lambda = \frac{1}{b},$$

$$(\lambda < 0,7),$$

$$Y(\lambda) = 1 + 0,128\lambda - 0,288\lambda^2 + 1,525\lambda^3.$$

В нашем случае интерес представляет критический коэффициент интенсивности напряжений (показатель трещиностойкости материала) K_{Ic} , при котором происходит образование трещины и разрушение проводника. Зная его значение, можно определить соответствующее критическое растягивающее напряжение σ_c , при котором локальный технологический дефект развивается в трещину.

В свою очередь, напряжения в материале проводника определяются исходя из внешних воздействий на плату в условиях эксплуатации. Внешние воздействия, которые провоцируют развитие скрытых дефектов, достаточно разнообразны — механические усилия, температурные напряжения, коррозионное и поверхностно-активное воздействие окружающей среды, временное изменение свойств материала.

Одним из наиболее распространенных воздействий на бортовую РЭА являются вибрационные нагрузки, в результате которых в элементах печатного монтажа возникают динамические напряжения. Они определяются согласно [174] следующим образом.

Определив деформации в узлах модели ε_{xx} и ε_{yy}

$$\varepsilon_{xx} = \frac{\delta}{2(1-\nu^2)} \left(\frac{\partial^2 w_i}{\partial x^2} + \nu \frac{\partial^2 w_i}{\partial y^2} \right),$$

$$\varepsilon_{yy} = \frac{\delta}{2(1-\nu^2)} \left(\frac{\partial^2 w_i}{\partial y^2} + \nu \frac{\partial^2 w_i}{\partial x^2} \right),$$

где ν — коэффициент Пуассона.

Определяем соответствующие нормальные напряжения:

$$\sigma_{xx} = E \cdot \varepsilon_{xx},$$

$$\sigma_{yy} = E \cdot \varepsilon_{yy}.$$

Для расчета касательных напряжений предварительно рассчитаем перерезывающие силы в соответствующих плоскостях:

$$H_{L_{zx}} = \varepsilon_{xx} \cdot \left(\frac{\partial^3 w_i}{\partial x^3} + (2-\nu) \frac{\partial^3 w_i}{\partial x \partial y^2} \right),$$

$$H_{L_{zy}} = \varepsilon_{yy} \cdot \left(\frac{\partial^3 w_i}{\partial y^3} + (2-\nu) \frac{\partial^3 w_i}{\partial y \partial x^2} \right).$$

Касательные напряжения рассчитаем следующим образом:

$$\tau_{zx} = \frac{H_{L_{zx}}}{h_y \cdot \delta},$$

$$\tau_{zy} = \frac{H_{L_{zy}}}{h_x \cdot \delta},$$

где h_x, h_y — шаг сетки по оси X и Y соответственно.

Определив таким образом напряжения, возникающие в области трещины в процессе воздействия на плату вибрационных нагрузок и сравнив их с критическим значением, полученным исходя из анализа параметров дефекта, при котором трещина увеличивается, возможно сделать вывод о том, будет распространяться трещина дальше или нет.

Таким образом, рассмотренная модель развития технологических дефектов печатных в трещину, которая может явиться в условиях эксплуатации причиной отказа бортовой РЭА, позволяет осуществить поиск потенциально опасных дефектов еще на стадии изготовления печатных плат до осуществления монтажа навесных элементов.

Литература:

1. Затылкин, А. В. Исследование динамических характеристик стержневых элементов конструкций РЭС волновым методом/Затылкин А. В., Голушко Д. А., Рындин Д. А. // Инновационные информационные технологии. 2013. Т. 3. № 2. с. 129–135.
2. Особенности разработки макромоделей надежности сложных электронных систем/Юрков Н. К., Затылкин А. В., Полесский С. Н., Иванов И. А., Лысенко А. В. // Труды международного симпозиума Надежность и качество. 2014. Т. 1. с. 101–102.
3. Таньков, Г. В. Моделирование тепловых процессов в стержневых конструкциях РЭС/Таньков Г. В., Затылкин А. В. // Труды международного симпозиума Надежность и качество. 2007. Т. 1. с. 257–258.
4. Функциональная модель информационной технологии обеспечения надежности сложных электронных систем с учетом внешних воздействий/Юрков Н. К., Затылкин А. В., Полесский С. Н., Иванов И. А., Лысенко А. В. // Труды международного симпозиума Надежность и качество. 2014. Т. 1. с. 184–187.
5. Голушко, Д. А. Методика прогнозирования ресурса электрорадиоэлементов печатного узла в условиях внешних вибрационных воздействий/Голушко Д. А., Затылкин А. В., Калашников В. С. // Вопросы радиоэлектроники. 2015. № 6 (6). с. 105–112.
6. Затылкин, А. В. Индукционный виброметр с датчиком сейсмического типа/Затылкин А. В., Таньков Г. В., Рындин Д. А. // Инновационные информационные технологии. 2013. Т. 3. № 2. с. 135–143.
7. Калашников, В. С. Вибрационные воздействия как причина отказов изделий авиационной техники/Калашников В. С., Яшин Д. С., Затылкин А. В. // Труды международного симпозиума Надежность и качество. 2015. Т. 1. с. 314–316.
8. Голушко, Д. А. О скорости изменения частоты при проведении испытаний для определения динамических характеристик конструкции/Голушко Д. А., Затылкин А. В., Лысенко А. В. // XXI век: итоги прошлого и проблемы настоящего плюс. 2015. № 4 (26). с. 147–154.
9. Лысенко, А. В. Конструкция и методика расчета гибридного виброамортизатора с электромагнитной компенсацией/Лысенко А. В., Затылкин А. В., Ястребова Н. А. Вестник Пензенского государственного университета. 2013. № 4. с. 73–78.
10. Юрков, Н. К. Методика поддержки актуальности баз знаний автоматизированных обучающих систем на основе применения экспертных методов/Юрков Н. К., Затылкин А. В. // В сборнике: Материалы конференции «управление в технических, эргатических, организационных и сетевых системах» Под редакцией С. Н. Васильева, И. А. Каляева, Д. А. Новикова, Г. Г. Себрякова. 2012. с. 1139–1143.
11. Затылкин, А. В. Алгоритм стратегии управления обучением в ИКОС/Затылкин А. В., Демьянов А. В. // Современные информационные технологии. 2006. № 4. с. 110–113.
12. Голушко, Д. А. Методика исследования динамических характеристик технических систем на основе рассогласования фаз внешнего вибрационного воздействия/Голушко Д. А., Затылкин А. В., Герасимов О. Н. // Надежность и качество сложных систем. 2014. № 4 (8). с. 88–92.
13. Герасимов, О. Н. Программная система оценки качества демпфирования проектируемой системы пассивной амортизации бортовых электронных средств/Герасимов О. Н., Затылкин А. В., Юрков Н. К. // Труды международного симпозиума Надежность и качество. 2015. Т. 1. с. 309–312.
14. Юрков, Н. К. Интерфейс взаимодействия многоканального виброиспытательного оборудования с программной средой управления исследованиями/Юрков Н. К., Затылкин А. В., Голушко Д. А. // В сборнике: XII Всероссийское совещание по проблемам управления ВСПУ-2014 Институт проблем управления им. В. А. Трапезникова РАН. 2014. с. 7203–7208.

Разработка автоматизированной системы позиционирования измерительного элемента для средств контроля и диагностики бортовой радиоэлектронной аппаратуры

Голушко Дмитрий Александрович, кандидат технических наук, младший научный сотрудник;
Бушмелев Петр Евгениевич, кандидат технических наук, доцент;
Пивкин Антон Викторович, кандидат технических наук, доцент
Пензенский государственный университет

В статье рассмотрен вопрос автоматизации системы позиционирования измерительного элемента для средств контроля и диагностики бортовой радиоэлектронной аппаратуры. В качестве измерительного элемента предложено использование вибродатчика индукционного типа, который входит в точечный контакт с исследуемым образцом посредством стержневых толкателей и из-за особенностей конструкции пружинного подвеса его масса не вносит искажений в динамические характеристики исследуемой системы. Разработана структурная схема автоматизированной системы позиционирования. Предложен протокол управляющих команд, разработан интерфейс программного модуля управления.

Ключевые слова: вибрация, надежность, радиоэлектронные средства, измерения, автоматизация, диагностика, контроль.

Анализ опубликованных результатов исследований показывает, что проблема технической эффективности виброиспытаний бортовой радиоэлектронной аппаратуры (РЭА) является комплексной и связана с решением четырех взаимосвязанных задач [1–4]:

- 1) Повышение адекватности испытательных и реальных режимов вибрации.
- 2) Точность воспроизведения испытательных режимов на стендах.
- 3) Достоверность измерительной информации о режимах вибрации и динамических реакциях объекта исследования ОИ.
- 4) Информативность вибрационных испытаний (ВИ).

Наиболее узкое место в средствах измерения вибрации — первичные измерительные преобразователи (датчики) [5, 6]. По совокупности метрологических и эксплуатационных характеристик пьезоэлектрические ВИП сейсмического типа в наибольшей степени удовлетворяют требованиям вибрационных испытаний. Однако при их использовании систематические ошибки, связанные с чувствительностью этих преобразователей к деформациям основания и низкой частотой поперечных резонансов, лежащих внутри рабочего диапазона измерений, могут составлять сотни процентов. Так как частотный диапазон работы акселерометров находится в полосе частот от единиц герц до 5 кГц, требуется особое внимание уделять креплению акселерометра на ОИ. Погрешности, возникающие из-за недостаточной жесткости крепления воздействуют главным образом на частотную характеристику акселерометра и искажают измерение [7–9].

Присутствие массы акселерометра на поверхности исследуемого объекта искажает измеряемую величину [5]. Поэтому дополнительная масса должна быть сведена к минимуму, особенно когда объект измерения очень упругий или имеет малую массу. Кроме того, крепление акселерометра на небольшой и легкой детали может привести к локальному увеличению жесткости, что искажает амплитуды и частоты резонансов. Кроме малой массы, датчик должен обладать малой опорной поверхностью по сравнению с поверхностью исследуемого объекта [5].

Последняя проблема — информативности стендовых испытаний — в настоящее время рассматривается различными отраслями наук: физикой отказов, технической диагностикой, теорией моделирования технических систем, автотрией. Информативность характеризует одну из существенных сторон стендовых испытаний, связанную с полнотой описания колебательных свойств ОИ.

Главные проблемы, которые нужно решить в области натурального эксперимента и физического моделирования колебательных процессов конструктивных элементов РЭА это учет деформационной составляющей вибрационного воздействия, исключение влияния датчиков на исследуемый объект и устранение зависимости погрешности измерения от частоты.

Для решения задачи исключения влияния датчиков на исследуемый объект предлагается использовать индукционные вибропреобразователи прямого действия, предназначенные для измерения скорости вибросилового воздействия линейных и угловых перемещений. Датчик состоит из подвижной системы, включающей сейсмическую массу и элемент связывающий ее с корпусом и маг-

нитной системы. При измерении скорости вибрационных колебаний исследуемого объекта преобразование скорости перемещения относительно корпуса в электрический сигнал обычно обеспечивается катушкой, связанной с сейсмической массой и перемещающейся относительно магнитного сердечника, скрепленного с корпусом датчика. Электродинамические сейсмические датчики скорости обладают очень большой чувствительностью и выходной сигнал соответствует уровню до 50 мВ.

Выходной сигнал вибропреобразователя может быть проинтегрирован или продифференцирован во времени с помощью электрических интегрирующих или дифференцирующих устройств [10–12]. После этих преобразований сигнал становится пропорциональным соответственно перемещению или ускорению. Вибродатчик индукционного типа во время измерения амплитуд вибрации при поиске центров пучностей входит в точечный контакт с исследуемым образом посредством стержневых толкателей, осуществляющих необходимое нажатие на поверхность.

Отличительной особенностью используемых вибропреобразователей является внешнее закрепление по отношению к ОИ, способствующее снижению влияния присоединенной массы и упругости на результаты измерений. Таким образом, взаимодействие ОИ с ВИП осуществляется лишь статическими силами и силами инфранизких частот, обеспечивающими пространственную стабилизацию положения системы. Для сил частот исследуемого диапазона система оказывается виброизолированной, что обеспечивается наличием во всех взаимодействующих с системой устройствах упругого промежуточного звена с малой жесткостью, практически полностью отражающего колебания [13].

Система позиционирования построена на базе станка PLRA4 фирмы Purelogic. Система позиционирования осуществляет перемещение ВИП по осям X, Y и Z с мак-

симальной скоростью до 5000 мм/мин. Движение осуществляется шаговыми двигателями и ограничивается концевыми датчиками по всем трем осям. Структурная схема системой позиционирования представлена на рисунке 1.

Управление системой позиционирования ИИиУС реализовано на микроконтроллере AVR, модель atmega8, для работы с высокотокковой нагрузкой, используется готовое решение Pololu, в виде драйвера шаговых двигателей, на микросхеме DRV8825 от Texas Instruments, задающего максимальный ток обмотки в 2,5 А, при напряжении источника питания 24 В и температуре 25 °С.

Тактирование микроконтроллера производится от внешнего кварцевого резонатора с частотой 11,0592 мГц. Тактирование микросхемы DRV8825 осуществляется внутренним источником сигнала, позволяющим драйверу принимать управляющие сигналы STEP с максимальной частотой в 250 кГц. Блок управления шаговыми двигателями поддерживает режим дробления шага, микрошаг (microstepping) (коэффициенты дробления: 1/2/4/8/16/32), что позволяет добиться более плавного хода и более точного позиционирования шаговых двигателей. Микрошаг так же является, одним из средств борьбы с таким неприятным явлением, как резонанс ротора шагового двигателя, особенно проявляющийся при низких частотах вращения. На практике эффект резонанса приводит к трудностям при работе на частоте, близкой к резонансной. Момент удержания на частоте резонанса равен нулю и без принятия специальных мер шаговый двигатель не может при разгоне пройти резонансную частоту [14]. В любом случае, явление резонанса способно существенно ухудшить точностные характеристики привода. В системах с низким демпфированием существует опасность потери шагов или повышения шума, когда двигатель работает вблизи резонансной частоты.

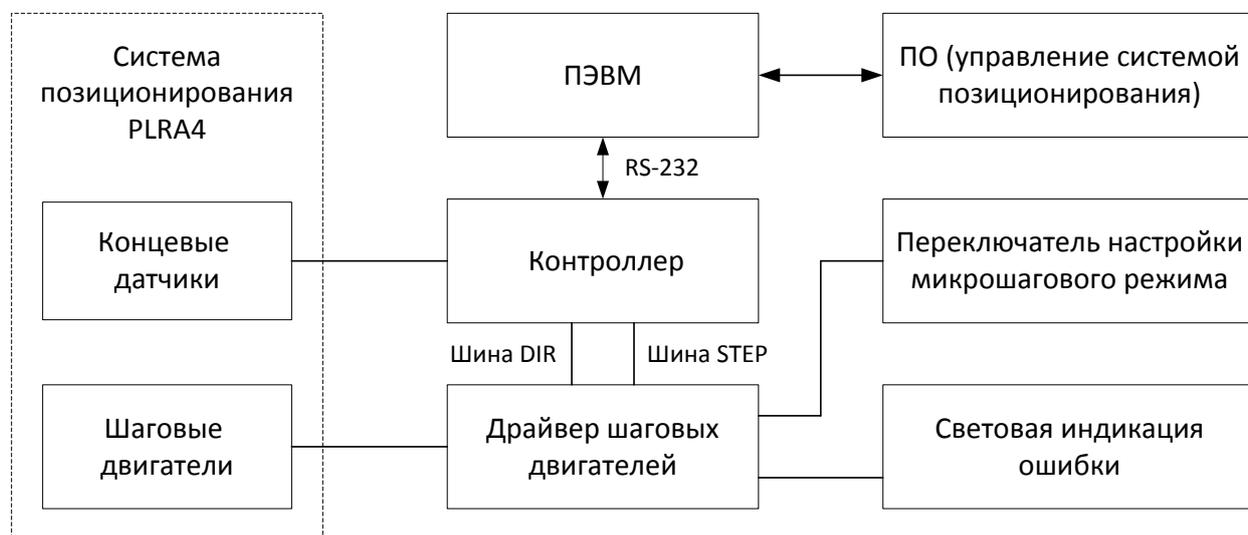


Рис. 1. Структурная схема системой позиционирования

В некоторых случаях проблемы могут возникать и на гармониках частоты основного резонанса.

Помимо ведущего микроконтроллера, задание режима работы ИИиУС производится DIP-переключателем на 9 позиций, конструктивно разделённым на 3 группы по 3 рычажка, замыкающих соответствующую пару контактов.

Микросхема DRV8825 имеет встроенную защиту от перегрева и от короткого замыкания обмоток, срабатывающую при превышении силы тока значения 3А. Суть защиты заключается в экстренном прекращении работы H-мостов интегральной схемы, остановки работы логического блока индексации и контроля шагов и подаче сигнала FAULT, зажигающего соответствующий светодиод на панели индикации ошибки.

По интерфейсу rs232, микроконтроллер получает команды от ЭВМ с предустановленным ПО, либо от пульта управления (ДУ). Команды делятся на два основных типа: а) вращение по/против часовой стрелке; б) перемещение на конкретную величину (доступные только из специали-

зированного ПО). В таблице 1 представлены команды управления типа А.

Команды типа Б представляют собой пакет из 5 байтов, с заголовком «send» 0b00000000 (bin), 0 (dec). После приёма заголовка, микроконтроллер ожидает инструкцию «to*» (где вместо * ось X, Y, или Z), состоящую из 1-го байта информации выборе оси для вращения и 3х байт, указывающих (в открытом виде) количество шагов, определяющие величину оборота ротора выбранной оси.

В последних трёх байтах старший бит отвечает за направление вращения, оставшиеся 23 бита, при максимальном делении шага «32» (6400 шагов на оборот) и шаге ШВП 0,4 мм/об определяют абсолютное перемещение на более чем 524 миллиметра, чего хватает для позиционирования на поверхности формата А4.

На рисунке 2 представлен графический интерфейс программного модуля управления системой позиционирования ИИиУС. Во вкладке «Control» расположены элементы непосредственного управления вращением двигателей

Таблица 1. Команды управления типа А

№	Команда	Код команды bin/dec	Действие
1	x —	0b00000001/1	Начать вращение оси X против часовой стрелки
2	x+	0b00000010/2	Начать вращение оси X по часовой стрелке
3	xS	0b00000011/3	Остановить вращение оси X
4	y —	0b00000100/4	Начать вращение оси Y против часовой стрелки
5	y+	0b00000101/5	Начать вращение оси Y по часовой стрелке
6	yS	0b00000110/6	Остановить вращение оси Y
7	z —	0b00000111/7	Начать вращение оси Z против часовой стрелки
8	z+	0b00001000/8	Начать вращение оси Z по часовой стрелке
9	zS	0b00001001/9	Остановить вращение оси Z

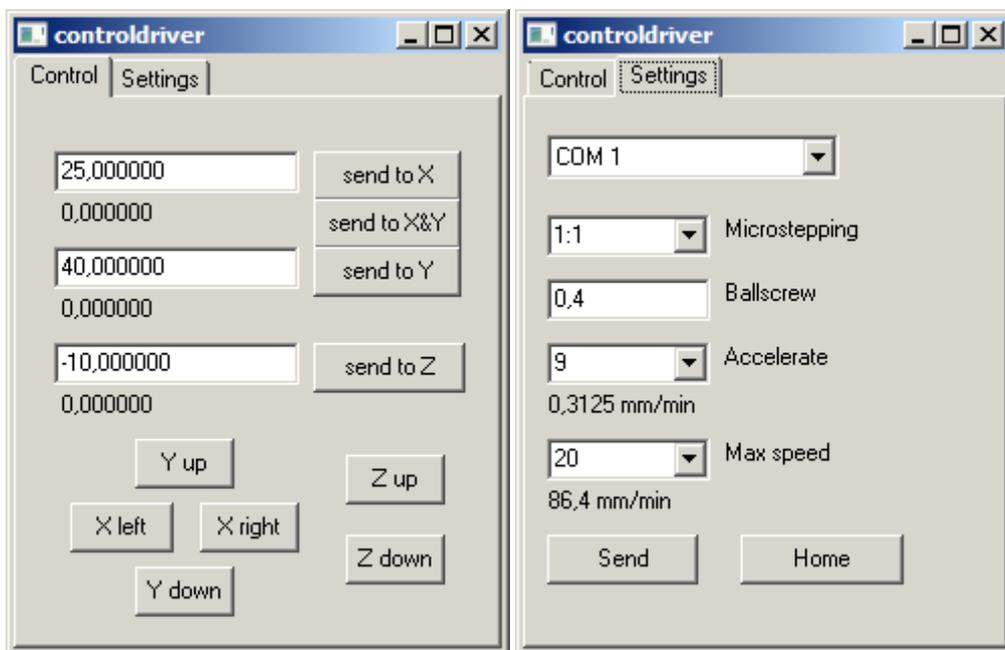


Рис. 2. Интерфейс модуля управления системой позиционирования

и элементы задающие координату для перемещения в мм. Во вкладке «Settings» расположены элементы выбора последовательного интерфейса для связи с atmega8. Ниже, в выпадающих списках «Microstepping» и «Ballscrew» выбираются значения деления шага и шага ШВП, для приведения неявного значения количества оборотов ШД в миллиметры перемещения вибродатчика на плоскости. В выпадающих списках «Accelerate» и «Maxspeed» возможно корректирование значений разгона/торможения и максимальной скорости вращения ротора шагового двигателя. Кнопка «Send» отправляет в микроконтроллер заданные/изменённые параметры, кнопка «Home» подает команду станку: определить абсолютный ноль системы позиционирования. В результате, появляется возможность управлять перемещением станка по координатам.

Получив инструкции, отвечающие за перемещение, микроконтроллер посылает сигналы управления STEP/DIR драйверам шаговых двигателей. Важным моментом является разгон. При осуществлении разгона или торможения важно правильно выбрать закон изменения скорости и максимальное ускорение. Ускорение должно быть тем меньше, чем выше инерционность нагрузки. Критерий правильного выбора режима разгона — это осуществление разгона до нужной скорости для конкретной нагрузки за минимальное время. В разработанной ИИиУС применен разгон и торможение с постоянным ускорением. Реализация закона, по которому будет производится ускорение или торможение двигателя, производится программно, управляющим микроконтроллером.

Литература:

1. Таньков, Г.В. Моделирование тепловых процессов в стержневых конструкциях РЭС/Таньков Г.В., Затылкин А.В. // Труды международного симпозиума Надежность и качество. 2007. Т. 1. с. 257–258.
2. Затылкин, А. В. Исследование динамических характеристик стержневых элементов конструкций РЭС волновым методом/Затылкин А. В., Голушко Д. А., Рындин Д. А. // Инновационные информационные технологии. 2013. Т. 3. № 2. с. 129–135.
3. Функциональная модель информационной технологии обеспечения надежности сложных электронных систем с учетом внешних воздействий/Юрков Н. К., Затылкин А. В., Полесский С. Н., Иванов И. А., Лысенко А. В. // Труды международного симпозиума Надежность и качество. 2014. Т. 1. с. 184–187.
4. Особенности разработки макромоделей надежности сложных электронных систем/Юрков Н. К., Затылкин А. В., Полесский С. Н., Иванов И. А., Лысенко А. В. // Труды международного симпозиума Надежность и качество. 2014. Т. 1. с. 101–102.
5. Затылкин, А.В. Индукционный виброметр с датчиком сейсмического типа/Затылкин А.В., Таньков Г.В., Рындин Д. А. // Инновационные информационные технологии. 2013. Т. 3. № 2. с. 135–143.
6. Лысенко, А.В. Конструкция и методика расчета гибридного виброамортизатора с электромагнитной компенсацией/Лысенко А.В., Затылкин А.В., Ястребова Н.А. Вестник Пензенского государственного университета. 2013. № 4. с. 73–78.
7. Юрков, Н.К. Методика поддержки актуальности баз знаний автоматизированных обучающих систем на основе применения экспертных методов/Юрков Н.К., Затылкин А.В. // В сборнике: Материалы конференции «управление в технических, эргатических, организационных и сетевых системах «Под редакцией С.Н. Васильева, И.А. Каляева, Д.А. Новикова, Г.Г. Себрякова. 2012. с. 1139–1143.
8. Юрков, Н.К. Интерфейс взаимодействия многоканального виброиспытательного оборудования с программной средой управления исследованиями/Юрков Н.К., Затылкин А.В., Голушко Д.А. // В сборнике: XII Всероссийское совещание по проблемам управления ВСПУ-2014 Институт проблем управления им. В.А. Трапезникова РАН. 2014. с. 7203–7208.
9. Затылкин, А.В. Алгоритм стратегии управления обучением в ИКОС/Затылкин А.В., Демьянов А.В. // Современные информационные технологии. 2006. № 4. с. 110–113.
10. Голушко, Д.А. Методика исследования динамических характеристик технических систем на основе рассогласования фаз внешнего вибрационного воздействия/Голушко Д.А., Затылкин А.В., Герасимов О.Н. // Надежность и качество сложных систем. 2014. № 4 (8). с. 88–92.
11. Голушко, Д.А. Методика прогнозирования ресурса электрорадиоэлементов печатного узла в условиях внешних вибрационных воздействий/Голушко Д.А., Затылкин А.В., Калашников В.С. // Вопросы радиоэлектроники. 2015. № 6 (6). с. 105–112.
12. Герасимов, О.Н. Программная система оценки качества демпферирования проектируемой системы пассивной амортизации бортовых электронных средств/Герасимов О.Н., Затылкин А.В., Юрков Н.К. // Труды международного симпозиума Надежность и качество. 2015. Т. 1. с. 309–312.
13. Калашников, В.С. Вибрационные воздействия как причина отказов изделий авиационной техники/Калашников В.С., Яшин Д.С., Затылкин А.В. // Труды международного симпозиума Надежность и качество. 2015. Т. 1. с. 314–316.

14. Голушко, Д. А. О скорости изменения частоты при проведении испытаний для определения динамических характеристик конструкции/Голушко Д. А., Затылкин А. В., Лысенко А. В. // XXI век: итоги прошлого и проблемы настоящего плюс. 2015. № 4 (26). с. 147–154.

Результаты экспертизы промышленной безопасности здания котельной участка тепловодоснабжения в г. Лиски

Добрынин Олег Валерьевич, начальник центра безопасности труда и средств физической защиты;
Петрухин Юрий Алексеевич, заместитель начальника отдела
ЗАО «Отраслевой центр внедрения» (г. Москва)

Бердников Александр Геннадьевич, технический директор
ООО «Параметр» (г. Пенза)

Алексеева Наталья Николаевна, эксперт
ООО «Аудиторская экспертная компания» (г. Санкт-Петербург)

Атюков Иван Владимирович, эксперт
ООО «Технологические системы» (г. Саратов)

Для соблюдения технических регламентов на опасных производственных объектах необходимо проводить экспертизу промышленной безопасности [1..9]. Основанием проведения экспертизы промышленной безопасности являлись требования Федерального закона № 116-ФЗ от 21.07.1997 г. «О промышленной безопасности опасных производственных объектов» [12].

Целью экспертизы являлась оценка соответствия здания требованиям промышленной безопасности по данным обследования технического состояния и эксплуатационной документации [12]. Определение возможности дальнейшей эксплуатации здания.

При проведении экспертизы промышленной безопас-

ности здания заказником были предоставлены документы, перечень которых представлен в табл. 1.

Имеющаяся на предприятии техническая документация по количеству и качеству достаточна для безопасного ведения работ. Изученная документация имеет шифр, номера или другую индикацию, необходимую для идентификации. Состояние проектной, исполнительной, эксплуатационной документации частично соответствует требованиям нормативных документов. Отсутствие некоторых документов не препятствует проведению экспертизы в полном объеме. Недостающие данные, необходимые для проведения обследования, были получены в процессе проведения экспертизы.

Таблица 1. Перечень документов, предоставленных для проведения экспертизы

№	Наименование документа	Отметка о состоянии
1	Технический паспорт	Имеется
2	Проектная, строительная документация и акт приемки здания в эксплуатацию	Рабочий проект ГСПИ «Промэнерго-проект», разделы марок АР, КЖ, КМ, КМД
3	Сертификаты, удостоверяющие качество конструкций и материалов	Отсутствуют
4	Акты расследования аварий и нарушений технологических процессов, влияющих на условия эксплуатации зданий	Имеются (шифр отсутствует)
5	Заключения экспертизы промышленной безопасности ранее проводимых экспертиз в части выполнения указаний, направленных на обеспечение безопасности эксплуатации здания	Рег. № 56-ДТ-0262–2008 от 02.04.2008 г. (ООО «УНИКУМ»)
6	Установленные нормативные сроки эксплуатации и периодичность проведения экспертизы их технического состояния здания	Имеется (шифр отсутствует)
7	Документы о текущих и капитальных ремонтах, реконструкциях строительных конструкций здания и другая эксплуатационная документация	Имеется
8	Договор страхования риска ответственности за причинение вреда при эксплуатации опасного производственного объекта	Имеется

9	Протоколы аттестации обслуживающего персонала (квалификационные удостоверения)	Протоколы, Удостоверения № 12–11–6197–02 действительно до 08.07.14, № 12–11–6380–01 действительно до 28.10.16, № 12–12–6002–07 действительно до 17.02.17, № 12–10–1305–01 действительно до 02.07.15
10	Инструкции по охране труда	Имеются
11	Должностные инструкции обслуживающего персонала	Имеются
12	Журнал опробования защит, систем пожаротушения и сигнализаций КИП	-
13	Журнал аварий и инцидентов	Имеется
14	План эвакуации персонала при пожаре	Имеется
15	Свидетельство регистрации опасного производственного объекта	Имеется

Здание состоит из нескольких пролетов имеющих раз- личную высоту. Основу несущих конструкций составляют железобетонные колонны, фермы и балки покрытия, ме- таллические фермы, выполненные из парных равнопо- лочных уголков.

Ограждающими конструкциями являются кирпичная кладка и железобетонные панели. Плиты покрытия и пе-

рекрытия железобетонные, кровля рулонная.

За условную отметку $\pm 0,000$ принят уровень пола здания. Уровень земли находится на 0,15 м ниже отметки пола.

В результате обследования были выявлены дефекты, приведенные в таблице 2.

Таблица 2. Водомость дефектов и мероприятия по их устранению

№	Наименование узла, элемента	Описание дефекта	Заключение о необходимости и сроках устранения дефекта
1	Фундамент, отмостка и полы	1.1 Частичное отсутствие отмостки	Выполнить отмостку в недостающих местах
		1.2. Наличие растительности в районе отмостки	Очистить отмостку от растительности
		1.3. Частичное разрушение покрытие пола	Восстановить покрытие пола [13]
2	Железобетонные колонны	2.1 Сколы защитного слоя (с оголением и без оголения рабочей арматуры)	Восстановить защитный слой арматуры
		2.2. Намокание поверхности железобетонных колонн	Восстановить целостность кровельного покрытия, устранить протечки воды в инженерных сетях [14–17]
		2.3. Эрозия консолей бетона колонн	Восстановить целостность консоли и произвести её усиление [18]
3	Железобетонные балки покрытия	3.1. Следы намокания железобетонных балок	Восстановить целостность кровельного покрытия [14–18]
4	Железобетонные фермы	4.1. Дефекты не выявлены	-
5	Металлические фермы	5.1. Намокание поверхности металлических ферм	Устранить следы намокания и коррозии, а затем восстановить лакокрасочное покрытие металлических ферм
		5.2. Нарушение лакокрасочного покрытия и следы коррозии на металлических фермах	
	Железобетонные балки перекрытий	6.1. Нарушение защитного слоя металлических элементов балки	Очистить металлические конструкции от нарушенного защитного слоя, произвести антикоррозионную обработку элементов, восстановить защитный слой балок
		6.2. Следы коррозии металлических элементов	
7	Металлические балки перекрытий и площадок	7.1. Намокание металлических балок	Устранить следы намокания и коррозии, а затем восстановить лакокрасочное покрытие металлических ферм
		7.2. Нарушение лакокрасочного покрытия и следы коррозии на металлических балках	

8	Ограждающие конструкции	8.1. Нарушение защитного слоя рабочей арматуры с ее оголением на площади превышающей 1/2 площади элемента	Восстановить целостность кровельного покрытия, а затем защитный слой рабочей арматуры
		8.2. Нарушение защитного слоя плит без оголения арматуры	
		8.3. Многочисленные волосяные трещины в железобетонных ограждающих панелях	Установить маяки и вести за ними наблюдения в течение 180 дней, при отсутствии повреждения маяков выполнить штукатурку по поверхности панелей
		8.4. Выветривание раствора кирпичной кладки, выпадение отдельных кирпичей	Выполнить ремонт ограждающих конструкций, инъецировать трещины, усилить или заменить ослабленные фрагменты кладки и стеновых швов
9	Кровля	9.1. Износ кровельного покрытия более 80%	Восстановить целостность рулонного ковра
		9.2. Наличие растительности на кровле	Убрать растительность с кровли
		9.2. Отсутствуют уклоны кровли в местах водоприемных воронок	Выполнить уклоны кровли в местах водоприемных воронок
		9.3. Отсутствует защита парапетов от воздействия атмосферных воздействий	Восстановить защиту парапетов [19–21]
10	Техническая документация	10.1 Не выполнены требования экспертизы промышленной безопасности № Рег. № 56-ДТ-0262–2008 от 02.04.2008 г.	Перечень согласованных мероприятий для процесса экспертизы

На основании обследования сделаны следующие выводы

1. Оценка соответствия рабочего процесса технологическому регламенту — соответствует;
2. Оценка соответствия несущих строительных конструкций проекту — проект отсутствует;
3. Оценка соответствия конструкции, исходя из анализа возможных аварийных ситуаций:
 - 3.1. Состояние фундаментов, отмостки и полов является работоспособным;
 - 3.2. Состояние железобетонных колонн является работоспособным;
 - 3.3. Состояние железобетонных балок покрытия является аварийным;
 - 3.4. Состояние железобетонных ферм является работоспособным;
 - 3.5. Состояние металлических ферм является работоспособным;
 - 3.6. Состояние железобетонных балок перекрытия является работоспособным;
 - 3.7. Состояние металлических балок перекрытий и площадок является работоспособным;
 - 3.8. Состояние ограждающих конструкций является аварийным;
 - 3.9. Состояние кровли здание является ограниченно-работоспособным;
4. Не выполнены требования экспертизы промышленной безопасности № Рег. № 56-ДТ-0262–2008

от 02.04.2008 г.

5. Определение взрывоопасности объекта-здание является взрывоопасным;
 6. Оценка соответствия площади и весовых характеристик легкосбрасываемых конструкций требуемой величине, обеспечивающей взрывоустойчивость объекта-соответствует;
 7. Оценка соответствия материалов несущих строительных конструкций государственным стандартам и строительным нормам — соответствует;
 8. Оценка достаточности вентиляции и дымоудаления-соответствует;
 9. Оценка достаточности аварийной вентиляции, автоматических средств пожаротушения, защиты от загазованности — соответствует;
 10. Результаты обследования и поверочных расчетов несущих строительных конструкций показывают, что здание находится в аварийном состоянии.
- На основании полученных выводов было дано заключение экспертизы промышленной безопасности
1. Здание не в полной мере соответствует требованиям промышленной безопасности;
 2. Здание в настоящий момент находится в аварийном состоянии;
 3. При выполнении перечня согласованных мероприятий здание может эксплуатироваться по назначению не более 3 лет.

Литература:

1. Бердников, А. Г. Экспертиза промышленной безопасности зданий на примере обрубочного корпуса ООО «ЛМЗ «Машсталь»/Арискин М. В., Бердников А. Г., Павленко В. В.// Молодой ученый. 2015. № 10 (90). с. 146–149.
2. Арискин, М. В. Металлографические исследования материала флюгера ходовой рамы крана при проведении технической экспертизы о падении крана КБ-100.3Б [Текст]/М. В. Арискин [и др.]// Молодой ученый. — 2015. — № 17. — с. 99–101
3. Арискин, М. В. Результаты технической экспертизы о причинах разрушения металлоконструкций башенного крана КБ-100.3Б [Текст]/М. В. Арискин [и др.]// Молодой ученый. — 2015. — № 17. — с. 95–99.
4. Арискин, М. В. Результаты технической экспертизы о разрушения грузозахватных приспособлений — стропов текстильных [Текст]/М. В. Арискин [и др.]// Молодой ученый. — 2015. — № 17. — с. 104–109.
5. Арискин, М. В. Результаты технической экспертизы о причинах разрушения узла крепления проушины гидроцилиндра подъёма второго колена стрелы, произошедшего в г. Нижний Ломов Пензенской области [Текст]/М. В. Арискин [и др.]// Молодой ученый. — 2015. — № 17. — с. 101–104.
6. Бердников, А. Г. Экспертиза промышленной безопасности, методы обследования/Арискин М. В., Павленко В. В., Бердников А. Г.// Новый университет. Серия: Технические науки. 2015. № 5–6 (39–40). с. 53–56.
7. Кошкарговская, Е. В. Рассмотрение построения расчётной схемы физкультурно-оздоровительного комплекса/Арискин М. В., Кошкарговская Е. В.// Современные научные исследования и инновации. 2014. № 5–1 (37). с. 68
8. Дмитриева, Н. Е. Метод обследования строительных конструкций силосов бункерного типа/Арискин М. В., Гарькин И. Н., Дмитриева Н. Е.// Современные научные исследования и инновации. 2015. № 3–2 (47). с. 42–50.
9. Загарина, М. С. Проблемы моделирования деревянных конструкций/Арискин М. В., Загарина М. С.// Вестник магистратуры. 2014. № 11–1 (38). с. 82–87.
10. Немова, Е. Ю. Экспериментальное исследования проблем проектирования сейсмостойких зданий/Арискин М. В., Немова Е. Ю. // Вестник магистратуры. 2015. № 6–1 (45). с. 65–66.
11. Загарина, М. С. Комбинированные перекрытия в современном строительстве/Арискин М. В., Загарина М. С.// Вестник магистратуры. 2014. № 12–1 (39). с. 90–91.
12. Федеральный закон № 116-ФЗ от 21.07.1997 г. «О промышленной безопасности опасных производственных объектов». Госдума РФ 21.07.1997 г.
13. Логанина, В. И. Оценка трещиностойкости отделочного слоя на основе сухой строительной смеси с применением синтезированных алюмосиликатов/Логанина В. И., Кислицына С. Н., Арискин М. В., Карнова О. В., Садовникова М. А.// Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В. Г. Шухова. 2014. № 5. с. 7–10
14. Павленко, В. В. Большепролетные несущие деревянные конструкции/Арискин М. В., Павленко В. В.// Новый университет. Серия: Технические науки. 2015. № 5–6 (39–40). с. 65–68.
15. Загарина, М. С. Использование деревянных кленных конструкций в строительстве/Арискин М. В., Загарина М. С.// Вестник магистратуры. 2014. № 12–1 (39). с. 92–94.
16. Куценко, Е. В. Моделирование многорядных соединений на центровых вклеенных кольцевых шпонках/Арискин М. В., Куценко Е. В.// Новый университет. Серия: Технические науки. 2013. № 10 (20). с. 16–22.
17. Родина, Е. В. Оценка несущей способность вклеенной кольцевой шайбы в стыковых соединениях деревянных конструкций/Арискин М. В., Агеева И. Ю., Родина Е. В.// Новый университет. Серия: Технические науки. 2013. № 2 (12). с. 44–48
18. Кислякова, Е. С. Использование стеклофибробетона в строительстве/Арискин М. В., Кислякова Е. С.// Молодой ученый. 2014. № 8. с. 128–132.
19. Арискин, М. В. Совершенствование клеиметаллических соединений деревянных конструкций с применением стальных шайб// диссертация на соискание учёной степени кандидата технических наук/Пензенский государственный университет архитектуры и строительства, Пенза 2011
20. Гуляев, Д. В. Изготовление соединений на вклеенных стальных шайбах/Арискин М. В., Гуляев Д. В., Агеева И. Ю. // Альманах современной науки и образования. 2013. № 6 (73). с. 13–15.
21. Арискин, М. В. Анализ недостатков и предложения по совершенствованию соединений на шайбах и шпонках/Арискин М. В., Никишина О. В.// Новый университет. Серия: Технические науки. 2013. № 8–9 (18–19). с. 50–52.

Результаты экспертизы промышленной безопасности здания котельной МУП «Зеленое хозяйство г. Пензы»

Добрынин Олег Валерьевич, начальник центра безопасности труда и средств физической защиты;
Петрухин Юрий Алексеевич, заместитель начальника отдела
ЗАО «Отраслевой центр внедрения» (г. Москва)

Бердников Александр Геннадьевич, технический директор
ООО «Параметр» (г. Пенза)

Алексеева Наталья Николаевна, эксперт
ООО «Аудиторская экспертная компания» (г. Санкт-Петербург)

Атюков Иван Владимирович, эксперт
ООО «Технологические системы» (г. Саратов)

Для соблюдения технических регламентов на опасных производственных объектах необходимо проводить экспертизу промышленной безопасности [1..9]. Основанием проведения экспертизы промышленной безопасности являлись требования Федерального закона № 116-ФЗ от 21.07.1997 г. «О промышленной безопасности опасных производственных объектов» [12].

Целью экспертизы являлась оценка соответствия здания требованиям промышленной безопасности по данным обследования технического состояния и эксплуатационной документации [12]. Определение возможности дальнейшей эксплуатации здания.

Котельное отделение — котельная — находится по адресу: Россия, Пензенская область, г. Пенза, ул. 40 лет Октября, 25 Лит. Б.

Котельная используется по назначению, имеет полезную площадь 1329,2 м², строительный объём — 9452 м³. Длина по наружному обмеру — 65,76 м, ширина — 19,3 м, высота — 7,3 м. Здание котельной состоит

из: насосной, бытовой мастерской, котельного зала и пожарной.

Котельная построена в 1976 году и имеет бетонный фундамент стаканного типа, бетонные полы, кирпичные наружные стены, кирпичные перегородки, железобетонные плиты покрытия, совмещенную рулонную кровлю.

В целом здание дефектов не имеет кроме указанных ниже

В ходе натурного обследования фундаментов было установлено наличие следующих дефектов:

1. Мелкие трещины в цоколе и под окнами (Категория Б.);
2. Сквозные трещины в цоколе с раскрытием более 5 мм (Кат Б.);
3. Выветривание швов кирпичной кладки в цоколе (Кат В.);
4. Наличие сорных трав в районе отмостки (Кат В.).

Дефекты цокольной части фундаментов и отмостки показаны на рис. 1–2.



Рис. 1. Трещины в цокольной части, наличие сорных трав в районе отмостки (Кат Б.)



Рис. 2. Выветривание швов кирпичной кладки в цоколе (Кат В.)

На основании обследования было дано заключение экспертизы промышленной безопасности

1. Состояние проектной и эксплуатационной документации котельной частично соответствует Российскому законодательству и требованиям нормативных документов РФ.

Дальнейшая эксплуатация здания котельной возможна только после восстановления всей необходимой эксплуатационной документации.

2. Котельное отделение — котельная имеет совокупный физический износ строительных конструкций

28%, что позволяет отнести здание к категории работоспособного.

Дальнейшая эксплуатация здания котельной возможна только после выполнения текущего ремонта, замены или усиления изношенных конструкций.

3. Следующую экспертизу промышленной безопасности провести после выполнения предписаний Формуляра данного Заключения.

4. Эксплуатация котельной должна осуществляться при условии соблюдения требований нормативных документов и современных методов восстановления несущей способности конструкций [14–21].

Литература:

1. Бердников, А.Г. Экспертиза промышленной безопасности зданий на примере обрубочного корпуса ООО «ЛМЗ «Машсталь»/Арискин М. В., Бердников А. Г., Павленко В. В.//Молодой ученый. 2015. № 10 (90). с. 146–149.
2. Арискин, М.В. Металлографические исследования материала флюгера ходовой рамы крана при проведении технической экспертизы о падении крана КБ-100.3Б [Текст]/М.В. Арискин [и др.]// Молодой ученый. — 2015. — № 17. — с. 99–101
3. Арискин, М.В. Результаты технической экспертизы о причинах разрушения металлоконструкций башенного крана КБ-100.3Б [Текст]/М.В. Арискин [и др.]// Молодой ученый. — 2015. — № 17. — с. 95–99.
4. Арискин, М.В. Результаты технической экспертизы о разрушения грузозахватных приспособлений — стропов текстильных [Текст]/М.В. Арискин [и др.]// Молодой ученый. — 2015. — № 17. — с. 104–109.
5. Арискин, М.В. Результаты технической экспертизы о причинах разрушения узла крепления проушины гидроцилиндра подъема второго колена стрелы, произошедшего в г. Нижний Ломов Пензенской области [Текст]/М.В. Арискин [и др.]// Молодой ученый. — 2015. — № 17. — с. 101–104.
6. Бердников, А.Г. Экспертиза промышленной безопасности, методы обследования/Арискин М.В., Павленко В. В., Бердников А. Г.// Новый университет. Серия: Технические науки. 2015. № 5–6 (39–40). с. 53–56.
7. Кошкарговская, Е.В. Рассмотрение построения расчётной схемы физкультурно-оздоровительного комплекса/Арискин М. В., Кошкарговская Е. В.// Современные научные исследования и инновации. 2014. № 5–1 (37). с. 68

8. Дмитриева, Н.Е. Метод обследования строительных конструкций силосов бункерного типа/Арискин М.В., Гарькин И.Н., Дмитриева Н.Е.//Современные научные исследования и инновации. 2015. № 3–2(47). с.42–50.
9. Загарина, М.С. Проблемы моделирования деревянных конструкций/Арискин М.В., Загарина М.С.// Вестник магистратуры. 2014. № 11–1 (38). с. 82–87.
10. Немова, Е.Ю. Экспериментальное исследования проблем проектирования сейсмостойких зданий/Арискин М.В., Немова Е.Ю. // Вестник магистратуры. 2015. № 6–1 (45). с. 65–66.
11. Загарина, М.С. Комбинированные перекрытия в современном строительстве/Арискин М.В., Загарина М.С.// Вестник магистратуры. 2014. № 12–1 (39). с. 90–91.
12. Федеральный закон № 116-ФЗ от 21.07.1997 г. «О промышленной безопасности опасных производственных объектов». Госдума РФ 21.07.1997 г.
13. Логанина, В.И. Оценка трещиностойкости отделочного слоя на основе сухой строительной смеси с применением синтезированных алюмосиликатов/Логанина В.И., Кислицына С.Н., Арискин М.В., Карнова О.В., Садовникова М.А.//Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. 2014. № 5. с. 7–10
14. Павленко, В.В. Большепролетные несущие деревянные конструкции/Арискин М.В., Павленко В.В.// Новый университет. Серия: Технические науки. 2015. № 5–6 (39–40). с. 65–68.
15. Загарина, М.С. Использование деревянных клеенных конструкций в строительстве/Арискин М.В., Загарина М.С.// Вестник магистратуры. 2014. № 12–1 (39). с. 92–94.
16. Куценко, Е.В. Моделирование многорядных соединений на центровых вклеенных кольцевых шпонках/Арискин М.В., Куценко Е.В.// Новый университет. Серия: Технические науки. 2013. № 10 (20). с. 16–22.
17. Родина, Е.В. Оценка несущей способности вклеенной кольцевой шайбы в стыковых соединениях деревянных конструкций/Арискин М.В., Агеева И.Ю., Родина Е.В.// Новый университет. Серия: Технические науки. 2013. № 2 (12). с. 44–48
18. Кислякова, Е.С. Использование стеклофибробетона в строительстве/Арискин М.В., Кислякова Е.С.//Молодой ученый. 2014. № 8. с. 128–132.
19. Арискин, М. В Совершенствование клеиметаллических соединений деревянных конструкций с применением стальных шайб// диссертация на соискание учёной степени кандидата технических наук/Пензенский государственный университет архитектуры и строительства, Пенза 2011
20. Гуляев, Д.В. Изготовление соединений на вклеенных стальных шайбах/Арискин М.В., Гуляев Д.В., Агеева И.Ю. // Альманах современной науки и образования. 2013. № 6 (73). с. 13–15.
21. Арискин, М.В. Анализ недостатков и предложения по совершенствованию соединений на шайбах и шпонках/Арискин М.В., Никишина О.В.// Новый университет. Серия: Технические науки. 2013. № 8–9 (18–19). с. 50–52.

Основные этапы и результаты экспертизы промышленной безопасности здания котельной с котлами ДКВР-10/13 ОАО «Молком»

Добрынин Олег Валерьевич, начальник центра безопасности труда и средств физической защиты;
Петрухин Юрий Алексеевич, заместитель начальника отдела
ЗАО «Отраслевой центр внедрения» (г. Москва)

Бердников Александр Геннадьевич, технический директор
ООО «Параметр» (г. Пенза)

Алексеева Наталья Николаевна, эксперт
ООО «Аудиторская экспертная компания» (г. Санкт-Петербург)

Атюков Иван Владимирович, эксперт
ООО «Технологические системы» (г. Саратов)

Для соблюдения технических регламентов на опасных производственных объектах необходимо проводить экспертизу промышленной безопасности [1..9]. Основанием проведения экспертизы промышленной без-

опасности являлись требования Федерального закона № 116-ФЗ от 21.07.1997 г. «О промышленной безопасности опасных производственных объектов» [12].

Целью экспертизы являлась оценка соответствия здания требованиям промышленной безопасности по данным обследования технического состояния и эксплуатационной документации [12]. Определение возможности дальнейшей эксплуатации здания.

Объем экспертизы определяется согласно ПБ 03–246–98:

Объем экспертизы согласно ПБ 03–246–98:

- Изучение технической документации на объект.
 - Натурное обследование строительных конструкций.
 - Выявление дефектов и повреждений, оценка их влияния на несущую способность.
 - Проведение неразрушающих испытаний.
 - Выполнение поверочных расчетов.
 - Оценка остаточного ресурса строительных конструкций.
 - Оценка технического состояния конструктивных элементов.
 - Разработка рекомендаций по дальнейшей эксплуатации объекта экспертизы.
 - Составление заключения экспертизы промышленной безопасности в соответствии с требованиями нормативно-технической документации
 - Результаты обмерных работ
- Действие заключения экспертизы распространяется на здание котельной признак опасности объекта 2.1, 2.2. Действие экспертизы не распространяется на технологи-

ческое оборудование, установленное в здании.

Краткая характеристика объекта экспертизы: здание имеет габаритные размеры по осям 18×48 м. Высота помещения цеха до низа несущих конструкций составляет 7 м. Площадь составляет 864 м², объем 6048 м³.

Здание одноэтажное с полным каркасом имеет один пролет, Каркас выполнен из железобетонных колонн, уложенных по ним железобетонных фермах, ограждающие конструкции выполнены из кирпичной кладки и железобетонных панелей, покрытие выполнено из железобетонных плит покрытия. В здании работают три котлы ДКВР-10/13.

При анализе представленной документации сделан вывод: Состояние проектной, исполнительной, эксплуатационной документации частично соответствует требованиям нормативных документов. Отсутствие некоторых документов не препятствует проведению экспертизы в полном объеме. Недостающие данные, необходимые для проведения обследования, были получены в процессе проведения экспертизы.

Ниже приведены наиболее существенные дефекты выявленные при обследовании здания:

Отдельные трещины и выбоины с шириной трещин менее 5 мм (рис. 1.);

Выпадение отдельных кирпичей (рис. 2.);

Замачивание ограждающих конструкций (рис. 3.);

Нарушена целостность кровельного покрытия (рис. 4.)



Рис. 1. Отдельные трещины и выбоины с шириной трещин менее 5 мм (Категория В)



Рис. 2. Выпадение отдельных кирпичей (Категория В)



Рис. 3. Замачивание ограждающих конструкций (Категория В)

Рекомендации по устранению выявленных дефектов были представлены в виде формуляра и включали в себя современные методы восстановления несущих конструкций здания [13–21].

По результатам обследования сделаны следующие выводы:

1. Оценка соответствия рабочего процесса технологическому регламенту — соответствует;
2. Оценка соответствия несущих строительных конструкций проекту — проект отсутствует;
3. Оценка соответствия конструкции, исходя из анализа возможных аварийных ситуаций:

3.1. Состояние фундаментов, отмостки и полов является работоспособным;

3.2. Состояние железобетонных колонн является работоспособным;

3.3. Состояние железобетонных ферм является работоспособным;

3.4. Состояние ограждающих конструкций является работоспособным;

3.5. Состояние кровли здания является ограниченно-работоспособным;

3.6. Выявленные дефекты являются следствием нормального развития и накопления возрастных дефектов строительных конструкций и не оказывают влияния



Рис. 4. Нарушена целостность кровельного покрытия (Категория Б)

на безопасность здания в целом, не представляют угрозу жизни и здоровью персонала, не могут являться источником развития аварийных ситуаций и могут быть устранены в ходе ремонта;

4. Определение взрывоопасности объекта-здание является взрывоопасным;

5. Оценка соответствия площади и весовых характеристик легкобросываемых конструкций требуемой величине, обеспечивающей взрывоустойчивость объекта-соответствует;

6. Оценка соответствия материалов несущих строительных конструкций государственным стандартам и строительным нормам — соответствует;

7. Оценка достаточности вентиляции и дымоудаления-соответствует;

8. Оценка достаточности аварийной вентиляции, автоматических средств пожаротушения, защиты от загазованности — соответствует (имеются сигнализаторы СГГ-1, СОУ-1, СГГ6М).

На основании выводов по обследованию технического состояния конструкций здания выдано заключение экспертизы промышленной безопасности.

1. Здание соответствует требованиям промышленной безопасности;

2. Здание имеет совокупный физический износ строительных конструкций 29%;

3. Строительные конструкции здания в настоящий момент находятся в ограниченно работоспособном состоянии;

4. Эксплуатация здания допускается сроком на 5 (пять) лет, при выполнении согласованных мероприятий.

Литература:

1. Бердников, А.Г. Экспертиза промышленной безопасности зданий на примере обрубочного корпуса ООО «ЛМЗ «Машсталь»/Арискин М. В., Бердников А. Г., Павленко В. В.//Молодой ученый. 2015. № 10 (90). с. 146–149.
2. Арискин, М.В. Металлографические исследования материала флюгера ходовой рамы крана при проведении технической экспертизы о падении крана КБ-100.3Б [Текст]/М.В. Арискин [и др.]// Молодой ученый. — 2015. — № 17. — с. 99–101
3. Арискин, М.В. Результаты технической экспертизы о причинах разрушения металлоконструкций башенного крана КБ-100.3Б [Текст]/М.В. Арискин [и др.]// Молодой ученый. — 2015. — № 17. — с. 95–99.
4. Арискин, М.В. Результаты технической экспертизы о разрушения грузозахватных приспособлений — стропов текстильных [Текст]/М.В. Арискин [и др.]// Молодой ученый. — 2015. — № 17. — с. 104–109.
5. Арискин, М.В. Результаты технической экспертизы о причинах разрушения узла крепления проушины гидроцилиндра подъема второго колена стрелы, произошедшего в г. Нижний Ломов Пензенской области [Текст]/М.В. Арискин [и др.]// Молодой ученый. — 2015. — № 17. — с. 101–104.
6. Бердников, А.Г. Экспертиза промышленной безопасности, методы обследования/Арискин М.В., Павленко В. В., Бердников А. Г.// Новый университет. Серия: Технические науки. 2015. № 5–6 (39–40). с. 53–56.
7. Кошкарговская, Е.В. Рассмотрение построения расчётной схемы физкультурно-оздоровительного комплекса/Арискин М. В., Кошкарговская Е. В.// Современные научные исследования и инновации. 2014. № 5–1 (37). с. 68

8. Дмитриева, Н.Е. Метод обследования строительных конструкций силосов бункерного типа/Арискин М.В., Гарькин И.Н., Дмитриева Н.Е.//Современные научные исследования и инновации. 2015. № 3–2 (47). с. 42–50.
9. Загарина, М.С. Проблемы моделирования деревянных конструкций/Арискин М.В., Загарина М.С.// Вестник магистратуры. 2014. № 11–1 (38). с. 82–87.
10. Немова, Е.Ю. Экспериментальное исследования проблем проектирования сейсмостойких зданий/Арискин М.В., Немова Е.Ю. // Вестник магистратуры. 2015. № 6–1 (45). с. 65–66.
11. Загарина, М.С. Комбинированные перекрытия в современном строительстве/Арискин М.В., Загарина М.С.// Вестник магистратуры. 2014. № 12–1 (39). с. 90–91.
12. Федеральный закон № 116-ФЗ от 21.07.1997 г. «О промышленной безопасности опасных производственных объектов». Госдума РФ 21.07.1997 г.
13. Логанина, В.И. Оценка трещиностойкости отделочного слоя на основе сухой строительной смеси с применением синтезированных алюмосиликатов/Логанина В.И., Кислицына С.Н., Арискин М.В., Карнова О.В., Садовникова М.А.//Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. 2014. № 5. с. 7–10
14. Павленко, В.В. Большепролетные несущие деревянные конструкции/Арискин М.В., Павленко В.В.// Новый университет. Серия: Технические науки. 2015. № 5–6 (39–40). с. 65–68.
15. Загарина, М.С. Использование деревянных клеенных конструкций в строительстве/Арискин М.В., Загарина М.С.// Вестник магистратуры. 2014. № 12–1 (39). с. 92–94.
16. Куценко, Е.В. Моделирование многорядных соединений на центровых вклеенных кольцевых шпонках/Арискин М.В., Куценко Е.В.// Новый университет. Серия: Технические науки. 2013. № 10 (20). с. 16–22.
17. Родина, Е.В. Оценка несущей способности вклеенной кольцевой шайбы в стыковых соединениях деревянных конструкций/Арискин М.В., Агеева И.Ю., Родина Е.В.// Новый университет. Серия: Технические науки. 2013. № 2 (12). с. 44–48
18. Кислякова, Е.С. Использование стеклофибробетона в строительстве/Арискин М.В., Кислякова Е.С.//Молодой ученый. 2014. № 8. с. 128–132.
19. Арискин, М. В Совершенствование клеиметаллических соединений деревянных конструкций с применением стальных шайб// диссертация на соискание учёной степени кандидата технических наук/Пензенский государственный университет архитектуры и строительства, Пенза 2011
20. Гуляев, Д.В. Изготовление соединений на вклеенных стальных шайбах/Арискин М.В., Гуляев Д.В., Агеева И.Ю. // Альманах современной науки и образования. 2013. № 6 (73). с. 13–15.
21. Арискин, М.В. Анализ недостатков и предложения по совершенствованию соединений на шайбах и шпонках/Арискин М.В., Никишина О.В.// Новый университет. Серия: Технические науки. 2013. № 8–9 (18–19). с. 50–52.

Результаты экспертизы промышленной безопасности здания ОАО Дрожжевой завод «Пензенский» с котлами ДКВР-10/13

Добрынин Олег Валерьевич, начальник центра безопасности труда и средств физической защиты;
Петрухин Юрий Алексеевич, заместитель начальника отдела
ЗАО «Отраслевой центр внедрения» (г. Москва)

Бердников Александр Геннадьевич, технический директор
ООО «Параметр» (г. Пенза)

Алексеева Наталья Николаевна, эксперт
ООО «Аудиторская экспертная компания» (г. Санкт-Петербург)

Атюков Иван Владимирович, эксперт
ООО «Технологические системы» (г. Саратов)

Для соблюдения технических регламентов на опасных производственных объектах необходимо проводить экспертизу промышленной безопасности [1..9]. Основанием проведения экспертизы промышленной безопасности являлись требования Федерального закона

№ 116-ФЗ от 21.07.1997 г. «О промышленной безопасности опасных производственных объектов» [12].

Объектом экспертизы являлось здание, находящееся по адресу: Россия, Пензенская область, г. Пенза ул. Московская/Долгова, д. 119/1, лит. А1.

Здание используется по назначению, имеет полезную площадь 593,4 м², строительный объём — 3453,48 м³. Здание имеет переменную этажность (1–3 этажа). Длина по наружному обмеру — 25,45 м, ширина — 14,35 м, общая высота — 12,6 м. Здание состоит из насосной, котельного зала и производственно-подсобных помещений.

Здание построено в 1993 году и имеет бетонный фундамент ленточного типа и стаканного типа, ж/б колонны, кирпичные наружные стены, кирпичные перегородки, же-

лезобетонные плиты покрытия, совмещенную рулонную кровлю.

При проведении экспертизы выявлены следующие основные дефекты

1. Отдельные трещины и выбоины с шириной трещин пересекающие кладку более чем на 8 рядов (Кат. Б);
2. Частичное разрушение парапета (Кат. В);
3. Протечки в кровле (Кат. В);

Выявленные дефекты представлены на рис. 1–3



Рис. 1. Отдельные трещины и выбоины с шириной трещин пересекающие кладку более чем на 8 рядов (Кат. Б)



Рис. 2. Частичное разрушение парапета (Кат. В)



Рис. 3. Протечки в кровле (Кат. В)

На основании результатов обследования владельцу здания был выдан формуляр с рекомендациями по устранению выявленных дефектов несущих конструкций. Рекомендации были разработаны на основе современных

материалов и конструкций, применяемых в практике строительства [13–21]. Основные мероприятия формуляра приведены в таблице 1.

Таблица 1. Согласованные мероприятия для процесса экспертизы

№	Мероприятие	Согласованный срок
1	Восстановить покрытие пола	Срок выполнения III квартал 2013 г.
2	Выполнить капитальный ремонт ограждающих конструкций, инъектировать трещины, усилить или заменить ослабленные фрагменты кладки и стеновых швов включая парапет	Срок выполнения III квартал 2013 г.
3	Восстановить защитный слой плит покрытия	Срок выполнения III квартал 2013 г.
4	Восстановить отливы	Срок выполнения III квартал 2013г
5	Восстановить защитный слой несущих конструкций	Срок выполнения III квартал 2013 г.
6	Устранить протечки в кровле	Срок выполнения III квартал 2013г
7	Восстановить кровельные уклоны для стекания воды в систему внутреннего водостока	Срок выполнения III квартал 2013г
8	Выполнить работы по восстановлению проектной, эксплуатационной документации, документов удостоверяющих качество материалов конструкций	Срок выполнения III квартал 2013 г.

После выполнения всех требований формуляра эксплуатация здания была продлена сроком на 5 лет.

Литература:

- Бердников, А. Г. Экспертиза промышленной безопасности зданий на примере обрубочного корпуса ООО «ЛМЗ «Машсталь»/Арискин М. В., Бердников А. Г., Павленко В. В.//Молодой ученый. 2015. № 10 (90). с. 146–149.
- Арискин, М. В. Металлографические исследования материала флюгера ходовой рамы крана при проведении технической экспертизы о падении крана КБ-100.3Б [Текст]/М. В. Арискин [и др.] // Молодой ученый. — 2015. — № 17. — с. 99–101
- Арискин, М. В. Результаты технической экспертизы о причинах разрушения металлоконструкций башенного крана КБ-100.3Б [Текст]/М. В. Арискин [и др.]// Молодой ученый. — 2015. — № 17. — с. 95–99.
- Арискин, М. В. Результаты технической экспертизы о разрушения грузозахватных приспособлений — стропов текстильных [Текст]/М. В. Арискин [и др.]// Молодой ученый. — 2015. — № 17. — с. 104–109.

5. Арискин, М.В. Результаты технической экспертизы о причинах разрушения узла крепления проушины гидроцилиндра подъёма второго колена стрелы, произошедшего в г. Нижний Ломов Пензенской области [Текст]/М.В. Арискин [и др.]// Молодой ученый. — 2015. — № 17. — с. 101–104.
6. Бердников, А.Г. Экспертиза промышленной безопасности, методы обследования/Арискин М.В., Павленко В.В., Бердников А.Г.// Новый университет. Серия: Технические науки. 2015. № 5–6 (39–40). с. 53–56.
7. Кошкардовская, Е.В. Рассмотрение построения расчётной схемы физкультурно-оздоровительного комплекса/Арискин М.В., Кошкардовская Е.В.// Современные научные исследования и инновации. 2014. № 5–1 (37). с. 68
8. Дмитриева, Н.Е. Метод обследования строительных конструкций силосов бункерного типа/Арискин М.В., Гарькин И.Н., Дмитриева Н.Е.//Современные научные исследования и инновации. 2015. № 3–2 (47). с. 42–50.
9. Загарина, М.С. Проблемы моделирования деревянных конструкций/Арискин М.В., Загарина М.С.// Вестник магистратуры. 2014. № 11–1 (38). с. 82–87.
10. Немова, Е.Ю. Экспериментальное исследование проблем проектирования сейсмостойких зданий/Арискин М.В., Немова Е.Ю. // Вестник магистратуры. 2015. № 6–1 (45). с. 65–66.
11. Загарина, М.С. Комбинированные перекрытия в современном строительстве/Арискин М.В., Загарина М.С.// Вестник магистратуры. 2014. № 12–1 (39). с. 90–91.
12. Федеральный закон № 116-ФЗ от 21.07.1997 г. «О промышленной безопасности опасных производственных объектов». Госдума РФ 21.07.1997 г.
13. Логанина, В.И. Оценка трещиностойкости отделочного слоя на основе сухой строительной смеси с применением синтезированных алюмосиликатов/Логанина В.И., Кислицына С.Н., Арискин М.В., Карнова О.В., Садовникова М.А.//Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. 2014. № 5. с. 7–10
14. Павленко, В.В. Большепролетные несущие деревянные конструкции/Арискин М.В., Павленко В.В.// Новый университет. Серия: Технические науки. 2015. № 5–6 (39–40). с. 65–68.
15. Загарина, М.С. Использование деревянных кленных конструкций в строительстве/Арискин М.В., Загарина М.С.// Вестник магистратуры. 2014. № 12–1 (39). с. 92–94.
16. Куценко, Е.В. Моделирование многорядных соединений на центровых вклеенных кольцевых шпонках/Арискин М.В., Куценко Е.В.// Новый университет. Серия: Технические науки. 2013. № 10 (20). с. 16–22.
17. Родина, Е.В. Оценка несущей способности вклеенной кольцевой шайбы в стыковых соединениях деревянных конструкций/Арискин М.В., Агеева И.Ю., Родина Е.В.// Новый университет. Серия: Технические науки. 2013. № 2 (12). с. 44–48
18. Кислякова, Е.С. Использование стеклофибробетона в строительстве/Арискин М.В., Кислякова Е.С.//Молодой ученый. 2014. № 8. с. 128–132.
19. Арискин, М. В. Совершенствование клеиметаллических соединений деревянных конструкций с применением стальных шайб// диссертация на соискание учёной степени кандидата технических наук/Пензенский государственный университет архитектуры и строительства, Пенза 2011
20. Гуляев, Д.В. Изготовление соединений на вклеенных стальных шайбах/Арискин М.В., Гуляев Д.В., Агеева И.Ю. // Альманах современной науки и образования. 2013. № 6 (73). с. 13–15.
21. Арискин, М.В. Анализ недостатков и предложения по совершенствованию соединений на шайбах и шпонках/Арискин М.В., Никишина О.В.// Новый университет. Серия: Технические науки. 2013. № 8–9 (18–19). с. 50–52.

Результаты экспертизы промышленной безопасности здания котельной ООО «Объединенные пензенские водочные заводы»

Добрынин Олег Валерьевич, начальник центра безопасности труда и средств физической защиты;
Петрухин Юрий Алексеевич, заместитель начальника отдела
ЗАО «Отраслевой центр внедрения» (г. Москва)

Бердников Александр Геннадьевич, технический директор
ООО «Параметр» (г. Пенза)

Алексеева Наталья Николаевна, эксперт
ООО «Аудиторская экспертная компания» (г. Санкт-Петербург)

Атюков Иван Владимирович, эксперт
ООО «Технологические системы» (г. Саратов)

Для соблюдения технических регламентов на опасных производственных объектах необходимо проводить экспертизу промышленной безопасности [1..9]. Основанием проведения экспертизы промышленной безопасности являлись требования Федерального закона № 116-ФЗ от 21.07.1997 г. «О промышленной безопасности опасных производственных объектов» [12].

Объектом экспертизы являлось здание, находящееся по адресу: Россия, Пензенская область, г. Кузнецк ул. Рабочая, д. 223;

Здание было построено в 1954 г. и имеет габаритные размеры по осям 11,82×26,05 м. Высота помещения цеха до низа несущих конструкций составляет 10 м. Площадь составляет 371,2 м², объём 3715 м³.

Здание одноэтажное с полным каркасом имеет три пролета по 7,5, 12,8 и 5 м, м, каркас кирпичных стен и металлических колонн, уложенным по ним металлическим двутавровых балках и прогонов из швеллеров. В здании работают котлы ДКВР-2,5–13 два котла и Е-1,0–0,9Г.

При проведении экспертизы выявлены следующие основные дефекты

1. Отдельные трещины и выбоины с шириной трещин более 5 мм (рис. 1.);
2. Выпадение отдельных кирпичей (рис. 2.);
3. Наличие ржавчины на балках (рис. 3.)
4. Нарушение целостности кровельного покрытия (Рис. 4.)



Рис. 1. Отдельные трещины и выбоины с шириной трещин более 5 мм (Категория Б)



Рис. 2. Выпадение отдельных кирпичей (Категория Б)



Рис. 3. Наличие ржавчины на балках (Категория Б)

На основании результатов обследования владельцу здания был выдан формуляр с рекомендациями по устранению выявленных дефектов несущих конструкций. Рекомендации включали в себя современные методы возведения, усиления и восстановления конструкций [13–21]. Также был выполнен расчет остаточного ресурса здания, приведённый в таблице 1.

На основании проведённого обследования было дано заключение экспертизы промышленной безопасности:

1. Здание соответствует требованиям промышленной безопасности.
2. Здание имеет совокупный физический износ строительных конструкций 50%.



Рис. 4. Нарушение целостности кровельного покрытия (Категория В)

Таблица 1. Согласованные мероприятия для процесса экспертизы

Наименование элемента здания	Удельный вес конструктивного элемента по сборнику № 28, %	Удельный вес конструктивного элемента по приложению 2 ВСН 53–86 (р), %	Расчетный удельный вес элемента, %	Физический износ элементов здания, %	
				По результатам натурного обследования	Средневзвешенное значение
Фундамент, отмостка, пол	20	—	10	20	2
Несущие кирпичные стены	73	66	55	60	33
Металлические балки	10	20	20	40	8
Металлические колонны	10	20	4	20	0,8
Кровля	10	25	10	50	5
Инж. коммуникации	10	10	1	50	0,5
Итого физический износ здания:					49,3

3. Строительные конструкции здания в настоящий момент находятся в ограниченно работоспособном состоянии.

Эксплуатация здания допускается сроком на 5 (пять) лет до мая 2018 г, при выполнении согласованных мероприятий.

Литература:

1. Бердников, А. Г. Экспертиза промышленной безопасности зданий на примере обрубочного корпуса ООО «ЛМЗ «Машсталь»/Арискин М. В., Бердников А. Г., Павленко В. В.//Молодой ученый. 2015. № 10 (90). с. 146–149.

2. Арискин, М. В. Металлографические исследования материала флюгера ходовой рамы крана при проведении технической экспертизы о падении крана КБ-100.3Б [Текст]/М. В. Арискин [и др.] // Молодой ученый. — 2015. — № 17. — с. 99–101
3. Арискин, М. В. Результаты технической экспертизы о причинах разрушения металлоконструкций башенного крана КБ-100.3Б [Текст]/М. В. Арискин [и др.] // Молодой ученый. — 2015. — № 17. — с. 95–99.
4. Арискин, М. В. Результаты технической экспертизы о разрушения грузозахватных приспособлений — стропов текстильных [Текст]/М. В. Арискин [и др.] // Молодой ученый. — 2015. — № 17. — с. 104–109.
5. Арискин, М. В. Результаты технической экспертизы о причинах разрушения узла крепления проушины гидроцилиндра подъёма второго колена стрелы, произошедшего в г. Нижний Ломов Пензенской области [Текст]/М. В. Арискин [и др.] // Молодой ученый. — 2015. — № 17. — с. 101–104.
6. Бердников, А. Г. Экспертиза промышленной безопасности, методы обследования/Арискин М. В., Павленко В. В., Бердников А. Г. // Новый университет. Серия: Технические науки. 2015. № 5–6 (39–40). с. 53–56.
7. Кошкарговская, Е. В. Рассмотрение построения расчётной схемы физкультурно-оздоровительного комплекса/Арискин М. В., Кошкарговская Е. В. // Современные научные исследования и инновации. 2014. № 5–1 (37). с. 68
8. Дмитриева, Н. Е. Метод обследования строительных конструкций силосов бункерного типа/Арискин М. В., Гарькин И. Н., Дмитриева Н. Е. // Современные научные исследования и инновации. 2015. № 3–2 (47). с. 42–50.
9. Загарина, М. С. Проблемы моделирования деревянных конструкций/Арискин М. В., Загарина М. С. // Вестник магистратуры. 2014. № 11–1 (38). с. 82–87.
10. Немова, Е. Ю. Экспериментальное исследования проблем проектирования сейсмостойких зданий/Арискин М. В., Немова Е. Ю. // Вестник магистратуры. 2015. № 6–1 (45). с. 65–66.
11. Загарина, М. С. Комбинированные перекрытия в современном строительстве/Арискин М. В., Загарина М. С. // Вестник магистратуры. 2014. № 12–1 (39). с. 90–91.
12. Федеральный закон № 116-ФЗ от 21.07.1997 г. «О промышленной безопасности опасных производственных объектов». Госдума РФ 21.07.1997 г.
13. Логанина, В. И. Оценка трещиностойкости отделочного слоя на основе сухой строительной смеси с применением синтезированных алюмосиликатов/Логанина В. И., Кислицына С. Н., Арискин М. В., Карнова О. В., Садовникова М. А. // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В. Г. Шухова. 2014. № 5. с. 7–10
14. Павленко, В. В. Большепролетные несущие деревянные конструкции/Арискин М. В., Павленко В. В. // Новый университет. Серия: Технические науки. 2015. № 5–6 (39–40). с. 65–68.
15. Загарина, М. С. Использование деревянных кленных конструкций в строительстве/Арискин М. В., Загарина М. С. // Вестник магистратуры. 2014. № 12–1 (39). с. 92–94.
16. Куценко, Е. В. Моделирование многорядных соединений на центровых вклеенных кольцевых шпонках/Арискин М. В., Куценко Е. В. // Новый университет. Серия: Технические науки. 2013. № 10 (20). с. 16–22.
17. Родина, Е. В. Оценка несущей способность вклеенной кольцевой шайбы в стыковых соединениях деревянных конструкций/Арискин М. В., Агеева И. Ю., Родина Е. В. // Новый университет. Серия: Технические науки. 2013. № 2 (12). с. 44–48
18. Кислякова, Е. С. Использование стеклофибробетона в строительстве/Арискин М. В., Кислякова Е. С. // Молодой ученый. 2014. № 8. с. 128–132.
19. Арискин, М. В. Совершенствование клеиметаллических соединений деревянных конструкций с применением стальных шайб // диссертация на соискание учёной степени кандидата технических наук/Пензенский государственный университет архитектуры и строительства, Пенза 2011
20. Гуляев, Д. В. Изготовление соединений на вклеенных стальных шайбах/Арискин М. В., Гуляев Д. В., Агеева И. Ю. // Альманах современной науки и образования. 2013. № 6 (73). с. 13–15.
21. Арискин, М. В. Анализ недостатков и предложения по совершенствованию соединений на шайбах и шпонках/Арискин М. В., Никишина О. В. // Новый университет. Серия: Технические науки. 2013. № 8–9 (18–19). с. 50–52.

Растительные жиры в молочно-консервном производстве

Догарева Наталия Геннадьевна, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент
Оренбургский государственный университет

Разработка новых молочных продуктов питания и повышение уровня качества становится основными направлениями биотехнологии пищевой промышленности [1–4]. В прогнозе социально-экономического развития РФ, подготовленном Минэкономразвития и одобренном на заседании правительства говорится, что производство молока в России возможно будет падать, в силу снижения потребительского спроса из-за кризиса, роста себестоимости продукции, значительных сезонных колебаниях цен реализации молока, засухи, которая привела к снижению поголовья коров из-за удорожания кормов. Дефицит товарного сырого молока в РФ для переработки 12–15 млн. тонн в год, а стоимость молока в РФ выше европейской на 2–3 руб. за литр [5–7]. Результаты неутешительные, если иметь в виду недостаток молока для предприятий молочной промышленности на протяжении длительного периода времени. По прогнозам экспертов производство сухого и сгущенного молока в ближайшие годы будет уменьшаться. Особое значение в этой ситуации принимает вопрос качества и безопасности молочного сырья и продуктов [8–11]. В связи со сложившейся ситуацией решением проблемы нехватки молока-сырья становится замена молочного жира жирами растительного происхождения [12, 13]. По оценкам различных экспертов 50–70% рынка сгущенного молока занимают консервы, изготовленные не по ГОСТ, а в соответствии с ТУ — с добавлением в продукт растительных жиров.

В настоящее время изготавливают большой ассортимент сгущенных консервов с сахаром [14, 15]. Сгущенные молочные консервы вырабатывают по традиционной технологии, как по ГОСТ Р 53436–2009 «Консервы молочные. Молоко и сливки сгущенные с сахаром. Технические условия», так и по различным ТУ. Рекомбинированное сгущенное молоко с сахаром вырабатывают только по ТУ, по особой технологии, разработкой которой занимались различные компании, в которой отсутствует операция «сгущение».

Целью нашей работы являлось: выработка рекомбинированного сгущенного молока с сахаром с использова-

нием в качестве сырья сухого обезжиренного молока, сухого цельного молока, сахарного песка и различных жиров.

Основные задачи: выработка различных образцов рекомбинированного сгущенного молока с сахаром; изучение влияния вида используемого жира на органолептические показатели продукта; на размер жировых шариков; на размер кристаллов лактозы; изучение влияния заправки на размер кристаллов лактозы в свежесвыработанном продукте; в процессе хранения; исследование хранимоспособности готовых продуктов [16–19].

Нами было выработано 5 образцов рекомбинированного сгущенного молока с сахаром с использованием в качестве сырья:

Образец 1 — Сухое обезжиренное молоко с подсолнечным маслом;

Образец 2 — Сухое обезжиренное молоко с кокосовым маслом;

Образец 3 — Сухое обезжиренное молоко с жиром «Союз 5/2 Л»;

Образец 4 — Сухое обезжиренное молоко со сливочным маслом;

Образец 5 — Сухое цельное молоко (контроль).

Выработку образцов мы проводили по общей технологии производства рекомбинированного сгущенного молока с сахаром из сухого молока по ТУ разработанным фирмой ООИПК «Прогрессивные Технологии» по следующей технологической схеме [20]: 1 Приемка и подготовка сырья; 2 Восстановление сухого обезжиренного молока; 3 Расплавление жиров; 4 Составление смеси; 5 Пастеризация смеси; 6 Охлаждение и кристаллизация; 7 Фасовка; 8 Хранение продукта.

Выработку образцов рекомбинированного сгущенного молока с сахаром мы проводили согласно ниже приведенной рецептуры (таблица 1).

Выработанные образцы мы исследовали на физико-химические и органолептические показатели, характеризующие качество готового продукта, согласно общепринятым методикам (таблица 2). Кислотность контрольного образца (сухое цельное молоко) превышала норму на 4⁰Т.

Таблица 1. Рецептура рекомбинированного продукта

Компоненты	Масса, кг
Сухое обезжиренное молоко	205
Жир	85
Сахар	440
Вода	270
Итого:	1000

Таблица 2. Параметры готового продукта

Параметры	Образцы				
	1	2	3	4	5
Содержание сухих веществ, %	75,5	75,0	74,5	74,0	74,0
Содержание жира, %	12,2	11,8	9,0	8,2	8,7
Кислотность, °Т	37	35	35	48	58
Вязкость, Па·с	5	5,3	6,5	5,5	6
Органолептические показатели	слабый привкус подсолнечного масла	в норме	в норме	в норме	в норме

В выработанных образцах изучали: влияние вида используемого жира на качество готового продукта (влияние на органолептические показатели, на размер жировых шариков, на размер кристаллов лактозы); влияние затравки на размер кристаллов лактозы (в свежесвыработанных образцах и в процессе хранения); хранимоспособность готовых продуктов.

По результатам проведенных исследований были сделаны следующие выводы:

1. Физико-химические показатели всех выработанных образцов соответствовали норме за исключением повышенной кислотности контрольного образца (из сухого цельного молока).

2. Жир «Союз 5/2 Л» не оказывает отрицательного воздействия на органолептические показатели продукта, в то время как подсолнечное и кокосовое масло их ухудшает.

3. Диаметр жировых шариков был наибольшим (2,4 мкм) в образце с подсолнечным маслом. В других образцах разброс показателей диаметра жировых шариков

был незначителен и в среднем составил 1,66 мкм. При исследовании образца с жиром «Союз 5/2Л» размер жировых шариков по сравнению с другими растительными жирами был наименьшим (1,45 мкм).

4. При использовании любого жира размер кристаллов лактозы в свежесвыработанном продукте составил в среднем 6 мкм. Вид используемого жира на размер кристаллов лактозы не влияет.

5. Использование затравки и применение режимов охлаждения положительно влияют на процесс кристаллизации лактозы в процессе хранения.

6. Все выработанные образцы имели хорошую хранимоспособность. В течении 30 суток органолептические показатели образцов не изменились, а кислотность и вязкость увеличились незначительно и оставались в пределах нормы.

Таким образом, наше исследование показало, что лучшие результаты дает использование жировых систем (жир «Союз»), по сравнению с растительными мономаслами (подсолнечное, кокосовое).

Литература:

1. Бурцева, Т.И., Ребезов М.Б., Асенова Б.К., Стадникова С.В. Развитие технологий функциональных и специализированных продуктов питания животного происхождения: учебное пособие. Алматы: МАП, 2015. 215 с.
2. Ребезов, М.Б., Богатова О.В., Максимюк Н.Н., Манылов С.В. Научные основы производства молока и молочных продуктов. Оренбург, 2008.
3. Канарейкина, С.Г., Ребезов М.Б., Нургазезова А.Н., Касымов С.К. Методологические основы разработки новых видов молочных продуктов: учебное пособие. Алматы: МАП, 2015. 126 с.
4. Миронова, И.В., Галиева З.А., Ребезов М.Б., Мотавина Л.И., Смольникова Ф.Х. Основы лечебно-профилактического питания: учебное пособие. — Алматы: МАП, 2015. — 112 с.
5. Шаркаев, В.И., Шаркаева Г.А. Динамика численности и продуктивности молочного скота в Российской Федерации // Молочная промышленность 2013 — № 7. С 10–11.
6. Максимюк, Н.Н., Ребезов М.Б. Физиологические основы продуктивности животных. Великий Новгород, 2013.
7. Попова, М.А., Ребезов М.Б., Гаязова А.О., Лукиных С.В. О конкурентоспособности продукции животноводства и ее переработки // Фундаментальные и прикладные проблемы повышения продуктивности животных и конкурентоспособности продукции животноводства в современных экономических условиях АПК РФ: Материалы Международной конференции. Ульяновск. 2015. с. 228–229.
8. Богатова, О.В., Стадникова С.В., Ребезов М.Б. Содержание тяжелых металлов в молоке коров // Инновационные технологии в пищевой промышленности: наука, образование и производство: Международная научно-техническая конференция. 2013. с. 752–755.
9. Кондратьева, А.В., Ребезов М.Б., Мазаев А.Н., Богатова О.В. Управление качеством на молокоперерабатывающих предприятиях // Молодой ученый. 2014. № 11. с. 55–59.

10. Ребезов, М.Б., Альхамова Г.К., Максимюк Н.Н., Талев Б.Н. Качество и безопасность молочного сырья. В сборнике: Современное состояние и перспективы развития пищевой промышленности и общественного питания Материалы IV Международной конференции. 2010. с. 278–282.
11. Асенова, Б.К., Ребезов М.Б., Топурия Г.М., Топурия Л.Ю., Смольникова Ф.Х. Контроль качества молока и молочных продуктов. Алматы, 2013.
12. Ребезов, М.Б., Богатова О.В., Догарева Н.Г., Альхамова Г.К., Наумова Н.Л., Залилов Р.В., Максимюк Н.Н. Основы технологии молока и молочных продуктов. Челябинск, 2011. Том 1
13. Догарева, Н.Г., Ребезов М.Б., Салихова Э.М., Ткачук О.В., Канарейкина С.Г. Основные направления развития исследований по переработке молока // Молодой ученый. 2015. № 14. с. 147–149.
14. Чекулаева, Л.В., Полянский К.К., Голубева Л.В.. Технология продуктов консервирования молока и молочного сырья. М: ДеЛи принт, 2002. 249 с.
15. Голубева, Л.В., Чекулаева Л.В., Полянский К.К. Хранимоспособность молочных консервов. М: ДеЛи принт, 2001 115 с.
16. Корой, Н.Е., Толкачева Д.В. Аспекты развития российского рынка растительных жиров // Молочная промышленность. 2010 № 10. с. 45–46.
17. Козырев, Д.И. Специализированные жиры «SoLPго» // Молочная промышленность. 2012 — № 11 — С 72.
18. Петров, А.Н. Органолептические свойства молочных консервов // Молочная промышленность. 2004. № 9. с. 49.
19. Гнездилова, А.И. Перельгин В.М. Физико-химические основы мелассообразования и кристаллизации лактозы и сахарозы в водных растворах: монография. Воронеж, 2002—96 с.
20. Эрвольдер, Н.Ю. Технология производства сгущенного молока из сухого молока и заменителей молочного жира по ТУ: ОООНПК «Прогрессивные Технологии»././ <http://www/protex.ru>

Технология производства битумов, пригодных для получения конкурентоспособного рубероида, на основе госсиполовой смолы

Жуманиязов Максуд Жаббиевич, доктор технических наук, профессор;
Курамбаев Шерзод Раимбергенович, кандидат технических наук, доцент;
Жуманиязова Дилноза Максудовна, ассистент
Ургенский государственный университет имени Аль-Хорезми (Узбекистан)

В данном материале приводятся результаты физико-химических и технологических исследований по разработке битума госсиполовой смолы-отхода масложировых комбинатов, а также возможности использования его для производства рубероида с улучшенными физико-механическими и технологическими показателями.

Ключевые слова: рубероид, госсиполовая смола; модернизация, лактам, старение битума, кровельный материал; пожаробезопасность, водостойкость, коррозионностойкость, термоокисления; уротропин.

Рубероид является самым популярным, экономически выгодным кровельным и гидроизоляционным материалом, имеет высокую прочность на разрыв, гибкость, эластичность, водонепроницаемость, прост в изготовлении и укладке. Несмотря на **большое количество** производимых **разнообразных современных кровельных материалов, не дает снижения объема выпуска и не влияет на популярность рубероида, успешность конкурентирования с эффективными аналогами.**

Однако есть существенные недостатки, которые заставляют задуматься о целесообразности выбора рубероида. Рубероид имеет довольно маленькую прочность, относительно низкую устойчивость к воздействию высоких и низких температур. При повышении температуры

содержащиеся рубероид начинает плавиться, а при ее снижении битумные слои могут растрескаться, это значительно отразится на защитных свойствах рубероида, а также он имеет свойство легко воспламеняться, поэтому во время эксплуатации материала не рекомендуется разжигать открытый огонь вблизи кровли, срок эксплуатации небольшой, который составляет не более 4–5 лет.

Главной причиной недостатков рубероида является использование несоответствующего нефтяного битума для пропитки и покрытия кровельного картона. Качество нефтей служит определяющим фактором в обеспечении качества битумов. Основной проблемой битумов несоответствия является использование при производстве низкокачественного и нестабильного состава нефти

парафинового основания. Именно этот недостаток приводит к снижению физико-механических свойств, таких как пластичность, термостойкость, долговечность, склонность к старению и ухудшению ряда других эксплуатационных показателей битумов. На сегодняшний день около 70% выпускаемых в странах СНГ битумов не соответствуют качеству современного рубероида. Малейшие изменения в исходном сырье и технологии его переработки ведут к изменению состава битума и его свойств.

В научно-технической литературе имеется множество сведений и рекомендаций по модернизации нефтяного битума. Многочисленные попытки получения стандартных нефтяных битумов пригодных для производства рубероида до сих пор не увенчались успехом. *Основные недостатки рубероида остаются навсегда, если его получают на основе нефтяного битума.*

С другой стороны, по данным статистики во всем мире наблюдается снижение запасов нефти, а потребность битумов во всех странах мира непрерывно растет. В связи с ограниченностью запасов нефти, высокие темпы роста потребности на битум и изоляционные материалы на его основе настоятельно требуют необходимость поиска нетрадиционных источников сырья и разработки новых способов получения на их основе. Одним из таких альтернативных источников сырья битума вполне могут служить госсиполовая смола — отход масложировых комбинатов.

Выбор госсиполовой смолы обуславливается тем, что химический состав почти сходится с составом битума, главное в ее составе отсутствует парафин, который содержит в нефтяных битумах, ухудшает их свойства, а также госсиполовая смола имеет жирные кислоты в форме лактамов, так как лактамы укрепляют прочность полимера и замедляют процесс старения битума. Важнейшим фактором, обуславливающим долговечность материала является старение — изменение состава и свойства битума под действием солнечного света и кислорода воздуха. Одной из доминирующих причин старения битумов считается их окисление. Однако до сих пор не изучен вопрос о влиянии природы сырья и битумов на старение [1]. Процессы старения нефтяного битума под влиянием солнца и влаги ускоряются, и это приводит к разрушению структуры рубероида.

Исследования, проводимые в сфере настоящей работы, предусматривают создание технологии получения битума на основе госсиполовой смолы и докажут возможность использования его в производстве конкурентоспособного рубероида.

Для осуществления поставленной цели были решены следующие задачи — проведены теоретические и экспериментальные исследования и показана возможность синтеза битума из многотоннажного отхода госсиполовой смолы, определены технологические параметры производства, разработаны технические условия на новые виды продукции, наработаны опытно-промышленные партии битумных материалов, проведены опытные и натурные испытания по получению рубероида на их основе, в ре-

зультате которых выявлен положительный эффект и дана технико-экономическая оценка целесообразности создания производства. Полученные новые научные и практические данные позволили обосновать целесообразность и перспективность вовлечения госсиполовой смолы в сферу производства строительного битума, новизна технических решений которых защищена патентами РУз [2].

При получении битума кроме госсиполовой смолы применяли также резиновую крошку — отход изношенных покрышек, кубовый остаток моноэтаноламиновой очистки, строительную негашеную известь, уротропин и мочевины, мас. %: госсиполовая смола — 88,0–90,0; резиновая крошка — 4,0–5,0; кубовой остаток моноэтаноламиновой очистки — 3,5–4,0; мочевины — 0,45–0,50; негашеная известь — 0,5–1,0; уротропин — 0,04–0,05.

В составе госсиполовой смолы присутствуют также полифенолы, углеводороды, азот- и фосфорсодержащие соединения — реакционно-способные с высокими комплексообразующими свойствами, а также продукты превращения госсипола. Добавление к составу мочевины и уротропина делает продукты модификации госсиполовой смолы термо-, хемо- и коррозионно-устойчивыми. Она во многих отношениях с успехом может заменить дорогостоящие нефтяные битумы, дефицит которых ощущается с каждым годом. При этом введение уротропина и мочевины, проявляющее в предлагаемом составе комплексообразующие свойства позволяет упорядочить и упрочнить структуру поликонденсированных молекул.

В результате такого взаимодействия всех составляющих ингредиентов, полученный из этого состава продукт приобретает свойства необходимые для строительных битумов: уменьшение глубины проникания иглы, водонасыщенность, увеличение температуры размягчения и вспышки, что приводит к достижению поставленной задачи — повышению пожаробезопасности, водостойкости, коррозионностойкости и твердости покрытия. Таким образом, повышаются физико-механические характеристики *битумно-резиновой композиции на основе госсиполовой смолы* — расширяется температурный интервал пластичности, увеличивается морозостойкость, устойчивость к циклическим деформациям при отрицательных температурах, повышается срок их службы.

Технология получения битума пригодных для производства рубероида включает термоокисление госсиполовой смолы кислородом воздуха, перемешивании резиновой крошки с добавлением в полученную смесь кубовых осадков моноэтаноламиновой очистки, негашеной строительной известью, мочевины и уротропина.

На основании комплекса химических, физико-химических и технологических исследований нами разработаны научные основы и технология получения строительного битума на базе госсиполовой смолы — многотоннажных отходов масложировой промышленности. Принципиальная технологическая схема представлена на рисунке.

Технология получения битума на основе госсиполовой смолы и рубероида на его основе осуществляется следу-

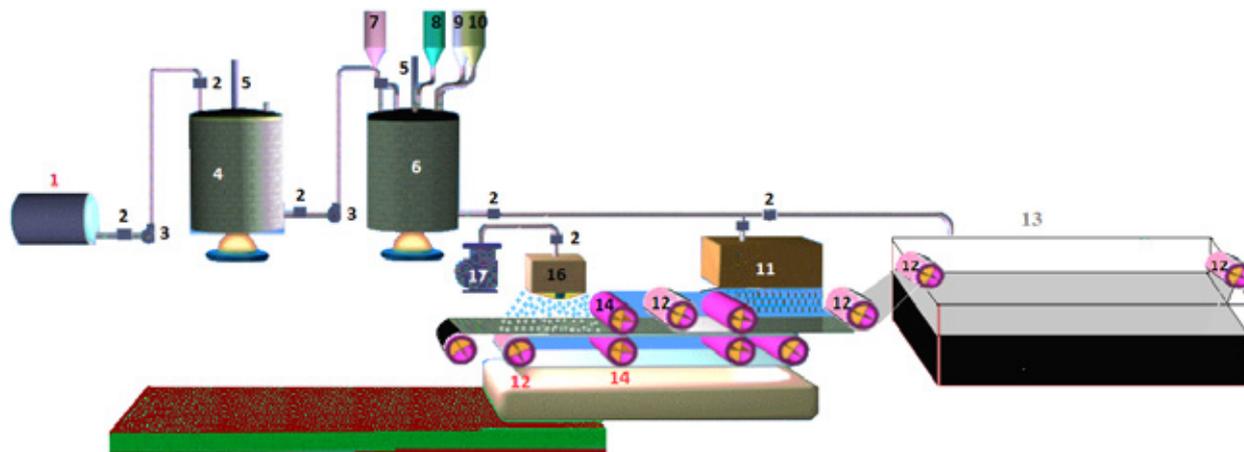


Рис. 1. Принципиальная технологическая схема получения рубероида с использованием битума на основе госсиполовой смолы: 1 — емкость для госсиполовой смолы; 2 — вентили; 3 — насосы; 4 — реактор для обезвоживания госсиполой смолы; 5 — дымоход для выделения газов; 6 — реактор для получения битума; 7 — бункер для CaO; 8 — емкость резиновой крошки; 9 — емкость кубового остатка моноэтаноламиновой очистки; 10 — емкость соапстока; 11 — распылительная установка битума; 12 — ролики для полиэтилена; 13 — емкость битума для пропитки картона; 14 — уплотнительные ролики; 15 — компрессор; 16 — распределитель холодного воздуха; 17 — компрессор

ющим образом. Госсиполовая смола из емкости (1) через вентиль (2) с помощью насоса (3) подается в реактор (4) снабженный барботером и мешал-кой, где происходит процесс обезвоживания (при 120°C) термоокисление кислородом воздуха при 250°C, в течение 120 мин. При этом расход воздуха составляет 100 м³/час. После окончания процесса термоокисленный состав поступает в основной реактор (6).

При заданной скорости перемешивания (120 обр/мин) из бункеров (7), (8) постепенно засыпают CaO, резиновую крошку и перемешивают до равномерного распределения по объему. После этого дают выдержку 30 мин времени для набухания и деструкции резиновой крошки в госсиполовой среде. После чего постепенно добавляют из емкости (9) кубовый осадок моноэтаноламиновой очистки, также постепенно перемешивают и дают выдержку по времени 20 минут до окончания пенообразования. Массу охлаждают кислородом воздуха до 135°C и добавляют остальное количество модификатора, а именно мочевины и уротропин и выдерживают массу до завершения газовой выделения. Технологический процесс получения битума на основе госсиполовой смолы заканчивается после полного отделения прореагировавшей газовой фазы. Готовый продукт разливают в емкость (13) для пропитки картона. Битум для покрытия подается с помощью распылительной установки (11). Просыпка талька, бора и камешек и. д. осуществляется по традиционной технологии. Для охлаждения рубероида используют *распределитель* холодного воздуха (16), который обеспечивается воздухом с помощью компрессора (17).

Битум для покрытия рубероида получается по такой же технологии, меняя процентный состав содержимым. Композиция не содержит открытых пор и существенных

по размерам газовых включений, она получается однородной, без посторонних включений и не содержит частиц резиновой крошки, не покрытых битумом. Физико-механические показатели полученных битумов на основе госсиполовой смолы и аналогов представлены в нижеследующей таблице.

Из данных таблицы видно, что физико-механические показатели полученных битумных композиций выше показателей аналогов вследствие высоких механических характеристик и эластичности, что обеспечивает более высокую долговечность покрытий, возникающих на границе раздела битума и картона, при эксплуатации в условиях минусовых температур и при резких колебаниях температур. Покрытия на основе такой композиции обладают более высокими виброгасящими свойствами, что также важно для увеличения срока службы рубероида. Перечисленные выше эффекты достигнуты без увеличения стоимости материала в сравнении с аналогами.

По данным проведенных экспериментов полученные битумные материалы на основе госсиполовой смолы хорошо сопротивляются действию щелочей с концентрацией до 40%, фосфорной кислоты до 85%, а также серной с концентрацией до 50%, соляной до 25% в течение одной недели.

Таким образом, полученные научные и практические результаты подтвердили целесообразность, перспективность и необходимость использования госсиполовой смолы — отхода масложировых комбинатов при получении битума пригодного для производства рубероида, что приводит к решению крупной народнохозяйственной задачи. Убедительно доказано, что полученные битумы приводят к увеличению гибкости, пластичности, морозостойкости, пожаробезопасности и срока службы рубероида.

Таблица 1. Сравнение физико-механических свойств нефтяных битумов и составов полученных на основе госсиполовой смолы

Наименование показателей	Норма для марки				Метод испытания
	БНК-40/180	Состав № 1, для пропитки	БНК — 90/30	Состав № 2 для покрова	
Глубина проникания иглы при 25 °С, мм	160–210	170,0–220,0	25–35	30–40	ГОСТ 11501
Температура размягчения по Кольцу и Шару, °С	37,0–44,0	40,0–45,0	80–95	90–95	ГОСТ 11506
Растяжимость при 25 °С, не менее	35–40	45,0–50,0	0,50	1,0	ГОСТ 11505
Температура вспышки, °С	240	315	240	315	ГОСТ 4333
Температура хрупкости, °С	-	-20	-10	-15	ГОСТ 11507
Растворимость в толуоле, %	99,5	99,8	99,50	99,7	ГОСТ 20739
Массовая доля воды, %	Следы	0,1	Следы	0,1	ГОСТ 2477
Массовая доля парафина	5,0	-	3,0	-	ГОСТ 17789

Литература:

1. Гун, Р.Б. Нефтяные битумы. М., «Химия». 1973. 432 с.
2. Патент РУз. № IAP 04550. Битумополимерная композиция на основе госсиполовой смолы и способ ее получения. Жуманиязов М. Ж., Марахимов А. Р., Курамбаев Ш. Р. Узб. Заявлен. 15.02.2010. Оpubл. 04. 07. 12.

Теоретические исследования влияния параметров внешнего вибрационные воздействия на динамические характеристики конструктивных элементов РЭС

Затылкин Александр Валентинович, кандидат технических наук, доцент;
 Бушмелев Петр Евгениевич, кандидат технических наук, доцент;
 Пивкин Антон Викторович, кандидат технических наук, доцент
 Пензенский государственный университет

В статье рассмотрено дифференциальное уравнение, описывающее изгибные колебания однородного упругого стержня. Проведены его преобразования к виду явного разностного уравнения. Предложен алгоритм программы для проведения моделирования влияния деформационной составляющей на частотные свойства однородного упругого стержня, с учетом введения фазового сдвига во внешнее вибрационное воздействие в точках закрепления объекта исследования. Предложенный алгоритм доведен до программной реализации. В результате теоретических исследований доказано, что наличие разности фаз в точках возбуждения колебаний приводит к изменению частотных характеристик исследуемого объекта и появлению новых резонансов.

Ключевые слова: *вибрация, надежность, радиоэлектронные средства, моделирование, смещение фаз, конечные разности, стержневая модель.*

В настоящее время существует различное программное обеспечение по моделированию внешних механических воздействий на конструкции [1–3]. Большая их часть ориентирована на проведение расчетов для строительных сооружений и мало пригодна для проведения расчетов в области электроники [4]. Кроме того, наиболее функциональные программы не бесплатны.

Статья подготовлена в рамках реализации проекта «Разработка методов и средств создания высоконадежных компонентов и систем бортовой радиоэлектронной аппаратуры ракетно-космической и транспортной техники нового поколения» (Соглашение № 15–19–10037 от 20 мая 2015 г.) при финансовой поддержке Российского научного фонда.

Основным их недостатком является построение АЧХ конструкции на основе результатов модального анализа, проводимого на различных частотах, что во-первых очень долго, а во-вторых есть возможность пропуска той или иной резонансной частоты [5–8]. Поэтому принято решение разработать простую программу для проведения анализа АЧХ стержневых элементов на основе хорошо известных методов математического моделирования.

Для определения амплитуд, механических напряжений в элементах стержневых конструкций в процессе эксплуатации рассмотрим уравнение их движения при вынужденных колебаниях. Изгибные колебания в стержне, описываются однородным уравнением:

$$EJ \frac{\partial^4 \omega}{\partial x^4} + \rho S \frac{\partial^2 \omega}{\partial t^2} = 0, \quad (1)$$

где $\omega(x,t)$ — смещение точек стержня перпендикулярно упругой оси; E — модуль Юнга; J — момент инерции сечения относительно оси, перпендикулярной плоскости изгиба; ρ — плотность материала; S — площадь поперечного сечения стержня.

Обозначая изгибную жесткость стержня как $C_s = EJ$, учтём потери энергии при колебаниях в виде диссипативной силы, пропорциональной скорости деформации и в правую часть добавим внешнюю силу $F(x,t)$, возбуждающую колебания и приложенную в точках крепления. Тогда уравнение вынужденных изгибных колебаний стержня запишется в виде:

$$C_s \frac{\partial^4 \omega}{\partial x^4} + \eta \frac{\partial}{\partial t} C_s \frac{\partial^4 \omega}{\partial x^4} + \rho S \frac{\partial^2 \omega}{\partial t^2} = F(x,t), \quad (2)$$

где η — коэффициент вязкости материала.

В соответствии с методом конечных разностей заменим сплошной стержень совокупностью дискретных элементов с шагом разбиения по оси x , равным h_x . Массу каждого дискретного элемента сосредоточим в его центре — узле, лежащем на оси x ; силы взаимодействия между дискретными элементами заменяем упругими связями между узлами. Получим геометрическую дискретную модель стержня, состоящую из n узлов, соединенных упругими связями [9–14].

Заменив первую производную по времени в левой части (2) её разностным аналогом, и полагая, что $L(\omega) = \frac{\partial^4 \omega}{\partial x^4}$ запишем его в виде:

$$C_s L(\omega)_t + \frac{\eta}{\tau} [C_s L(\omega)_t - C_s L(\omega)_{t-\tau}] = -\rho S \frac{\partial^2 \omega}{\partial t^2}, \quad (3)$$

где τ — шаг дискретизации по времени, а сила $F(x,t)$ учитывается в начальных условиях.

Раскрыв скобки и сгруппировав подобные члены (3), получим:

$$\left[\frac{(1 + \frac{\eta}{\tau}) C_s}{\rho S} L(\omega)_t - \frac{\eta C_s}{\tau \rho S} L(\omega)_{t-\tau} \right] = \frac{\partial^2 \omega}{\partial t^2}, \quad (4)$$

Учитывая, что вторая производная от перемещения по времени есть ускорение a узла, запишем (4) в виде

$a = \frac{\partial^2 \omega}{\partial t^2}$ и, заменив вторую производную по времени разностным аналогом, получим:

$$-\tau^2 a = \omega_x(t + \tau) - 2\omega_x(t) + \omega_x(t - \tau).$$

Преобразуем (4) к виду явного разностного уравнения:

$$-\tau^2 a + 2\omega_x(t) - \omega_x(t - \tau) = \omega_x(t + \tau),$$

которое, будучи дополнено граничными и начальными условиями, образует явную разностную схему, которая в сочетании с геометрической моделью дает расчетную модель стержня, достаточно просто реализуемую на ПК.

Для исследования влияния деформационной составляющей на частотные свойства однородного упругого стержня в рамках данной работы было проведено компьютерное моделирование одномерного объекта. Для этого разработана

новая программа, позволяющая пользователю ввести данные необходимые для проведения расчетов, просмотреть результаты и сохранить их в файл. Отличительной особенностью программы является возможность вводить фазовый сдвиг во внешнее вибрационное воздействие (изменяющееся по гармоническому закону) в точках закрепления стержня.

Алгоритмическое обеспечение разработанной программы показано на рисунке 1. Представленный алгоритм содержит циклические структуры (циклические алгоритмы). Циклическое описание многократно повторяемых процессов значительно снижает трудоемкость написания программ. Порядок выполнения операторов соответствует решению математических уравнений и соответствует предложенной структурной схеме программы.

Предложен интерфейс программы имитационного моделирования АЧХ стержневых конструкций бортовых РЭС, показанный на рисунках 2 и 3.

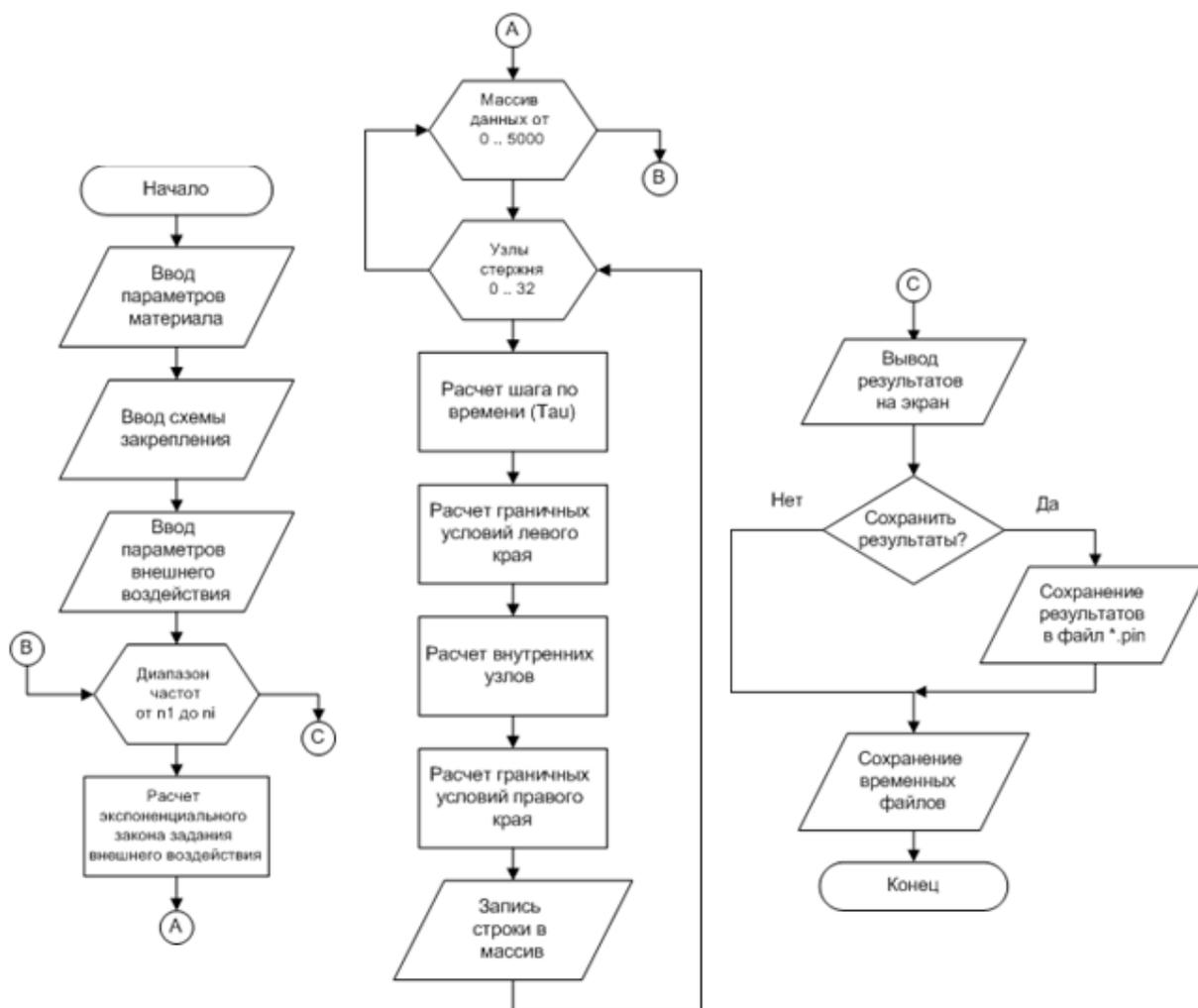


Рис. 1. Алгоритмическое обеспечение программы

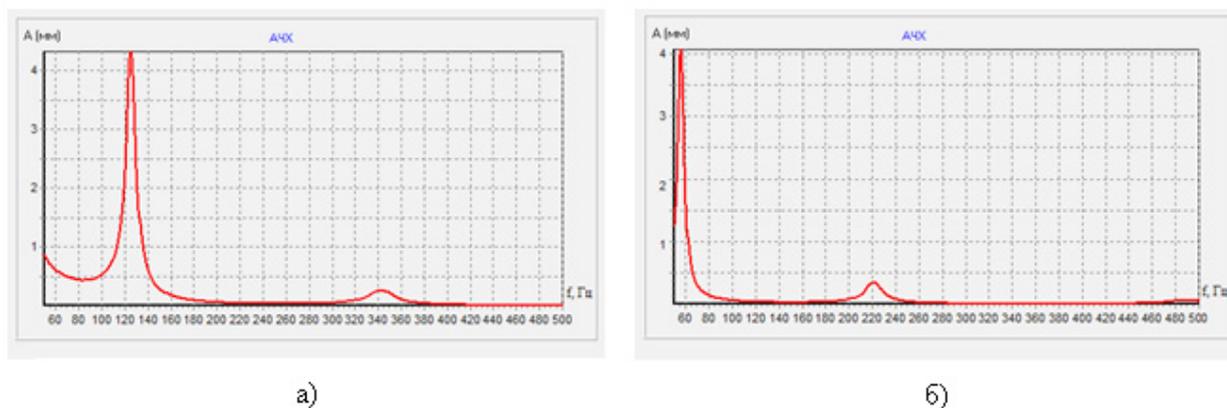


Рис. 2. Результаты моделирования АЧХ при синфазном (а) и противофазном (б) вибрационном воздействии

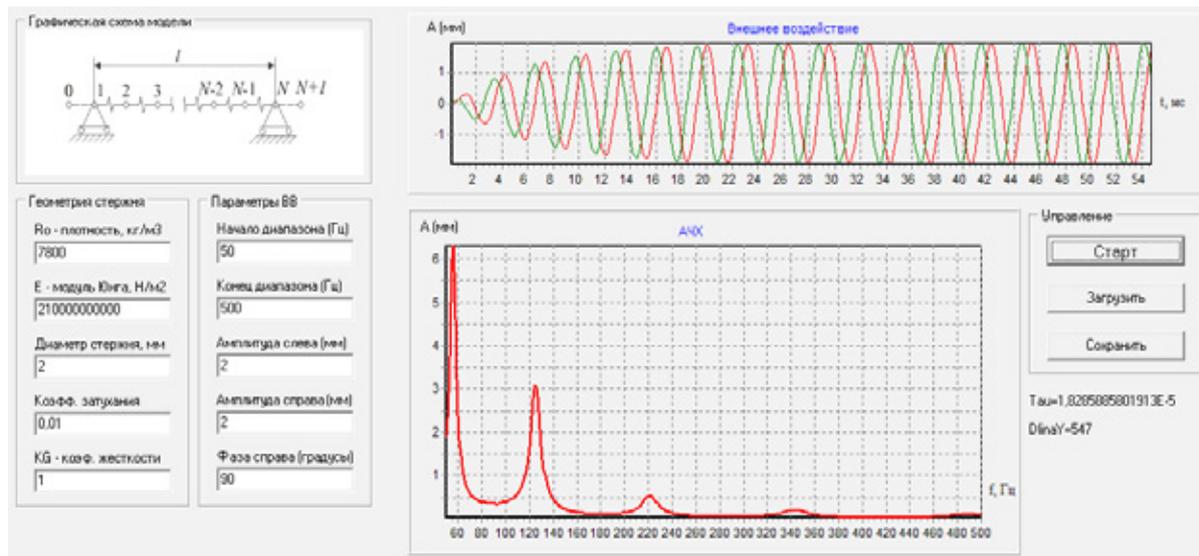


Рис. 3. Результаты моделирования АЧХ при фазовом сдвиге на 90°

На графиках видно, что при синфазном вибрационном воздействии возбуждаются резонансы только на нечетных модах собственных колебаний. При противофазном воздействии возбуждаются резонансы нечетных мод.

При возбуждении колебаний с фазовым сдвигом 90° возбуждаются все собственные формы, однако амплитуды колебаний ниже, чем при синфазном и противофазном воздействии.

Литература:

1. Таньков, Г.В. Моделирование тепловых процессов в стержневых конструкциях РЭС/Таньков Г.В., Затылкин А.В.// Труды международного симпозиума Надежность и качество. 2007. Т. 1. с. 257–258.
2. Затылкин, А.В. Исследование динамических характеристик стержневых элементов конструкций РЭС волновым методом/Затылкин А.В., Голушко Д.А., Рындин Д.А. // Инновационные информационные технологии. 2013. Т. 3. № 2. с. 129–135.
3. Затылкин, А.В. Индукционный виброметр с датчиком сейсмического типа/Затылкин А.В., Таньков Г.В., Рындин Д.А. // Инновационные информационные технологии. 2013. Т. 3. № 2. с. 135–143.
4. Лысенко, А.В. Конструкция и методика расчета гибридного виброамортизатора с электромагнитной компенсацией/Лысенко А.В., Затылкин А.В., Ястребова Н.А. Вестник Пензенского государственного университета. 2013. № 4. с. 73–78.
5. Функциональная модель информационной технологии обеспечения надежности сложных электронных систем с учетом внешних воздействий/Юрков Н.К., Затылкин А.В., Полесский С.Н., Иванов И.А., Лысенко А.В. // Труды международного симпозиума Надежность и качество. 2014. Т. 1. с. 184–187.
6. Особенности разработки макромоделей надежности сложных электронных систем/Юрков Н.К., Затылкин А.В., Полесский С.Н., Иванов И.А., Лысенко А.В. // Труды международного симпозиума Надежность и качество. 2014. Т. 1. с. 101–102.
7. Юрков, Н.К. Методика поддержки актуальности баз знаний автоматизированных обучающих систем на основе применения экспертных методов/Юрков Н.К., Затылкин А.В. // В сборнике: Материалы конференции «управление в технических, эргатических, организационных и сетевых системах «Под редакцией С.Н. Васильева, И.А. Каляева, Д.А. Новикова, Г.Г. Себрякова. 2012. с. 1139–1143.
8. Юрков, Н.К. Интерфейс взаимодействия многоканального виброиспытательного оборудования с программной средой управления исследованиями/Юрков Н.К., Затылкин А.В., Голушко Д.А. // В сборнике: XII Всероссийское совещание по проблемам управления ВСПУ-2014 Институт проблем управления им. В.А. Трапезникова РАН. 2014. с. 7203–7208.
9. Затылкин, А.В. Алгоритм стратегии управления обучением в ИКОС/Затылкин А.В., Демьянов А.В. // Современные информационные технологии. 2006. № 4. с. 110–113.
10. Голушко, Д.А. Методика исследования динамических характеристик технических систем на основе рассогласования фаз внешнего вибрационного воздействия/Голушко Д.А., Затылкин А.В., Герасимов О.Н. // Надежность и качество сложных систем. 2014. № 4 (8). с. 88–92.

11. Голушко, Д. А. Методика прогнозирования ресурса электрорадиоэлементов печатного узла в условиях внешних вибрационных воздействий/Голушко Д. А., Затылкин А. В., Калашников В. С. // Вопросы радиоэлектроники. 2015. № 6 (6). с. 105–112.
12. Герасимов, О. Н. Программная система оценки качества демпферирования проектируемой системы пассивной амортизации бортовых электронных средств/Герасимов О. Н., Затылкин А. В., Юрков Н. К. // Труды международного симпозиума Надежность и качество. 2015. Т. 1. с. 309–312.
13. Калашников, В. С. Вибрационные воздействия как причина отказов изделий авиационной техники/Калашников В. С., Яшин Д. С., Затылкин А. В. // Труды международного симпозиума Надежность и качество. 2015. Т. 1. с. 314–316.
14. Голушко, Д. А. О скорости изменения частоты при проведении испытаний для определения динамических характеристик конструкции/Голушко Д. А., Затылкин А. В., Лысенко А. В. // XXI век: итоги прошлого и проблемы настоящего плюс. 2015. № 4 (26). с. 147–154.

Применение QFD-методологии для оценки колбасных изделий

Зинина Оксана Владимировна, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент;

Зубарева Евгения Константиновна, преподаватель;
Южно-Уральский государственный университет (г. Челябинск)

Нургазезова Алмагул Нургазезовна, кандидат технических наук, доцент
Государственный университет имени Шакарима г. Семей (Казахстан)

Третьяк Людмила Николаевна, доктор технических наук, профессор
Оренбургский государственный университет

Мясная отрасль является одной из приоритетных направлений развития пищевой промышленности. Разработке, оценке качества продуктов питания уделяется достаточно много внимания [1–4]. Метод развертывания функции качества (QFD) позволяет разрабатывать планы по качеству, предназначенные для удовлетворения потребностей клиентов [5–9]. В ходе исследований были проведена оценка качества [10–12] и дегустация образцов краковской колбасы. Для исследований было отобрано три образца краковской колбасы (см. табл. 1).

Воспользуемся методикой-QFD и разработаем «дом качества» с целью повышения качества наихудшего из исследованных образцов.

«Дом качества» строится в следующем порядке:

1) Для начала определим требования потребителей. После составления реестра показателей качества на основании ожиданий потребителей, необходимо определить значение их важности.

2) Необходимо сравнить конкурентоспособность. Проведем сравнение наихудшего из проанализированных образцов (Уральский богатырь) и базового. За базовый примем образец, занявший в нашем исследовании первое

место, так как его показатели качества соответствуют требуемому уровню — Таврия. Для повышения качества наихудшего образца необходимо улучшение таких характеристик, как: запах и вкус, внешний вид.

3) На основании сделанного рейтинга потребителя необходимо установить целевые значения для каждого ожидания потребителя. Для тех характеристик, которым не требуются улучшения (консистенция, цвет и вид на разрезе), целевые значения устанавливаем на прежнем уровне. Необходимо повысить такие характеристики, как: «вкус» до «степени улучшения», равной 1,6 и «цена» — 2,5, «энергетическая ценность» до 1,2. Наибольшей весомостью в нашем случае обладают вкус и внешний вид колбасы.

4) После установления целей проекта повышения качества необходимо определить с помощью чего удастся этих целей достигнуть. На данном этапе устанавливаем перечень важных технических характеристик продукта, которые влияют на его качество. Далее необходимо определить взаимосвязь между техническими характеристиками и ожиданиями потребителей, при этом заполняют центральную часть «дома качества». Пустой столбец обо-

Таблица 1. Исследуемые образцы

Бренд	ТУ	Поставщик	Цена, руб./кг
Таврия	ГОСТ Р 53588	ИП Чинькова Ю. В. (Таврия)	515,0
Здоровая ферма	ГОСТ 31785–1012	ООО Здоровая ферма	519,0
Уральский Богатырь	ГОСТ Р 53588	ООО Уральский Богатырь	476,9

значает ненужность данной технической характеристики для удовлетворения потребителя. Для отражения взаимосвязи в «доме качества» применяют символные обозначения. Для определения силы связи применяют шкалу значений: 9, 3 и 1. Из данных «дома качества» мы видим, что наибольшим приоритетом обладают технические характеристики: «массовая доля нитрита натрия» — 40% и «массовая доля жира» — 19,0%.

5) Далее определяем взаимосвязь между техническими характеристиками и заполняем «крышу дома качества».

6) Сравниваем значения технических характеристик анализируемых образцов колбасы, полученных в ходе ис-

пытаний. Записываем значения показателей в «дом качества» и отмечаем единицы измерения для данных технических характеристик. Вносим целевые значения характеристик, то есть то, к чему мы должны стремиться (рисунок 1). Готовый «дом качества» изображен на рисунке 2.

Из данных рисунка видно, что для повышения качества вареных колбасных изделий, а следовательно и повышения их конкурентоспособности производителям необходимо обратить особое внимание на показатели: «массовая доля нитрита натрия», «массовая доля жира», «массовая доля влаги». Потребители ориентированы, прежде всего, на запах и вкус, вид на разрезе.

Как сделать / Что сделать		Важность для потребителя	Технические характеристики					Исследуемый образец					Целевое значение	Степень улучшения	Абсолютная весовость	Относительная весовость, %			
			Массовая доля влаги	Массовая доля белка	Массовая доля жира	массовая доля нитрита натрия	Массовая доля поваренной соли	Базовый образец	Слабая взаимосвязь	Средняя взаимосвязь	Сильная взаимосвязь	Оценка потребителей							
											1	2	3	4	5				
Ожидания потребителей	запах и вкус	5	▲ 35	○ 105	○ 105		○ 105									5	1,3	7	35
	консистенция	3	▲ 20		▲ 20											5	1,3	4	20
	внешний вид	4					● 180									5	1	4	20
	цвет и вид на разрезе	4					○ 75									5	1,3	5	25
Суммарная оценка			55	105	125	255	105	645								Σ		20	100
Приоритетность, %			9	16	19	40	16	100											

Рис. 1. Заполнение «Матрицы связей»

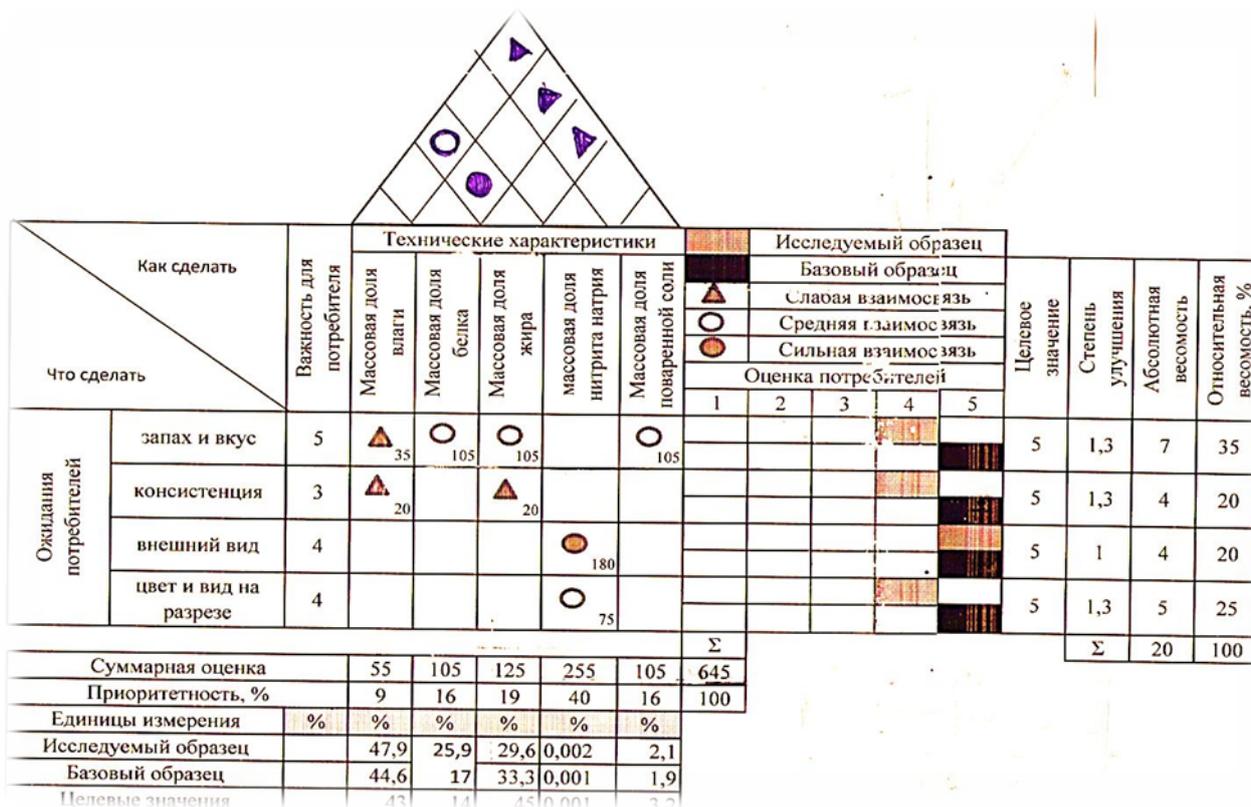


Рис. 2. «Дом качества»

Литература:

1. Хайруллин, М. Ф., Ребезов М. Б., Наумова Н. Л. и др. О потребительских предпочтениях при выборе мясных продуктов // Мясная индустрия. 2011. № 12. с. 15–17.
2. 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.
3. 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.
4. Зинина, О. В., Ребезов М. Б., Нурымхан Г. Н. Инновационные технологии переработки сырья животного происхождения: учебное пособие. — Алматы: МАП, 2015. — 126 с.
5. Губер, Н. Б., Я. А. Глухова Разработка новых мясopодуlков с помощью qdf-методологии // В сборнике: Инновационные технологии в пищевой промышленности: наука, образование и производство: конференция. 2013. с. 762–766.
6. Дуць, А. О., Ребезов М. Б., Ребезов Я. М., Ковтун М. А., Зинина О. В. Разработка «дома качества» для производства мясных снеков // Молодой ученый. 2014. № 9 (68). с. 135–139.
7. Ступникова, П. Б., Зинина О. В. Применение qfd-технологии развертывания функций качества // В сборнике: Качество продукции, технологий и образования. Материалы конференции. Магнитогорск, 2015. с. 32–35.
8. Зинина, О. В., Прохасько Л. С., Третьяк Л. Н., Нургазезова А. Н. Повышение качества вареных колбасных изделий с помощью qfd-методологии // Вопросы экономики и управления. 2015. № 1 (1). с. 35–38.
9. Ребезов, М. Б., Третьяк Л. Н., Асенова Б. К., Оксуханова Э. К. Построение «дома качества» для термообработанного рулета из мяса индейки с черносливом // Вопросы экономики и управления. 2015. № 1 (1). с. 48–51.
10. Пашнина, Н. В., Прохасько Л. С., Раков М. О., Кукина С. В., Салимова Д. Ф. Сравнительная оценка соответствия полукопченых колбас нормируемым требованиям // Молодой ученый. 2015. № 3 (83). с. 198–201.
11. Грашина, Е. П., Ребезов М. Б. Использование статистических методов для анализа качества и безопасности пищевых продуктов // Качество продукции, технологий и образования: Материалы конференции. Магнитогорск, 2008. с. 135–138.
12. Бажина, К. А., Зинина О. В. Маркетинговые исследования рынка колбасных изделий // Научные труды SWorld. 2015. Т. 12. № 1 (38). с. 97–101.

Обзор разработок комбинированных рубленых полуфабрикатов

Зинина Оксана Владимировна, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент
Южно-Уральский государственный университет (г. Челябинск)

В статье приведен патентно-литературный обзор разработок полуфабрикатов мясных рубленых комбинированных. Рассмотрены работы исследователей по созданию полуфабрикатов с введением растительного сырья.

Ключевые слова: мясной полуфабрикат, комбинированный продукт, растительное сырье.

Производство мясных полуфабрикатов представляет крупную специализированную отрасль, имеющую перспективную программу развития, как в нашей стране, так и за рубежом. В условиях современного образа жизни населения, его интенсивности, данная группа продукции становится наиболее востребованной [1].

Интенсификации научных разработок в области проектирования комбинированных мясных изделий способствовали следующие факторы: дефицит отечественного мясного сырья; высокая доля низкокачественного импортного мяса; постоянно повышающаяся стоимость мяса. Увеличивающийся потребительский спрос на мясные полуфабрикаты стимулирует производителей к увеличению объ-

емов производства и расширению ассортимента данной группы продукции. Многочисленные исследования, направленные на изучение проблем питания в России, показали острую необходимость создания функциональных продуктов питания, носителей микронутриентов, предназначенных для широкого круга населения [2]. В настоящее время разработаны и научно обоснованы рецептуры и технологии комбинированных мясных полуфабрикатов в различном термическом состоянии с использованием сырья животного и растительного происхождения. Производство комбинированных полуфабрикатов с использованием белков животного и растительного происхождения не только расширяет ассортимент выпускаемой продукции,

но способствует рациональному использованию сырьевых ресурсов, обеспечению населения качественными продуктами питания [3]. Совершенствование рецептур мясных продуктов посредством обогащения их растительным сырьем позволяет улучшить питание населения, сделать его более полноценным и рациональным [4, 15–17].

Широко известны классические рецептуры и технологии производства рубленых полуфабрикатов, в состав которых может входить такое традиционное растительное сырье как лук, капуста, крупа, хлеб, чеснок, картофель, соя, морковь, зелень и другое.

Известен способ производства рубленых полуфабрикатов «Котлеты с капустой», которые включают: мясо котлетное говяжье; свинину жилованную жирную; капусту белокочанную свежую; лук репчатый свежий; крупу манную; меланж; изолят соевого белка; сухари панировочные; соль и специи. Предлагаемая технология близка к традиционной, и обусловлена изменениями на отдельных этапах технологического процесса, связанных с добавлением нетрадиционных компонентов [5].

Также существует способ производства мясорастительных котлет, включающих в состав крупу рисовую или перловую вареную, белок соевый концентрат гидратированный и другие традиционные компоненты. В предлагаемом способе отличия заключаются в специфичности подготовки входящих в рецептуру компонентов, таких как крупы, которые предварительно варят [6].

Известен способ производства мясорастительных котлет, в состав которых входит мясо котлетное говяжье, свинина жилованная жирная, капуста белокочанная свежая, лук репчатый свежий, меланж, гидратированный соевый белковый продукт, полученный из необезжиренной или полубезжиренной соевой муки, сухари панировочные, соль и специи. Котлеты отличаются хорошими органолептическими показателями и пищевой ценностью, сбалансированы по химическому составу, обогащены растительными белками, углеводами, минеральными веществами и витаминами, содержащимися в сое, а также за счет капусты — клетчаткой [7].

Известен способ производства мясного рубленого полуфабриката, состоящего из свинины жилованной полужирной, мяса птицы механической обвалки, лактулозы, муки соевой текстурированной, сухарей панировочных, хлеба из муки пшеничной, яйца куриного, чеснока, лука репчатого, соли и специй [8].

К нетрадиционному растительному сырью, предлагаемому исследователями к использованию при производстве рубленых полуфабрикатов, можно также отнести морскую капусту, пивную дробину, шрот из расторопши, изюм, тыкву, кабачки, топинамбур, листья мать-и-мачехи, ревень и др. Например, предложено обогащать полуфабрикаты мукой из топинамбура и порошком свеклы [2].

Известен способ производства мясорастительных рубленых полуфабрикатов для диетического питания. Полуфабрикаты содержат мясное сырье, вареные зерна

нута, йодказеин или морскую капусту, соевый белковый изолят, соевую белковую клетчатку или пшеничную клетчатку, масло соевое или льняное, масло «Carotino», аскорбиновую кислоту, янтарит, фосфолипидный концентрат, минеральный кальциевый обогатитель, пряности, соль лечебно-профилактическую, отруби, воду питьевую в заданном соотношении. В полуфабрикат дополнительно вводят муку овсяную или гречневую. В качестве мясного сырья может быть использовано мясо птицы или мясо котлетное говяжье с добавлением свинины. Полуфабрикаты рекомендуются для профилактического питания при заболеваниях сердечно-сосудистой системы [9].

Существует способ производства рубленых полуфабрикатов — котлет с морской капустой «Диета», включающих в свой состав говядину 1 сорта, свинину полужирную, яичный порошок, морскую капусту, лук репчатый, сухари панировочные, воду, соль и специи. Особенностью предлагаемого способа является подготовка воздушно-сушеной морской капусты перед внесением в фарш. Ее промывают, замачивают в течение 5–6 часов в холодной воде в соотношении капуста: вода 1:10, с температурой воды плюс 10–15°C и последующей периодической ее заменой, после чего дважды измельчают на волчке с диаметром отверстий решетки 2–3 мм [10].

Известен способ производства мясных полуфабрикатов и быстрозамороженных блюд с добавлением пивной дробины. Отличием предлагаемой технологии является подготовка пивной дробины, ее предварительно гидратируют и вводят в куттер в соотношении 1: 3–3,5 в количестве 20–30% к общей массе сырья. Данный способ позволяет расширить ассортимент рубленых полуфабрикатов за счет использования в качестве пищевой и биологически активной добавки отходов пивоваренного производства (пивной дробины) с целью дешевой замены растительного и животного белка [11].

Существует способ производства мясных рубленых полуфабрикатов для диетического питания. Полуфабрикаты содержат мясное сырье, панировочные сухари, меланж, БАД «Шрот из расторопши», муку соевую текстурированную, муку соевую в виде порошка, соевую клетчатку, масло подсолнечное, масло «Carotino» или «Веторон 2», пряности, соль, воду питьевую в заданном соотношении. В качестве мясного сырья используют конину или конину с добавлением мяса птицы или баранины. В качестве пряностей — CO₂-экстракты перца душистого, укропа, петрушки, тмина или их эмульсии. Полуфабрикаты рекомендуются использовать для профилактического питания при заболеваниях печени [12].

Известен способ производства полуфабрикатов мясных рубленых с использованием доступной овощной культуры — ревеня. Способ предусматривает измельчение мясного сырья, составление фарша с введением лука, изюма, чеснока, перца, соли, перемешивание и заворачивание фарша в предварительно обработанные свежие или засоленные листья ревеня [13].

Также существует способ приготовления голубцов, включающий измельчение мясного сырья из баранины, составление фарша из измельченного мясного сырья и риса с добавлением специй, лука, перца, соли и заворачивание фарша в предварительно бланшированные свежие листья мать-и-мачехи или засоленные листья мать-и-мачехи [14].

Растительные компоненты повышают биологическую и пищевую ценность полуфабрикатов мясных рубленых, обладают хорошей усвояемостью, а также расширяют ассортимент аналогичных мясных продуктов и дают возможность их круглогодичного производства с использованием доступных овощных культур.

Литература:

1. Рязанова, К. С. Полуфабрикаты мясные рубленые с начинками/К. С. Рязанова // Сборник материалов конференции «Молодежь. Наука. Будущее-2014», 2014. — С. 66.
2. Барышникова, Н.И. Функциональное питание-элемент здоровья человека/Н.И. Барышникова, А.В. Паймулина // Устойчивое развитие территорий: теория и практика: материалы конференции.. — 2014. — с. 242–244.
3. Зайцева, Т.Н. Обогащение мясных рубленых полуфабрикатов растительными компонентами/Т.Н. Зайцева, В.Ф. Рябова, Т.И. Курочкина // Продовольственная безопасность: научное, кадровое и информационное обеспечение: Материалы Международной конференции. — Воронеж, 2014. — с. 414–417.
4. Касымов, С.К. Разработка функциональных продуктов питания для экологически неблагоприятных регионов/С.К. Касымов, М.Б. Ребезов // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Пищевые и биотехнологии. — 2015. — Т. 3. — № 3. — С. 83–91.
5. Пат. 2464817 Российская Федерация, А23L1/31 Способ производства полуфабриката мясорастительного рубленого/О.Н. Самченко, А.Г. Вершинина, Т.К. Каленик. — заявл. 07.04.2011.
6. Рогов, И.А. Производство мясных полуфабрикатов и быстрозамороженных блюд/И.А. Рогов, А.Г. Забашта, Р.М. Ибрагимов, Л.Л. Забашта. — М.: Колос, 1997. — с. 336.
7. Пат. 2322092 Российская Федерация, А23L1/31, А23L1/314, А23L1/317 Производство рубленых полуфабрикатов/С.М. Доценко, О.В. Скрипка. — заявл. 23.03.2006.
8. Пат. 2502344 Российская Федерация, А23L1/314 Производство мясных рубленых изделий повышенной пищевой ценности/Т.Н. Сафронова, И.П. Березовикова, Л.Г. Ермош. — заявл. 17.07.2012.
9. Пат. 2338396 Российская Федерация, А23L1/314, А23L1/31 Мясорастительные рубленые полуфабрикаты для диетического питания/А.В. Устинова, И.Е. Белякина, И.К. Морозкина, И.В. Тимошенко. — заявл. 20.11.2006.
10. Лузан, В.Н. Научное обоснование и практические аспекты создания технологий мясопродуктов с учетом региональных особенностей Забайкалья/В.Н. Лузан. — М.: Диссертация на соискание ученой степени докт. техн. наук., 2000. — с. 185–198.
11. Пат. 2175207 Российская Федерация, А23L1/317, А23L1/314, А23L1/31 Производство мясных полуфабрикатов и быстрозамороженных блюд/Андреевков В.А., Сницарь А.И., Алехина Л.В., Ващук Е.А. — заявл. 25.01.2001.
12. Пат. 2279819 Российская Федерация, А23L1/31 Производство мясных рубленых полуфабрикатов для диетического питания/Устинова А.В., Белякина Н.Е., Морозкина И.К., Гиро Т.М., Болешенко О.П. — заявл. 30.12.2004.
13. Пат. 2297163 российская Федерация, А23L1/31, А23L1/317 Производство полуфабрикатов мясных рубленых/Филонова О.В., Окара А.И. — заявл. 15.09.2005.
14. Пат. 2025082 Российская Федерация, А23L1/212 Производство рубленых полуфабрикатов/Алиев Ш.А., Кулиев Г.Ю., Висали Р.Ф., Ахмедов Н.М. — № 5029872/13, заявл. 27.02.1992.
15. Серикова, А.С. Разработка рецептур продуктов для рационального и сбалансированного питания/А.С. Серикова, Ф.Х. Смольникова, Г.Н. Нурымхан и др. // Молодой ученый. — 2015. — № 10–3 (90). — С. 39–44.
16. Асенова, Б. К., Исследование функционально-технологических характеристик модельных фаршевых систем, обогащенных йодом/Б.К. Асенова, Э.К. Оксханова, М.Б. Ребезов // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Пищевые и биотехнологии. — 2015. — Т. 3. — № 3. — С. 29–37.
17. Лукиных, С.В. Разработка функциональных продуктов питания с учетом современных требований/С.В. Лукиных, М.Б. Ребезов, М.А. Попова, А.О. Гаязова // Продовольственная индустрия: безопасность и интеграция: Материалы конференции. — Пермь, 2014. — С. 31–34.

Разработка конструкции контейнера для перевозки плодоовощной продукции

Ибрагимов Назрилла Набиевич, доктор технических наук, профессор;
Рахимов Рустам Вячеславович, кандидат технических наук;
Хаджимухамедова Матлуба Адилловна, кандидат технических наук
Ташкентский институт инженеров железнодорожного транспорта (Узбекистан)

В настоящей статье рассматривается необходимость разработки и эксплуатации контейнеров для перевозок плодоовощной продукции. Приведены требования к конструкции контейнера и предложена новая конструкция контейнера для перевозок плодоовощной продукции. Выполнены теоретические исследования напряженно-деформированного состояния разработанной конструкции контейнера.

Ключевые слова: контейнер, плодоовощная продукция, конечно-элементная модель, эксплуатационная нагрузка, напряженно-деформированное состояние, прочность.

В Узбекистане за прошедшие годы последовательно осуществляется стратегия развития сельского хозяйства, направленная на обеспечение продовольственной безопасности страны. Этот подход к производству плодоовощной продукции как важной составной части всей системы жизнеобеспечения населения, поддержания его здоровья, а также создания условий занятости стал одним из основных векторов экономической и социальной политики государства.

Сегодня в республике большое внимание уделяется развитию фермерства и ежегодно производится более 17 миллионов тонн плодоовощной продукции.

Благодаря предпринимаемым системным мерам неуклонно повышается экспортный потенциал отрасли. В последние годы Узбекистан превратился в крупного экспортера высококачественной и конкурентоспособной плодоовощной продукции. Для ее обеспечения в течение всего года большое внимание уделяется вопросам переработки, хранения и транспортировки. Расширяется география экспорта продукции плодоовощеводства и виноградарства. Если ранее республика традиционно поставляла ее в основном в Россию, Казахстан и другие страны СНГ, то на сегодняшний день она из Узбекистана отгружается на рынки более 100 стран мира.

Республика Узбекистан располагает мощным транспортом, включающим в себя железнодорожный, автомобильный, авиационный, трубопроводный и речной. Главное место в перевозках занимает железнодорожный транспорт, на долю которого приходится более 60% всего грузооборота в международном направлении.

Железнодорожные пути в Узбекистане находятся в хорошем состоянии и пригодны для эксплуатации грузовых поездов со скоростью 90 км/час, а отдельные реконструированные участки дорог позволяют набирать скорость более 100 км/час.

Наряду с проводимыми работами по обновлению и реконструкции железнодорожных путей, необходимо принять меры по оптимизации всей цепочки организации грузоперевозок. Многими экспертами отмечается, что решениями данного вопроса могут стать — широкое использование контейнеров, а также модернизация объектов инфраструктуры, локомотивного парка и подвижного состава АО «Ўзбекистон темир йўллари» [1–3].

Мелкопартионность и многообразие транспортируемой продукции плодоовощеводства обуславливает эксплуатацию таких контейнеров, в которых создавались бы условия обеспечения сохранности качества плодоовощной продукции при транспортировке их с учетом биохимического состава и микробиологической обсемененности для организации смежных перевозок — автомобильным и железнодорожным транспортом.

В связи с этим стало необходимым создать конструкцию контейнера, отвечающего установленным требованиям. Сотрудниками ТашИИТа были проведены исследования по созданию универсальных контейнеров для перевозки плодоовощной продукции.

Исследования конструкции таких контейнеров велись на основе концептуальных подходов и требований, при обеспечении следующих возможностей:

- механизированной загрузки и выгрузки продукции из контейнеров;
- производство погрузочно-разгрузочных операций при помощи кранов и вилочных погрузчиков;
- штабелирования контейнеров в два и три яруса на складах и контейнерных площадках;
- сохранения устойчивости на подвижном составе;
- влагонепроницаемости для грузов, «боящихся» атмосферного воздействия.

Типы, основные параметры и размеры специализированных контейнеров для перевозки сыпучих, штучных и жидких грузов, скоропортящихся и пищевых продуктов без тары, в таре и в облегченной упаковке, на платформах и в полувагонах железных дорог, автомобилях, автопоездах, речных и морских судах и для временного хранения на складских площадках установлены с учетом требований международного стандарта [4].

По результатам проведенных исследований, с применением современных инженерных программ была разработана 3D модель конструкции контейнера с люками (рис. 1) для перевозки плодоовощной продукции. Данная конструкция контейнера была разработана на основе 20 и 40 футовых универсальных контейнеров.

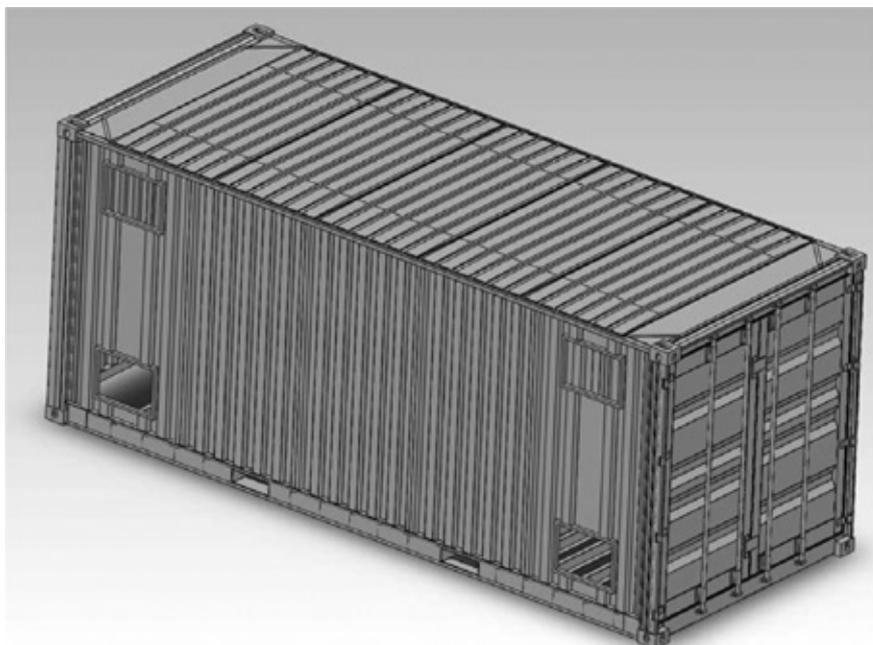


Рис. 1. Общий вид 3D модели конструкции разработанного контейнера для перевозки плодоовощной продукции

Основные элементы конструкции контейнера для перевозки плодоовощной продукции выполнены из материала марки стали 09Г2С ГОСТ 19281–89, допускаемые напряжения которого составляют 295 МПа [5].

Боковые стены предлагаемого контейнера были оснащены люками с размерами 550×400 мм для осуществления естественной вентиляции перевозимых грузов. Для обеспечения прочности разработанной конструкции контейнера, места отверстий люков по периметру были усилены стрингерами углового профиля. Для получения естественной вентиляции соответствующей международным нормам целесообразнее всего расположить люки в четырех углах боковой стены, соблюдая расстояния, указанные на рис. 2.

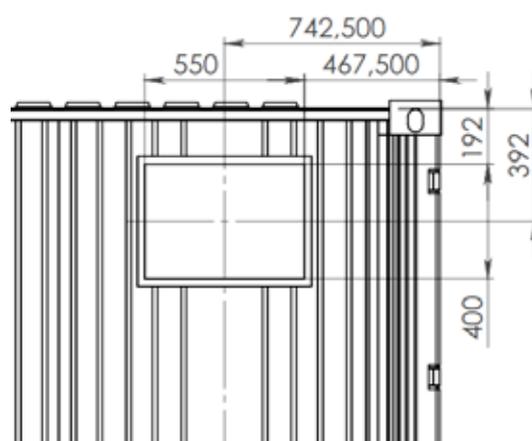


Рис. 2. Основные размеры люка контейнера для перевозки плодоовощной продукции

Исследования напряженно-деформированного состояния разработанной конструкции контейнера для перевозки плодоовощной продукции при действии на них эксплуатационных нагрузок проводятся с использованием промышленного программного обеспечения, реализующего метод конечных элементов (МКЭ). Сущность метода и примеры его использования для различных расчетов подробно излагаются в большом количестве литературных источников [6–8].

Основные положения МКЭ заключаются в следующем.

1. Расчетная схема конструкции разбивается на составные части, называемые конечными элементами (КЭ). В конечных элементах выделяются специальные точки, называемые узлами. Перемещения или производные перемещений этих узлов принимаются за неизвестные и называются степенями свободы. Их обозначают через $d_{ik}^{(e)}$. Верхний индекс обозначает номер конечного элемента ($e = 1, 2, 3, \dots$).

Первый нижний индекс обозначает направление перемещения ($i = x, y, z$), а второй — номер узла в конечном элементе ($K = 1, 2, 3, \dots$).

Затем в каждом конечном элементе задаются законом изменения перемещений $N_{ik}(x, y, z)$ между узловыми точками. Это позволяет выразить перемещения любой точки через перемещения граничных узлов и функцию координат, определяющую закон изменения перемещений между узловыми точками:

$$u^{(e)}(x, y, z) = [N(x, y, z)]^{(e)} \{d_{ik}\}^{(e)}. \quad (1)$$

Функции $N_{ik}(x, y, z)$, задающие закон изменения перемещений от узла к узлу, обычно называют функциями, или аппроксимирующими функциями. Функция формы $N_{ik}(x, y, z)$ непрерывна и изменяется от 1 в узле K до нуля в других узлах и за пределами элемента.

2. Производится построение основной системы уравнений для определения неизвестных перемещений. Для этого вычисляется полная энергия конечного элемента. Полная энергия всей конструкции будет равна сумме энергий конечных элементов:

$$\mathcal{E} = \sum_{e=1}^E \mathcal{E}^{(e)} = \left(\sum_{e=1}^E \{d\}^{(e)} [K]^{(e)} \{d\}^{(e)} - \sum_{e=1}^E \{p\}^{(e)} \{d\}^{(e)} \right) \frac{1}{2}. \quad (2)$$

Производной от \mathcal{E} по $\{d\}^{(e)}$ называется матрица-столбец, составленная из производных от \mathcal{E} по перемещениям, входящим в $\{d\}^{(e)}$. Продифференцировав полную энергию \mathcal{E} по $\{d\}^{(e)}$ и используя принцип Лагранжа, получаем:

$$\sum_{e=1}^E [K]^{(e)} \{d_{ik}\}^{(e)} = \sum_{e=1}^E \{p\}^{(e)}. \quad (3)$$

Матрицу $[K]^{(e)}$ обычно называют матрицей жесткости конечного элемента в местной системе координат, $\{d_{ik}\}^{(e)}$ — вектором перемещений узлов КЭ в той же системе. Если для всех элементов конструкции принять общую (глобальную) систему координат, через $\{d\}$ обозначить перемещения всех узлов конструкции, а матрицу жесткости $[K]^{(e)}$ и вектор сил $\{p\}^{(e)}$ записать в глобальной системе координат той же размерности, что $\{d\}$, уравнение (3) примет такой вид:

$$\sum_{e=1}^E [K]^{(e)} \{d\} - \sum_{e=1}^E \{p\}^{(e)} = 0, \quad (4)$$

где $[K]^{(e)}$ и $\{p\}^{(e)}$ — записаны в глобальной системе координат.

Тогда

$$[K] \{d\} = \{p\}, \quad (5)$$

где

$$[K] = \sum_{e=1}^E [K]^{(e)} ; \{p\} = \sum_{e=1}^E \{p\}^{(e)}. \quad (6)$$

Полученное уравнение (3) является основным для метода конечных элементов.

Полученное уравнение (3) является основным для метода конечных элементов.

3. Решение системы алгебраических уравнений производится методами линейной алгебры. Обычно применяют метод Гаусса, но могут быть использованы и другие методы. Ввиду высокого порядка системы уравнений расчеты проводятся с применением компьютерных технологий. В результате решения, с учетом граничных условий, находят перемещения всех узлов конструкции.

4. Определение напряженно-деформированного состояния конструкции производится с помощью выражений (6) и (7).

Чтобы расчетная схема контейнера для перевозки плодоовощной продукции по возможности наиболее точно соответствовала действительному исполнению и характеру работы для описания элементов контейнера были использованы пластинчато-стержневые конечные элементы. Элементы имеют шесть степеней свободы в каждом узле: перемещения в направлении осей X, Y, Z узловой системы координат и повороты вокруг осей X, Y, Z узловой системы координат. Элементы типа масса соединялись с элементами каркаса с помощью абсолютно жестких связей. Расчетная модель конструкции контейнера для перевозки плодоовощной продукции приведена на рис. 1, а с сеткой конечных элементов приведена на рис. 3.

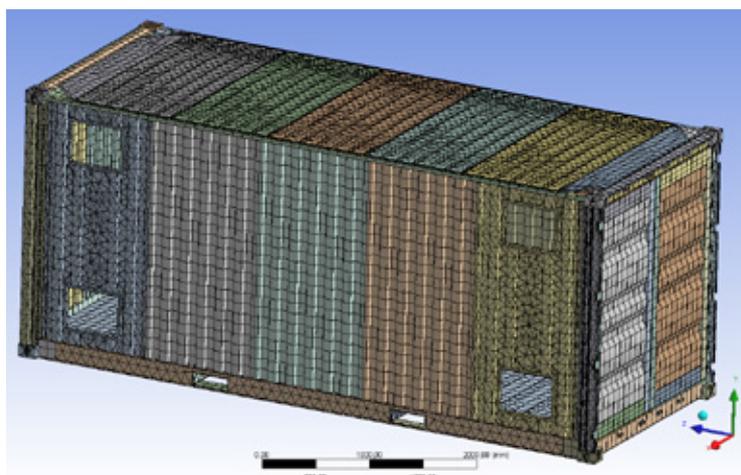


Рис. 3. Общий вид конечно-элементной модели разработанного универсального контейнера для перевозки плодоовощной продукции

Расчетная пластинчато-стержневая конечно-элементная модель разработанного контейнера для перевозки плодоовощной продукции включает 208392 конечных элемента и 71958 узлов.

Нагрузки, действующие на элементы контейнера в процессе погрузочно-разгрузочных, транспортных, перегрузочных и складских операций, подробно приведены во многих источниках [9–10].

При моделировании допускаемые напряжения элементов контейнера были приняты в соответствии с [3]. Для всех сталей модуль упругости принимался равным $2,1 \cdot 10^5$ МПа, а коэффициент Пуассона — 0,3.

Кинематические и силовые граничные условия при расчетах конструкции контейнера на прочность приведены на рис. 4.

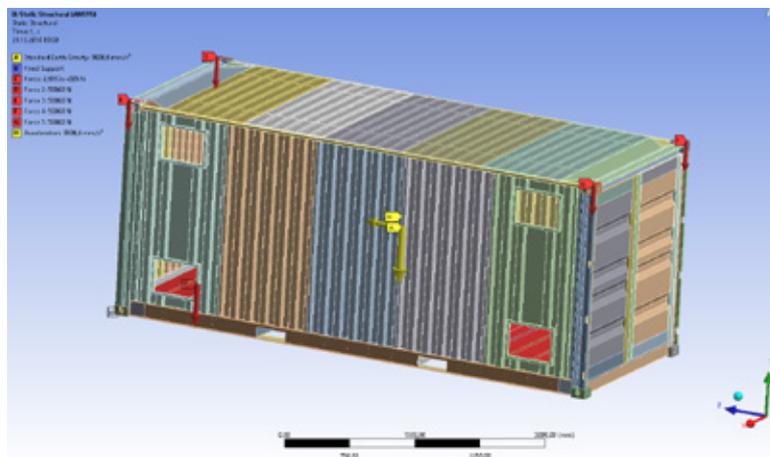


Рис. 4. Кинематические и силовые граничные условия при расчетах контейнера для перевозки плодоовощной продукции

Выборочные результаты полей распределения эквивалентных напряжений в элементах контейнера показаны на рис. 5, а на рис. 6 приведены результаты полей распределения эквивалентных перемещений в элементах контейнера для перевозки плодоовощной продукции.

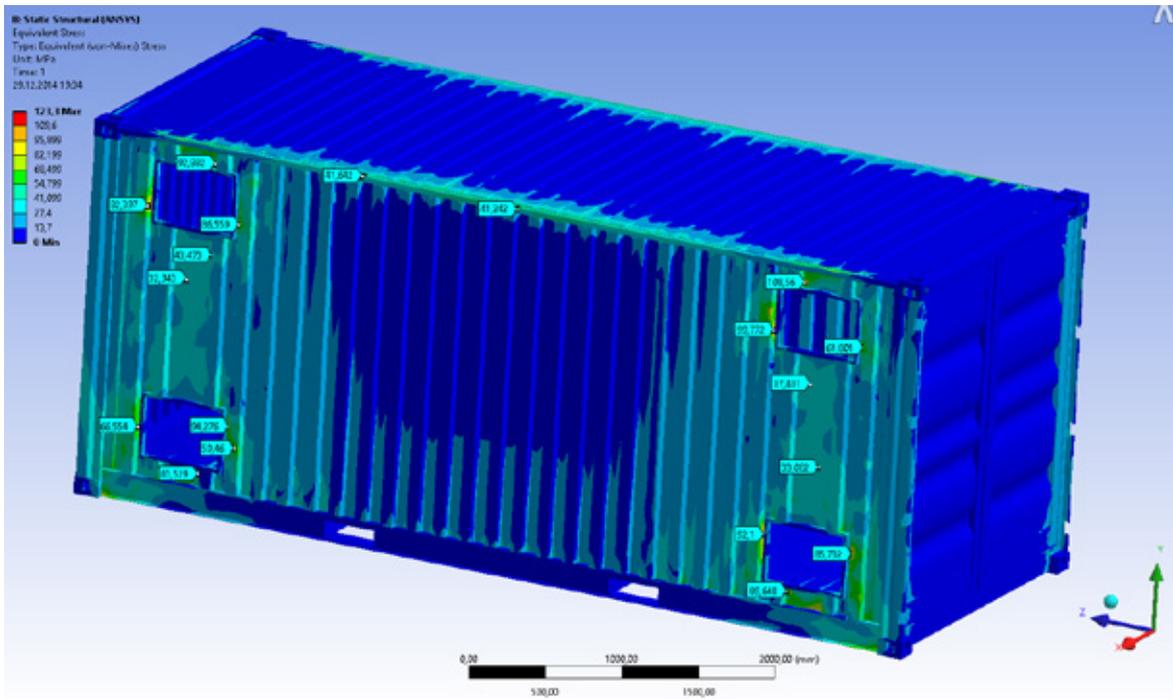


Рис. 5. Поля распределения эквивалентных напряжений в элементах контейнера для перевозки плодоовощной продукции, МПа

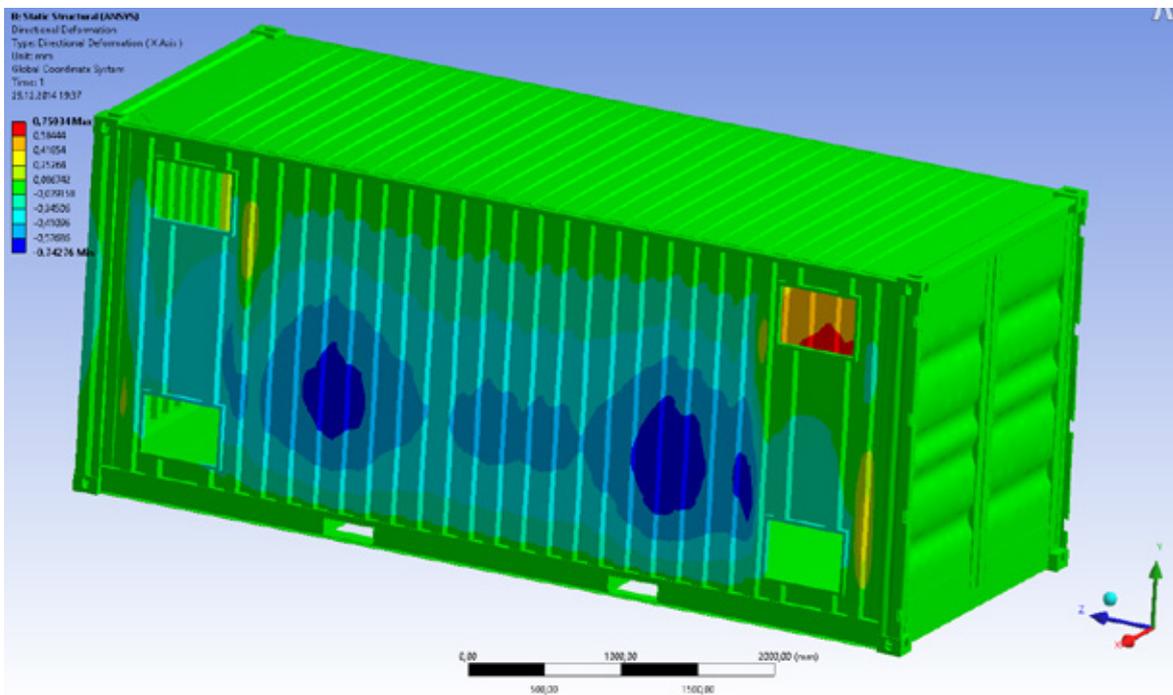


Рис. 6. Поля распределения эквивалентных перемещений в элементах контейнера для перевозки плодоовощной продукции, мм

По проведенным теоретическим исследованиям прочности предложенного контейнера для перевозки плодоовощной продукции установлено, что максимальные расчетные напряжения в элементах конструкции контейнера не превышают

допускаемых (123,3 МПа < 295 МПа). Таким образом, выбранная конструкция контейнера по прочности соответствует требованиям при всех сочетаниях эксплуатационных нагрузок.

На основании проведенных исследований приняты технические решения разрабатываемого универсального контейнера для перевозки плодоовощной продукции.

Литература:

1. Постановление Президента Республики Узбекистан от 21 декабря 2010 года № ПП-1446. Об ускорении развития инфраструктуры, транспортного и коммуникационного строительства в 2011–2015 годах.
2. Постановление Президента Республики Узбекистан от 5 января 2012 года № ПП-1676 «О мерах по реализации проекта «Электрификация железнодорожного участка Мароканд — Карши» с участием Азиатского банка развития».
3. Постановление Президента Республики Узбекистан от 21 февраля 2012 года № ПП-1712 «О мерах по реализации инвестиционного проекта «Электрификация железнодорожного участка Карши — Термез» с использованием займа Японского агентства международного сотрудничества».
4. ГОСТ Р 53350–2009 (ИСО 668:1995) Контейнеры грузовые серии 1. Классификация, размеры и масса. Series 1 freight containers. Classification, dimensions and ratings.
5. Нормы для расчета и проектирования новых и модернизируемых вагонов железных дорог МПС колеи 1520 мм (несамоходных). — М.: ГосНИИВ-ВНИИЖТ, 1996. — 317 с.
6. Зенкевич, О., Морган К. Конечные элементы и аппроксимация. — М.: Мир, 1986. — 318 с.
7. Бирюков, Д.Б., Постоев В.С. Метод конечных элементов в напряжениях. — СПб.: АООТ «НПО ЦКТИ», 1999. — 187 с.
8. Алямовский, А.А. SolidWorks/COSMOSWorks. Инженерный анализ методом конечных элементов. — М.: Проектирование, 2004. — 432 с., ил.
9. Локшин, Х.А., Сотский Н.В. Контейнеры. — М.: Транспорт, 1976. 126 с.
10. Контейнерная транспортная система/Л.А. Коган, Ю.Т. Козлов, М.Д. Ситник и др.; Под ред. Л.А. Когана. 2-е изд., перераб. и доп. — М.: Транспорт, 1991. — 254 с.

Альтернативный вариант расчета общей продолжительности механической обработки мясного сырья

Измайлова Светлана Андреевна, студент;
Мелентьева Вероника Валерьевна, студент;
Дубасов Николай Александрович, студент;
Измайлова Дарья Андреевна, студент
Ставропольский государственный аграрный университет

В данной статье рассматриваются вопросы выбора способа механической обработки мясного сырья при производстве мясных продуктов. Описываются желаемые морфологические и функционально-технологические изменения мясного сырья при посоле, обеспечивающие успешное реструктурирование фарша. Предлагается альтернативный способ расчета продолжительности обработки сырья в посоле.

Ключевые слова: *посол мяса, массирование, тумблирование, тендеризация.*

Применение механической обработки при посоле сырья в производстве кусковых и реструктурированных цельномышечных мясопродуктов уже на протяжении многих десятилетий является важнейшим этапом технологического процесса. Использование механической обработки позволяет существенно ускорить процесс посола и добиться равномерного распределения посолочных веществ в продукте. Кроме того, она также способствует повышению ФТС сырья (ВСС, ВУС, липкость, выход готового продукта) и улучшению качественных характери-

стик готового изделия (нежность, сочность, монолитность и др.) [1, 8, 10, 17].

В настоящее время можно выделить три наиболее распространенных способа механической обработки мяса: тендеризация, тумблирование и массирование [5, 6, 20].

Тендеризация сырья заключается в многократном его прокалывании с целью частичного разрушения соединительной ткани и увеличения площади экстракции белка. Однако недостатком тендеризации является тот факт, что размягчение мяса происходит только в местах уколов,

в связи с чем после нее дополнительно необходимо провести тумблирование или массирование [2, 3, 16, 19].

Тумблирование — это вид механической обработки, основанный на принципе использования энергии падения кусков мяса с некоторой высоты, их удара друг о друга и о выступы внутри аппарата. В результате соударений сырье подвергается механической деформации, возникающий эффект «губки» способствует интенсивному фильтрационному переносу рассола по системе пор и капилляров внутрь мяса [4, 7, 11, 12].

Массирование — обработка, основанная на принципе трения кусков мяса друг о друга и о внутренние стенки аппарата. Данный вид механической обработки протекает в более мягких условиях и более продолжителен [15, 18].

Выбор конкретных видов и параметров механической обработки зависит от целого комплекса факторов, и оптимизация данного технологического этапа является актуальной производственной задачей.

Существует ряд общепринятых рекомендаций к проведению механической обработки мясного сырья:

- 1) коэффициент заполнения массажера — не более 70% [13];
- 2) использование цикличности — чередования активной фазы с покоем;
- 3) глубина вакуумирования на уровне 90%;
- 4) количество оборотов, совершенных барабаном массажера (тумблера) за весь период посола должно составлять для свинины 3000–4000, для говядины 6000–8000 [9, 14].

Литература:

1. Шлыков, С. Н. Исследование влияния ультразвукового акустического поля на эмульгированные фаршевые системы и качественные показатели готового продукта/С. Н. Шлыков, Р. С. Омаров, Т. В. Вобликова // Научный журнал КубГАУ [Электронный ресурс]. — Краснодар: КубГАУ, 2013. — № 93 (09). — Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2013/09/pdf/61.pdf>
2. Омаров, Р. С. Разработка технологии реструктурированного мясoproдукта с использованием белковых структурообразователей животного происхождения: автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук/Северо-Кавказский федеральный университет. Ставрополь, 2013 — 26 с.
3. Trukhachev, V. I., V. V. Sadovoy, S. N. Shlykov and R. S. Omarov, 2015. Development of Technology for Food for People with Hypersthenic Body Type. Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences. [http://www.rjpbcs.com/pdf/2015_6\(2\)/\[199\].pdf](http://www.rjpbcs.com/pdf/2015_6(2)/[199].pdf).
4. Gabriyelyan, S. Z., I. N. Vorotnikov, M. A. Mastepanenko, R. S. Omarov, and S. N. Shlykov 2015. Formation of the Physico-Chemical Parameters of Meat Products in the Processing Of Ultrasonic Acoustic Field. Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences. [http://www.rjpbcs.com/pdf/2015_6\(3\)/\[184\].pdf](http://www.rjpbcs.com/pdf/2015_6(3)/[184].pdf)
5. Белковые структурообразователи для ветчинных мясных продуктов/Р. С. Омаров, О. В. Сычева, С. Н. Шлыков, В. В. Михайленко // Fleischwirtschaft International Россия. — 2014. — № 1. — с. 49–52.
6. Омаров, Р. С. Современные тенденции в производстве реструктурированных мясoproдуктов/Р. С. Омаров, О. В. Сычева, С. Н. Шлыков // Международная научно-практическая конференция «Проблемы и перспективы повышения, продуктивных и племенных качеств сельскохозяйственных животных», посвящённая 75-летию Героя Социалистического Труда, академика РАСХН, доктора сельскохозяйственных наук, профессора В. А. Мороза. Ставрополь: ФГБОУ ВПО Ставропольский государственный аграрный университет, 2012 — с. 265–270.
7. Использование молочных белков в производстве деликатесных мясoproдуктов/Р. С. Омаров, С. Н. Шлыков, О. В. Сычева, В. В. Садовой // Fleischwirtschaft International Россия. — 2011. — № 1. — с. 55–57.
8. Омаров, Р. С. Современное состояние проблемы обогащения йодом мясных продуктов питания/Р. С. Омаров, Н. А. Дубасов // Актуальные вопросы совершенствования технологии производства и переработки про-

Касательно последнего пункта, нужно отметить, что представленные значения являются усредненными, и не учитывают таких важных технических характеристик аппарата, как диаметр барабана и скорость его вращения. В этой связи, видится целесообразным рассчитывать время массирования, ориентируясь на длину пройденного мясом пути, величина которой непосредственно влияет на эффект механической обработки [3].

Рассчитывается этот показатель по следующей формуле:

$$S = L \times N \times T$$

где: S — длина пути, пройденного мясом в ходе массирования, м;

L — длина окружности барабана, м;

N — количество оборотов барабана в минуту;

T — чистое время работы массажера (активная фаза), мин.

Длина окружности барабана вычисляется умножением величины внутреннего диаметра барабана (м) на число π (3,14).

Длина пройденного мясным сырьем пути может находиться в пределах 6000–12000 м в зависимости от конкретных условий и вида продукции.

Использование приведенного варианта расчета продолжительности массирования позволит в большей степени унифицировать данный технологический показатель, давая возможность с большей точностью прогнозировать и достигать желаемого эффекта.

- дукции сельского хозяйства: материалы международной научно-практической конференции (21–23 ноября 2013 года). — Ставрополь: ФГБОУ ВПО «Ставропольский государственный аграрный университет», 2013. — с. 183–185.
9. Омаров, Р.С. Перспективы использования комбинированных белковых препаратов для производства мясопродуктов/Р.С. Омаров, О.М. Попова // Актуальные вопросы совершенствования технологии производства и переработки продукции сельского хозяйства: материалы международной научно-практической конференции (21–23 ноября 2013 года). — Ставрополь: ФГБОУ ВПО «Ставропольский государственный аграрный университет», 2013. — с. 178–180.
 10. Омаров, Р.С. Перспективы создания функциональных продуктов на мясной основе/Р.С. Омаров, Е.С. Емельяненко Н.А. Дубасов // Современные ресурсосберегающие инновационные технологии производства и переработки сельскохозяйственной продукции в Северо-Кавказском федеральном округе: сборник научных статей 78-й научно-практической конференции (24–25 апреля 2014 года). — Ставрополь: ФГБОУ ВПО «Ставропольский государственный аграрный университет», 2014. — с. 65–68.
 11. Омаров, Р.С. Особенности создания функциональных продуктов на мясной основе/Р.С. Омаров, С.Н. Шлыков, О.В. Сычева // Технические науки: прошлое, настоящее, будущее: сборник статей Международной научно-практической конференции (19 мая 2014 г, г. Уфа). — Уфа: Аэтерна, 2014. — с. 44–45.
 12. Омаров, Р.С. Разработка специализированного мясного продукта для адаптации организма к повышенным физическим нагрузкам/Р.С. Омаров // Наука и современность: сборник статей Международной научно-практической конференции (04 апреля 2015 г, г. Уфа) в 2 ч. Ч. 2. — Уфа: Аэтерна, 2015. — с. 134–137.
 13. Омаров, Р.С. Значение белкового питания в рационе спортсменов/Р.С. Омаров // Наука и современность: сборник статей Международной научно-практической конференции (04 апреля 2015 г, г. Уфа) в 2 ч. Ч. 2. — Уфа: Аэтерна, 2015. — с. 137–140.
 14. Омаров, Р.С. Белковые препараты на основе плазмы крови для производства мясопродуктов/Р.С. Омаров // Инновации и современные технологии в сельском хозяйстве: сборник научных статей по материалам международной интернет-конференции. — Ставрополь: ФГБОУ ВПО «Ставропольский государственный аграрный университет», 2015. — с. 83–86.
 15. Сарбатова, Н.Ю. Теоретическое обоснование разработки специализированного мясного продукта на основе мяса страуса/Н.Ю. Сарбатова, Р.С. Омаров, С.А. Измайлова, О.В. Сычева // Мясные технологии — 2015. — № 5. — с. 48–51.
 16. Омаров, Р.С. Современные посолочные компоненты, как альтернатива пищевым фосфатам/Р.С. Омаров // Материалы II международной конференции «Инновационные разработки молодых ученых — развитию агропромышленного комплекса»: Сборник научных трудов Ставропольского научно-исследовательского института животноводства и кормопроизводства, Ставрополь, 2013. — Т. 3. — с. 209–212.
 17. Омаров, Р.С. Комбинированные белковые препараты в производстве мясных продуктов/Р.С. Омаров, Е.С. Емельяненко // Материалы III международной конференции «Инновационные разработки молодых ученых — развитию агропромышленного комплекса»: Сборник научных трудов Ставропольского научно-исследовательского института животноводства и кормопроизводства, Ставрополь, 2014. — Т. 2. — с. 175–177.
 18. Садовой, В.В. Проектирование мясного продукта для лиц, страдающих ожирением/В.В. Садовой, С.Н. Шлыков, Р.С. Омаров, Т.В. Щедрина // Вестник АПК Ставрополя. — 2015. — № 2. — с. 57–62.
 19. Sarbatova, N. J., Frolov V.J., Sycheva O.V. and R.S. Omarov. 2015. Developing A Specialized Meat Product Based On Ostrich. Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences. [http://www.rjpbcs.com/pdf/2015_6\(4\)/\[138\].pdf](http://www.rjpbcs.com/pdf/2015_6(4)/[138].pdf)
 20. Омаров, Р.С. Способы интенсификации реструктурирования при производстве ветчины/Р.С. Омаров, О.В. Сычева // Мясной ряд — 2014. — № 3. — с. 32–34.

Функциональные белковые препараты для производства мясных продуктов

Измайлова Светлана Андреевна, студент;
Мелентьева Вероника Валерьевна, студент;
Дубасов Николай Александрович, студент;
Измайлова Дарья Андреевна, студент
Ставропольский государственный аграрный университет

Использование белковых препаратов является мощным инструментом в руках технолога практически любого мясоперерабатывающего предприятия. Применение белковых препаратов позволяет эффективно управлять функционально-технологическими свойствами мясных систем, а также корректировать пищевую и биологическую ценность готового продукта [1, 7, 14].

Особого внимания заслуживают белки животного происхождения, обладающие способностью стабилизировать качество готового продукта при использовании сырья со сниженными функциональными характеристиками или повышенным содержанием жировой ткани. Животные белки лучше сбалансированы по аминокислотному составу, что формирует их высокую биологическую ценность. Питательная ценность животных белков также выше, что обусловлено более высоким коэффициентом их перевариваемости — 70–80% против 50–70% у растительных [2, 3, 20].

Все более большую популярность среди производителей мясопродуктов приобретают препараты коллагеновых белков на основе свиной шкурки, а также шкур и сухожилий крупного рогатого скота. Это обусловлено, прежде всего, их высокими функциональными свойствами и широкими возможностями использования. Кроме того, в настоящее время пересмотрена роль и важность соединительнотканых белков, как пищевого компонента. Рядом исследований установлено положительное действие соединительной ткани на процесс пищеварения за счет стимулирования секреторной и двигательной функции ЖКТ, а также благотворное влияние на состояние полезной микрофлоры кишечника [6, 11, 17].

Однако коллагеновые белки являются неполноценными, в свете чего видится перспективным применять их в комбинации с полноценными белками, в частности белками плазмы крови [3, 5, 9, 18].

Одним из таких белковых препаратов является Арго-PORK HF85, производства компании Proliant Meat Ingredients. Он создан на основе коллагенового белка и свиной плазмы крови, является натуральным, экологически чистым и безопасным продуктом животного происхождения. Химический состав препарата АргоPORK HF85 представлен в таблице 1.

Высокое содержание белка и низкое жира положительно характеризует данную белковую добавку, выгодно отличая ее от других аналогов, представленных на рынке функциональных ингредиентов. Относительно высокое значение активной кислотности (рН) будет положительно влиять на ФТС мясных систем за счет повышения гидрофильных свойств мышечных белков [6, 10, 13, 15].

Изучение аминокислотного состава препарата показало присутствие в нем всех незаменимых аминокислот, что говорит о полноценности его белка, и высокой его усвояемости.

Одним из важнейших показателей функциональности такого рода белковых препаратов является характеристика его гелеобразующей способности, оценить которую можно путем установления величины критической концентрации гелеобразования (ККГ). Данная величина показывает минимальную концентрацию гелеобразователя, при которой образуется пространственная сетка во всем объеме системы [1, 8, 9, 12]. За критическую концентрацию гелеобразования принимают концентрацию препарата, соответствующую пробе, в которой не происходит разрушения геля под давлением свинцового шарика. Результаты определения ККГ приведены в таблице 2.

Для чистых коллагеновых белков показатель ККГ составляет ориентировочно 6–7% препарата в системе, что в сравнении с полученным значением (9,35%) позволяет сделать вывод о хорошей гелеобразующей способности исследуемой белковой добавки [16, 19].

Таблица 1. Химический состав белкового препарата АргоPORK HF85

Наименование показателя	Содержание, %
— белка	79,71
— влаги	5,59
— жира	2,9
— углеводов	0,95
— золы	10,85
Величина рН (1% дисперсии), ед	7,71

Таблица 2. Изучение ККГ белкового препарата АргоPORK HF85

№ опыта	Концентрация суспензии белкового препарата, %	Концентрация препарата в системе, %	ККГ*
1	52	8,684	-
2	53	8,851	-
3	54	9,018	-
4	55	9,185	-
5	56	9,352	ККГ
6	57	9,519	+
7	58	9,686	+
8	59	9,853	+
9	60	10,020	+
10	61	10,187	+

* Примечание:
 + — разрушения геля не наблюдается;
 — — наблюдается разрушение геля.

Таким образом, проведенные исследования позволяют рекомендовать белковый препарат АргоPORK HF85 к использованию в производстве мясопродуктов для по-

лучения максимальных технологических преимуществ при минимальном снижении пищевой и биологической ценности готового продукта.

Литература:

1. Шлыков, С. Н. Исследование влияния ультразвукового акустического поля на эмульгированные фаршевые системы и качественные показатели готового продукта/С. Н. Шлыков, Р. С. Омаров, Т. В. Вобликова // Научный журнал КубГАУ [Электронный ресурс]. — Краснодар: КубГАУ, 2013. — № 93 (09). — Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2013/09/pdf/61.pdf>
2. Омаров, Р. С. Разработка технологии реструктурированного мясопродукта с использованием белковых структурообразователей животного происхождения: автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук/Северо-Кавказский федеральный университет. Ставрополь, 2013 — 26 с.
3. Trukhachev, V. I., V.V. Sadovoy, S. N. Shlykov and R. S. Omarov, 2015. Development of Technology for Food for People with Hypersthenic Body Type. Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences. [http://www.rjpbcs.com/pdf/2015_6\(2\)/\[199\].pdf](http://www.rjpbcs.com/pdf/2015_6(2)/[199].pdf).
4. Gabriyelyan, S. Z., I. N. Vorotnikov, M. A. Mastepanenko, R. S. Omarov, and S. N. Shlykov 2015. Formation of the Physico-Chemical Parameters of Meat Products in the Processing Of Ultrasonic Acoustic Field. Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences. [http://www.rjpbcs.com/pdf/2015_6\(3\)/\[184\].pdf](http://www.rjpbcs.com/pdf/2015_6(3)/[184].pdf)
5. Белковые структурообразователи для ветчинных мясных продуктов/Р. С. Омаров, О. В. Сычева, С. Н. Шлыков, В. В. Михайленко // Fleischwirtschaft International Россия. — 2014. — № 1. — с. 49–52.
6. Омаров, Р. С. Современные тенденции в производстве реструктурированных мясопродуктов/Р. С. Омаров, О. В. Сычева, С. Н. Шлыков // Международная научно-практическая конференция «Проблемы и перспективы повышения, продуктивных и племенных качеств сельскохозяйственных животных», посвящённая 75-летию Героя Социалистического Труда, академика РАСХН, доктора сельскохозяйственных наук, профессора В. А. Мороза. Ставрополь: ФГБОУ ВПО Ставропольский государственный аграрный университет, 2012 — с. 265–270.
7. Использование молочных белков в производстве деликатесных мясопродуктов/Р. С. Омаров, С. Н. Шлыков, О. В. Сычева, В. В. Садовой // Fleischwirtschaft International Россия. — 2011. — № 1. — с. 55–57.
8. Омаров, Р. С. Современное состояние проблемы обогащения йодом мясных продуктов питания/Р. С. Омаров, Н. А. Дубасов // Актуальные вопросы совершенствования технологии производства и переработки продукции сельского хозяйства: материалы международной научно-практической конференции (21–23 ноября 2013 года). — Ставрополь: ФГБОУ ВПО «Ставропольский государственный аграрный университет», 2013. — с. 183–185.
9. Омаров, Р. С. Перспективы использования комбинированных белковых препаратов для производства мясопродуктов/Р. С. Омаров, О. М. Попова // Актуальные вопросы совершенствования технологии производства и переработки продукции сельского хозяйства: материалы международной научно-практической конференции

- (21–23 ноября 2013 года). — Ставрополь: ФГБОУ ВПО «Ставропольский государственный аграрный университет», 2013. — с. 178–180.
10. Омаров, Р.С. Перспективы создания функциональных продуктов на мясной основе/Р.С. Омаров, Е.С. Емельяненко Н.А. Дубасов // Современные ресурсосберегающие инновационные технологии производства и переработки сельскохозяйственной продукции в Северо-Кавказском федеральном округе: сборник научных статей 78-й научно-практической конференции (24–25 апреля 2014 года). — Ставрополь: ФГБОУ ВПО «Ставропольский государственный аграрный университет», 2014. — с. 65–68.
 11. Омаров, Р.С. Особенности создания функциональных продуктов на мясной основе/Р.С. Омаров, С.Н. Шлыков, О.В. Сычева // Технические науки: прошлое, настоящее, будущее: сборник статей Международной научно-практической конференции (19 мая 2014 г, г. Уфа). — Уфа: Аэтерна, 2014. — с. 44–45.
 12. Омаров, Р.С. Разработка специализированного мясного продукта для адаптации организма к повышенным физическим нагрузкам/Р.С. Омаров // Наука и современность: сборник статей Международной научно-практической конференции (04 апреля 2015 г, г. Уфа) в 2 ч. Ч. 2. — Уфа: Аэтерна, 2015. — с. 134–137.
 13. Омаров, Р.С. Значение белкового питания в рационе спортсменов/Р.С. Омаров // Наука и современность: сборник статей Международной научно-практической конференции (04 апреля 2015 г, г. Уфа) в 2 ч. Ч. 2. — Уфа: Аэтерна, 2015. — с. 137–140.
 14. Омаров, Р.С. Белковые препараты на основе плазмы крови для производства мясопродуктов/Р.С. Омаров // Инновации и современные технологии в сельском хозяйстве: сборник научных статей по материалам международной интернет-конференции. — Ставрополь: ФГБОУ ВПО «Ставропольский государственный аграрный университет», 2015. — с. 83–86.
 15. Сарбатова, Н.Ю. Теоретическое обоснование разработки специализированного мясного продукта на основе мяса страуса/Н.Ю. Сарбатова, Р.С. Омаров, С.А. Измайлова, О.В. Сычева // Мясные технологии — 2015. — № 5. — с. 48–51.
 16. Омаров, Р.С. Современные посолочные компоненты, как альтернатива пищевым фосфатам/Р.С. Омаров // Материалы II международной конференции «Инновационные разработки молодых ученых — развитию агропромышленного комплекса»: Сборник научных трудов Ставропольского научно-исследовательского института животноводства и кормопроизводства, Ставрополь, 2013. — Т. 3. — с. 209–212.
 17. Омаров, Р.С. Комбинированные белковые препараты в производстве мясных продуктов/Р.С. Омаров, Е.С. Емельяненко // Материалы III международной конференции «Инновационные разработки молодых ученых — развитию агропромышленного комплекса»: Сборник научных трудов Ставропольского научно-исследовательского института животноводства и кормопроизводства, Ставрополь, 2014. — Т. 2. — с. 175–177.
 18. Садовой, В.В. Проектирование мясного продукта для лиц, страдающих ожирением/В.В. Садовой, С.Н. Шлыков, Р.С. Омаров, Т.В. Щедрина // Вестник АПК Ставрополья. — 2015. — № 2. — с. 57–62.
 19. Sarbatova, N. J., Frolov V.J., Sycheva O.V. and R.S. Omarov. 2015. Developing A Specialized Meat Product Based On Ostrich. Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences. [http://www.rjpbcs.com/pdf/2015_6\(4\)/\[138\].pdf](http://www.rjpbcs.com/pdf/2015_6(4)/[138].pdf)
 20. Омаров, Р.С. Способы интенсификации реструктурирования при производстве ветчины/Р.С. Омаров, О.В. Сычева // Мясной ряд — 2014. — № 3. — с. 32–34.

Анализ вращательного бурения

Лемешко Михаил Александрович, кандидат технических наук, доцент;
Волков Родион Юрьевич, аспирант
Донской государственный технический университет, филиал в г. Шахты (Ростовская обл.)

В статье рассмотрены вопросы управления вращательным бурением режущим инструментом при бурении крепких горных пород. Выполнено сравнение нескольких способов управления усилием подачи и показана связь показателей с условиями бурения при изменении крепости породы, затуплении режущего инструмента, и при заклинивании буровой штанги. Показаны закономерности формирования скорости бурения, усилия подачи, момента сопротивления вращению, удельной подачи при различных методах управления процессом вращательного бурения. Приведено сравнение адаптивного процесса бурения с бурением при свободной подаче.

Ключевые слова: адаптивное управление; вращательное бурение; режущий инструмент; бурильная штанга.

Вращательное бурение горных пород является одним из наиболее важных и часто используемых процессов в строительстве, при разведке и добыче полезных ископаемых, наряду с другими известными методами бурения, такими как: шарошечное, ударно-вращательное, струйное, термическое и др.

При бурении неглубоких скважин, или шпуров для буро-проходческих работ, при бурении отверстий под анкерное крепление в коммунальном хозяйстве и в гражданском строительстве, в других отраслях, используются бурильные машины вращательного типа, оснащенные режущим инструментом (коронками).

Наибольший интерес представляет вопрос вращательного бурения пород и грунтов относительно высокой прочности. Как правило, при бурении мягких пород и грунтов силовые нагрузки на режущий инструмент и на бурильную машину относительно невысоки и вопросы рационального управления бурением возникают реже.

Вращательное бурение обеспечивается двумя движениями исполнительного органа: вращением штанги с режущей частью и движением этой части вдоль оси штанги в направлении бурения. Первое движение характеризуется частотой вращения штанги (n) и моментом сопротивления вращению ($M_{вр}$). Второе движение характеризуется скоростью поступательного движения штанги в направлении бурения (скоростью подачи V_n) и силой сопротивления этому движению R_n , точнее усилием со стороны бурильные машины (усилием подачи F_n), которое должно быть больше этой силы сопротивления и обеспечивать скорость подачи. Таким образом, управление процессом вращательного бурения может обеспечиваться лишь регулированием двух параметров: частотой вращения штанги (n) и усилием подачи (F_n) или скоростью подачи (V_n). В теории бурения рассматриваются следующие основные методы управления этими параметрами:

а) — постоянная частота вращения и постоянное усилие подачи;

б) — переменная частота вращения и постоянное усилие подачи;

в) — постоянная частота вращения и переменное усилие подачи;

г) — переменная частота вращения и переменное усилие подачи;

д) — переменная частота вращения и постоянная скорость бурения, ($V_{бур}$);

Наряду с приведенными выше методами управления бурением используются и другие прогрессивные подходы в управлении. Например, адаптивное управление вращательным бурением, характеризуется автоматическим изменением усилия подачи (F_n) в зависимости от величины момента сопротивления вращению ($M_{вр}$), при любой частоте вращения штанги [1]:

$$F_n = f(M_{вр}),$$

или при управлении, когда контролируется и регулируется, так называемая удельная подача (S) — углубление штанги за один оборот.

Сравнение методов управления усилием подачи

Сопоставим три варианта управления процессом вращательного бурения путем изменения усилия подачи, используя качественный анализ закономерностей, изложенных в работе [2].

1. Метод «Свободная подача».
2. Метод «Принудительная подача».
3. Метод «Адаптивная подача».

«Свободная подача», соответствует режиму бурения, когда усилие подачи постоянное: $F_n = \text{const}$. Это усилие определяется постоянным давлением в гидроцилиндрах подачи, или, в случае, когда усилие подачи обусловлено постоянным, весом бурильной головки и/или весом привода вращения.

«Принудительная подача» соответствует условиям, когда скорость поступательного перемещения буровой штанги постоянна, не зависимо от силы сопротивления усилию подачи и величины вращающего момента на штанге, т.е. когда постоянна удельная подачи: $S = \text{const}$, или $V_{бур} = V_n = \text{const}$.

Под адаптивным управлением процессом бурения понимается такое управление, когда усилие подачи и частота вращения штанги автоматически изменяется адекватно изменению условий бурения. А адаптивная подача соответствует условию, когда усилие подачи изменяется адекватно изменению момента сопротивления вращению.

Рассмотрим некоторые закономерности при различных способах управления усилием подачи, в частности рассмотрим влияние условий бурения на скорость бурения и момент сопротивления вращению, для следующих факторов:

1. Изменение крепости буримой породы;
2. Изменение степени затупления режущего инструмента;
3. Изменение степени заштыбовки (зажатия) или искривления буровой штанги.

В основу анализа закономерностей и показателей вращательного бурения положены известные научные разработки [3], [4]; прежде всего эмпирические расчетные выражения, связывающие условия работы режущего инструмента с показателями бурения [5]. Используются также материалы докладов на международных конференциях в МГГУ на «Неделе горняка» [6,7] а также научные результаты работы аспирантов и соискателей [8,9].

На рис. 1 приведены зависимости скорости бурения ($V_{б}$), момента сопротивления вращению ($M_{вр}$) и частоты вращения штанги (n) от контактной прочности (P_k) буримого материала в режиме свободной подачи с учетом ограничений в управлении [10].

Как видно на рис. 1 с увеличением крепости буримой породы, момент сопротивления вращению штанги уменьшается, а частота вращения штанги увеличивается. Это связано с тем, что с увеличением прочности буримого материала уменьшается глубина резания. И, следовательно, уменьшаются приведенное усилие резания, момент со-

противления вращению, удельная подача и скорость бурения. Однако, если ступенчато или плавно перейти на увеличенное усилие подачи, то это уменьшение можно компенсировать. (См. рис. 1а). Замечание: для оптимальных условий бурения [9], с увеличением крепости буримого материала частота вращения штанги должна уменьшаться.

На рис. 2 приведены зависимости скорости бурения, момента сопротивления вращению, частоты вращения от приведенной площадки затупления резца.

На рис. 3 приведены зависимости показателей бурения в режиме зажатия буровой штанги заштыбовкой или при её искривлении при свободной подаче.

Как видно на графиках, при свободной подаче зажатие штанги не вызывает изменений в усилии подачи, так как при этом методе управления бурением усилие подачи не связано с другими параметрами бурения.

При этом частота вращения штанги в некоторых пределах уменьшается, уменьшается и скорость бурения, вплоть до остановки вращения.

Далее рассмотрим изменение показателей бурения при принудительной подаче. При этом возможны два вида управления усилием подачи: — поддержанием постоянной удельной подачи ($S = V_{бур}/n = const$), — поддержанием постоянной скорости бурения ($V_{бур} = Vn = const$).

Бурение при постоянной удельной подаче означает бурение при постоянном отношении скорости бурения к частоте вращения штанги.

При этом методе управления бурением, усилие подачи формируется условиями бурения: — заданным значением удельной подачи и — крепостью буримой породы. Если крепость породы изменяется, то адекватно этому изменению формируется и усилие подачи, которое ограничено минимальным V_{min} и максимальным V_{max} значениями.

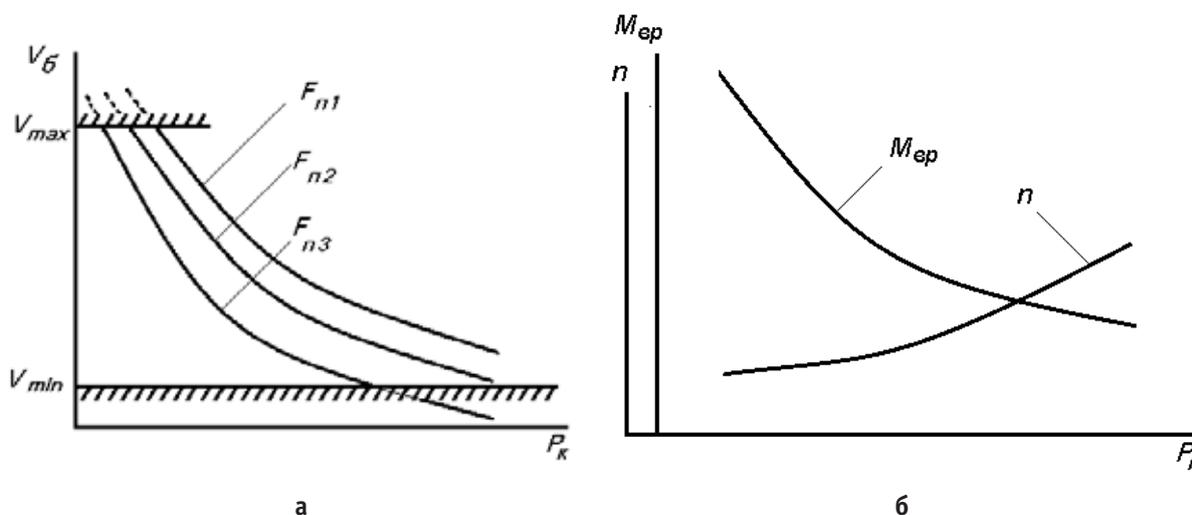


Рис. 1. Влияние прочности буримого материала: а — зависимость скорости бурения (V_b) от контактной прочности (P_k) буримого материала; б — зависимость момента сопротивления вращению ($M_{вр}$) и частоты вращения штанги (n) от контактной прочности (P_k) буримой породы; F_{n1} — усилие подачи, $F_{n1} = const$, $F_{n1} > F_{n2} > F_{n3}$; V_{min} — предельно минимальная скорость бурения; V_{max} — максимальная скорость бурения

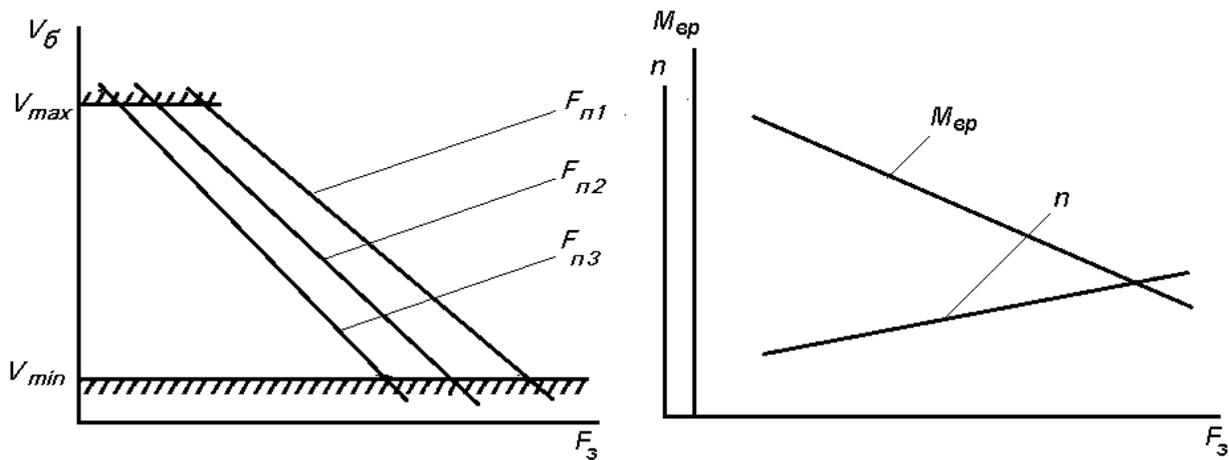


Рис. 2. Зависимость скорости бурения, момента сопротивления вращению, частоты вращения штанги от приведенной площадки затупления резца. F_{ni} — усилие подачи, $F_{ni} = \text{const}$, $F_{n1} > F_{n2} > F_{n3}$; V_{min} — предельно минимальная скорость бурения; V_{max} — максимальная скорость бурения;

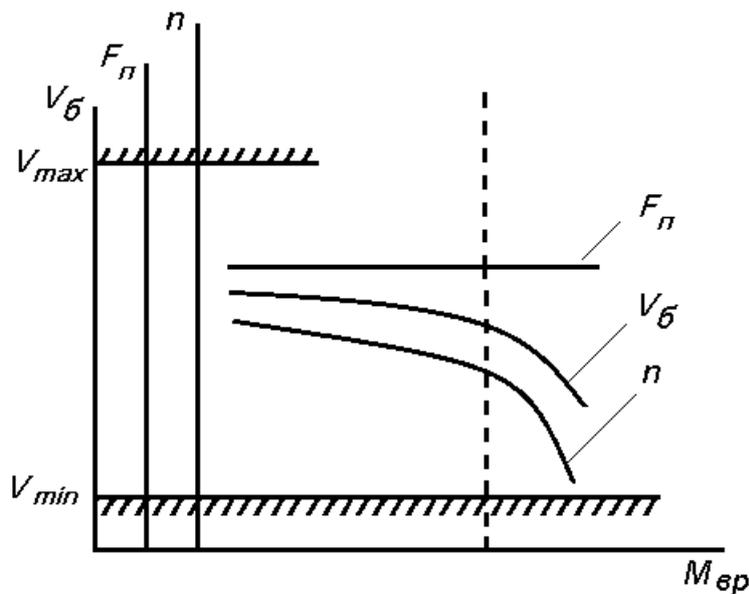


Рис. 3. Зависимости показателей бурения в режиме зажатия буровой штанги заштыбровкой или при её искривлении

На рисунке 4 приведены зависимости скорости бурения и усилия подачи от прочности буримой породы при трех значениях удельной подачи.

Как видно, при относительно небольшой удельной подаче (S_3) возможно бурение породы повышенной прочности, но при этом скорость бурения уменьшится ($V_{\text{бурз}}$).

Аналогично изменяется и момент сопротивления вращению (Рис. 5). При этом процессе бурения ограничивающим фактором может быть и момент сопротивления вращению, вследствие чего при относительно больших удельных подачах возможно бурение относительно мягких пород.

Этот режим ограничен предельной величиной усилия подачи, и прочностными характеристиками всей буровой машины.

При затуплении режущего инструмента скорость бурения не уменьшается, но существенно возрастают усилие подачи и момент сопротивления вращению, при этом увеличивается риск поломки режущего инструмента.

При адаптивном управлении, усилие подачи автоматически увеличивается при уменьшении момента сопротивления вращению так, что скорость бурения уменьшается незначительно, и момент вращения уменьшается незначительно.

Это показано на рисунках 6 и 7. Для сравнения приведены зависимости, полученные при свободной подаче.

При затуплении режущего инструмента и адаптивной подаче, увеличение площадки затупления автоматически приводит к увеличению усилия подачи, что обеспечивает относительно не большое снижение момента сопротив-

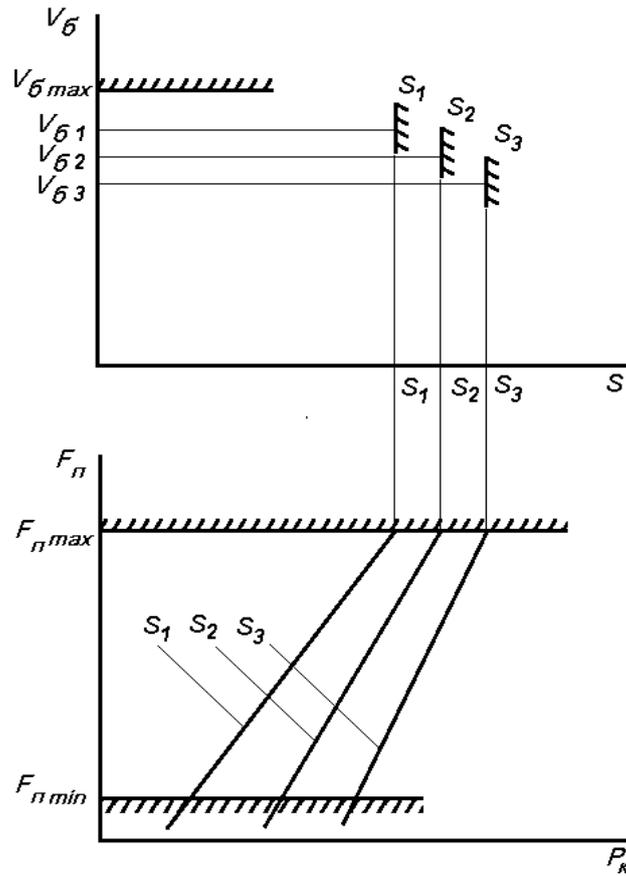


Рис. 4. Зависимость скорости бурения (V_b) и усилия подачи (F_n) от прочности буримой породы (P_k), при трех значениях удельной подачи (S_1, S_2, S_3), $S_1 > S_2 > S_3$

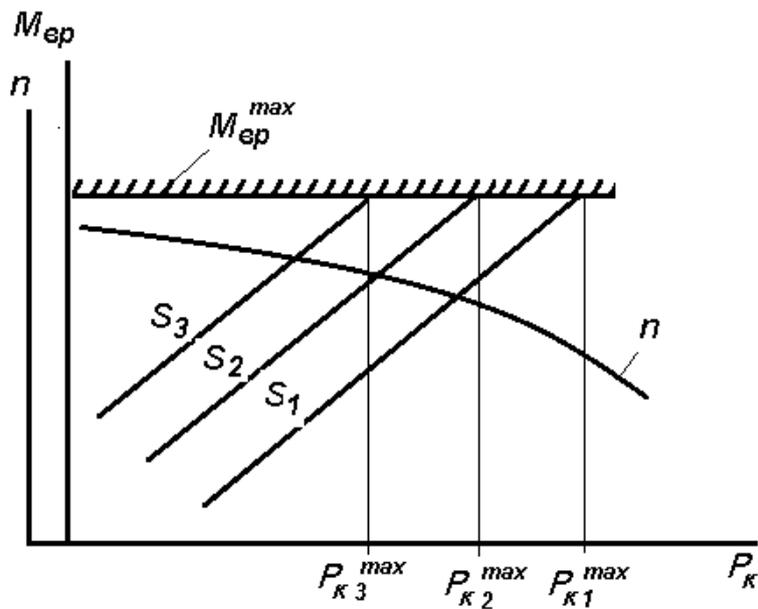


Рис. 5. Зависимость момента сопротивления вращению и частоты вращения от прочности породы при подачах $S_1 < S_2 < S_3$

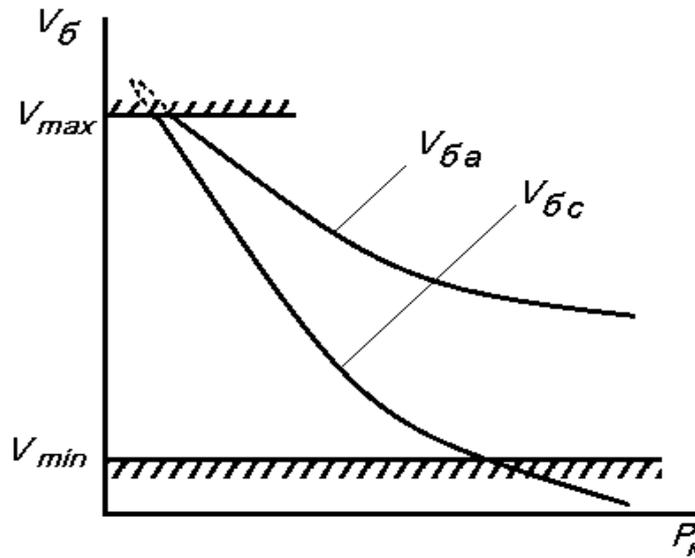


Рис. 6. Зависимость скорости бурения от прочности буримого материала, в пределах ограничений, $V_{ба}$ — скорость бурения при адаптивной подаче, $V_{бс}$ — скорость бурения при свободной подаче

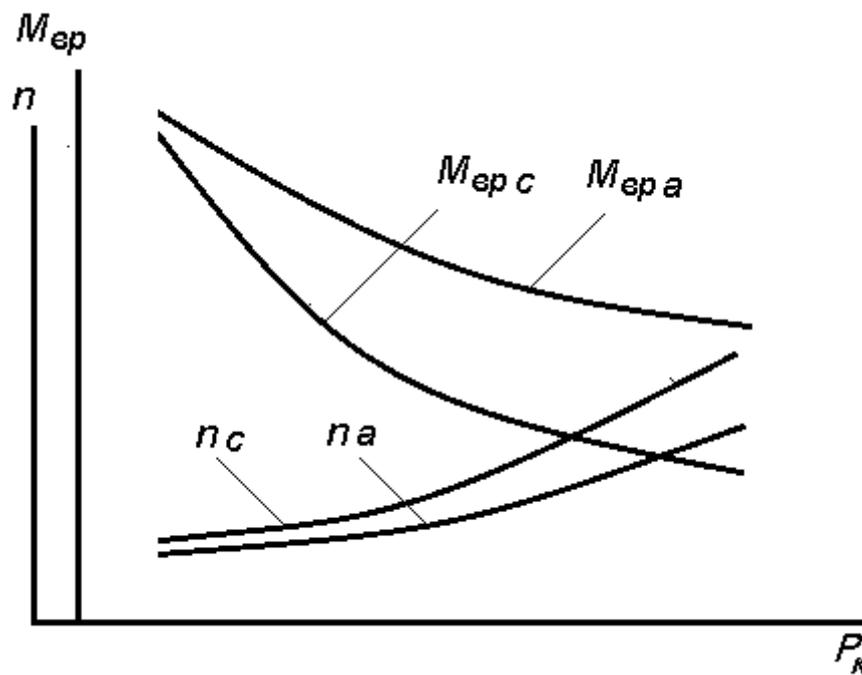


Рис. 7. Зависимость момента сопротивления вращению и частоты вращения штанги в зависимости от крепости породы, индекс «с» — свободная подача, индекс «а» — адаптивная подача

ления вращению, и незначительное увеличение частоты вращения штанги, что обеспечивает незначительное снижение скорости бурения, в пределах ограничений (Рис. 8).

При заклинивании или изгибе бурильной штанги, значительно увеличивается сопротивление вращению, что вызывает уменьшение усилия подачи или автоматический реверс скорости подачи — штанга извлекается из скважины до состояния, пока момент сопротивления вращению не уменьшится до номинального значения [11].

Выполним анализ взаимодействия резца с разрушаемым материалом при адаптивном управлении усилием подачи.

Если усилие резания увеличивается или приближается к предельному значению, то при постоянном, неизменном, усилии подачи ($F_n = \text{const}$), появляется вероятность поломки резца, или деформация державки, или поломка армировки резца. Необходимо усилие резания уменьшать. Для этого необходимо знать, от каких

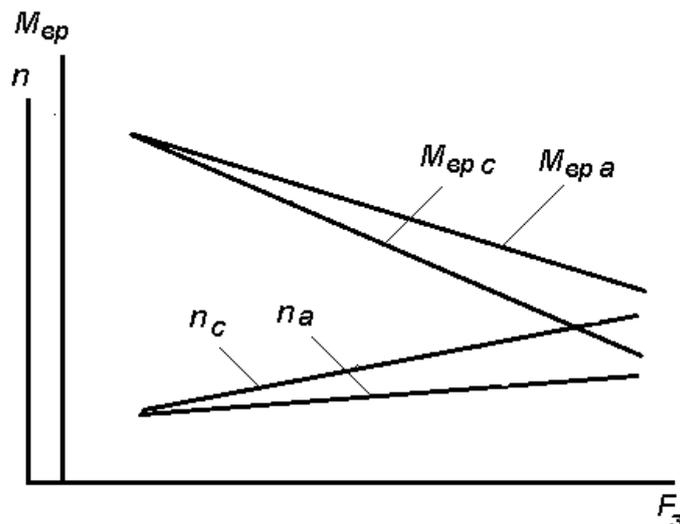


Рис. 8. Зависимость момента сопротивления момента и частоты вращения от затупления режущего инструмента, индекс «с» — свободная подача, индекс «а» — адаптивная подача

параметров и режимов зависит усилие резания. Известно, что усилие резания зависит от глубины резания [3], которая определяется, наряду с другими условиями, усилием подачи. Следовательно, для снижения усилия резания необходимо уменьшить усилие подачи.

И наоборот, если усилие резания меньше заданного, рационального, необходимо увеличить усилие подачи, т.е. увеличить глубину резания (толщину стружки). Это регулирование при адаптивном управлении выполняется автоматически [11].

Литература:

1. Водяник, Г. М. и др. Сверление горных пород самонастраивающейся буровой машиной — В кн.: Горный породоразрушающий инструмент. Киев., 1970, с. 116–129.
2. Лемешко, М. А. Адаптивное управление процессом резания горных пород. Монография/М. А. Лемешко; М-во образования и науки Российской Федерации, Гос. образовательное учреждение высш. проф. образования «Южно-Российский гос. ун-т экономики и сервиса» (ГОУ ВПО «ЮРГУЭС»). Шахты, 2010, 67 с.
3. Резание угля // А. И. Берон, Е. З. Позин, В. А. Казанский и др. — М: Госготехиздат, 1962. — 364 с.
4. Лемешко, М. А., Волков Р. Ю. Метод адаптивного процесса резания горных пород./Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук. 2014, с. 46–50
5. Сысоев, Н. И., Мирный С. Г. Основы теории функционирования бурильных машин вращательного действия. Уч. пособие, Юж.-Рос. Гос. Тех. Ун-т (НПИ). — Новочеркасск: ЮРГТУ, 2006. 104 с.
6. Лемешко, М. А. Стенд для исследования адаптивного процесса бурения с не силомоментными обратными связями/Горный информационно-аналитический бюллетень (Научно-технический журнал). 2005. № 4. с. 314–315.
7. Лемешко, М. А., Васин М. А. Динамические характеристики адаптивного привода бурильной машины с гидродвигателем вращения и гидроцилиндром подачи./Новое слово в науке и практике: гипотезы и апробация результатов исследований. 2014. № 10. с. 69–73.
8. Лемешко, М. А., Волков Р. Ю. Использование метода электрогидравлической аналогии для моделирования работы адаптивной бурильной машины./Технико-технологические проблемы сервиса. 2014. № 3 (29). с. 62–65
9. Lemeshko, M. A., Vasin M. A., Saj D. E. Mathematical Model Of Optimal Control Rotary Drilling Machines/Eastern European Scientific Journal. 2014. № 3. с. 193–197.
10. Лемешко, М. А., Трифонов А. В. Математическая модель ограничений адаптивного управления машинами вращательного бурения./Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). 2012. № 2. с. 207–210.
11. Адаптивная машина вращательного бурения. Патент RU 247376729.07.2011/Лемешко М. А., Трифонов А. В.

Анализ средств контроля и диагностики бортовой радиоэлектронной аппаратуры при механических испытаниях

Лысенко Алексей Владимирович, кандидат технических наук, доцент;
Бушмелев Петр Евгениевич, кандидат технических наук, доцент;
Пивкин Антон Викторович, кандидат технических наук, доцент
Пензенский государственный университет

Проведен анализ средств контроля и диагностики бортовой радиоэлектронной аппаратуры при механических испытаниях. Выявлено, что наиболее точными в широком диапазоне частот (25Гц — 2кГц) являются индукционные измерители виброскорости. Показано, что точность индукционных датчиков на порядок выше лазерных виброметров, однако значительные габариты (магнитная система, катушка) не позволяют их закрепить на объекте исследования даже средних размеров.

Ключевые слова: *вибрация, надежность, радиоэлектронные средства, измерения, датчик, диагностика, контроль.*

Для получения информации о воздействии вибрации в процессе испытаний используют виброизмерительные преобразователи, размещаемые в двух или более специфических точках. Различают две основные точки: контрольную и измерительную. Сигнал с ВИП в контрольной точке используется в системе управления, обеспечивающей стабилизацию передаточной функции вибратора. Измерительная точка располагается на поверхности объекта испытания [1–2].

Вибрацию можно охарактеризовать перемещением, скоростью или ускорением в определённых точках колеблющейся конструкции. Существует три основных типа сейсмических датчиков: сейсмометр, датчик вибрационной скорости, акселерометр [3–6].

Акселерометр часто является наиболее подходящим датчиком для измерений вибраций и ударов. Преобразование в виброперемещение осуществляется путем одно- или двухкратного интегрирования, тогда как обратная операция нежелательна из-за уменьшения динамического диапазона, присущего дифференцирующим устройствам [7]. Кроме того, датчики ускорения являются измерительными приборами, которые осуществляют абсолютные измерения и не требуют какой-либо точки отсчета. Напротив, датчики перемещения являются датчиками прямого действия и измеряют перемещение какого-либо подвижного элемента объекта относительно неподвижного объекта — основания.

Датчик вибрации (виброметр) — прибор, позволяющий определять параметры вибрационных явлений. Наиболее часто виброметры используются для определения:

- виброскорости;
- виброускорения;
- виброперемещения.

Таким образом, если вибрирующий объект считать простым осциллятором, то виброметр позволяет получить сведения как о базовых параметрах его колебаний (частота и амплитуда), так и, в некоторых случаях, получить спектральную характеристику колебательного процесса.

Датчик первичной информации — устройство предназначенное для преобразования механических вибраций в электрический сигнал [8–10]. Механизмов преобразования несколько:

- пьезоэлектрический;
- оптический;
- вихретоковый;
- индукционный.

Механизм преобразования в значительной мере определяет как характеристики прибора, так и его стоимость.

В настоящее время большинство виброметров относится к одному из двух типов:

- оптический виброметр;
- пьезоэлектрический виброметр.

Принцип работы оптического ВИП так же как и ультразвуковых датчиков перемещения основан на эффекте Доплера. Как правило, он состоит из лазерного источника излучения, оптическую приемную часть и электронную часть для обработки.

При отражении лазерного излучения от неподвижного объекта длина волны принятого луча совпадает с истинной длиной волны источника. Если ОИ перемещается вдоль направления излучения — происходит доплеровский сдвиг длины волны отражённого излучения на некоторую величину, значение и знак которой несут информацию о скорости и направлении движения объекта, а используемая в составе приёмного оптического модуля интерферометрическая схема позволяет определить эту величину. Таким образом, колебания отражающей поверхности мо-

дулируют излучение источника, детектирование модулированного отраженного сигнала позволяет оценить свойства вибрационных колебаний.

Несмотря на то, что в состав оптических виброметров входит источник лазерного излучения, такие приборы достаточно безопасны, поскольку за счёт высокой чувствительности приёмной оптической системы для проведения измерений достаточной оказывается весьма незначительная оптическая мощность.

Лазерная виброметрия — современный, качественно новый уровень измерения параметров механических колебаний объектов. Уникальные физические особенности лазерных методов определяют многие их достоинства. Это возможность дистанционного бесконтактного измерения вибрации и отсутствие влияния на резонансные свойства объектов, в том числе микроскопических размеров; возможность измерений без предварительной подготовки поверхности объекта и оперативное измерение вибраций в различных точках объекта в опасной для персонала зоне (химически агрессивной, с высокой температурой, радиацией и т. д.).

Принцип работы лазерного виброметра основан на доплеровском частотном сдвиге оптического излучения, отраженного от перемещающегося объекта. В этом случае применяется метод оптического гетероди-

нирования отраженного от колеблющегося объекта лазерного луча на основе двухлучевой интерференционной оптической схемы с последующим формированием квадратурных компонент электрического сигнала фотодетекторами балансного типа. Микроконтроллеры, из состава лазерного виброметра, осуществляют цифровую обработку и анализ колебаний. Результат отображается в виде спектрограммы или осциллограммы на мониторе персонального компьютера, подключенного к виброметру по последовательным интерфейсам RS-232 или USB, разъемы которых расположены на лицевой панели прибора. Измерение параметров вибрации производится с помощью подвижного маркера на экране монитора.

При сравнении сигналов во временной и частотной областях выявится очевидное преимущество спектрального подхода к определению параметров вибрации. Если амплитуда уменьшится на 40дБ, достоверно измерить амплитуду сигнала во временной области будет затруднительно из-за наличия значительных шумов.

В области спектра амплитуда определяется со значительно меньшей погрешностью: между значениями 9,38 дБ и -49,53 дБ разность составляет -40,15 дБ. Измерять значение виброскорости порядка 10 мкм/с и менее можно только в режиме спектрального анализа [11,12].

Технические характеристики портативного лазерного виброметра:

Диапазон частот колебаний..	80 Гц — 11 кГц.
Диапазон измерения виброскорости	0,01–50 мм/с.
Погрешность измерения виброскорости:	
в диапазоне 1–50 мм/с	10%.
в диапазон 0,01–1 мм/с	20%.
Напряжение питания	2 В.
Потребляемая мощность	20 Вт.
Габариты	430×240×160 мм.

Одним из основных достоинств оптических виброметров является то, что диагностика с их помощью может проводиться бесконтактно, при их использовании в стационарном измерительном комплексе требуется лишь однократная фокусировка на измеряемой поверхности. К недостаткам можно отнести довольно высокую цену и погрешность измерения виброскорости [22].

В основу работы пьезоэлектрического виброметра положен пьезоэффект — явление возникновения разности потенциалов на пьезокристалле при его механической деформации. Внутри корпуса виброметра содержится инертное тело (сейсмическая масса), подвешенное на упругих элементах, содержащих пьезоэлектрический материал. Если корпус прибора прикреплен к вибрирующей поверхности, упругие элементы регистрируют колебания инертного тела, которое не прикреплено непосредственно к корпусу, а потому стремится сохранять своё первоначальное положение [13]. В целом, в данной конфигурации пьезоэлектрический виброметр есть не что иное, как акселерометр,

и часто довольно сложно провести границу между этими видами чувствительных устройств.

Электрический сигнал с пьезокристалла, как правило, подаётся на аналогово-цифровой преобразователь, и его обработка осуществляется в цифровом виде. В целом, как и в случае с оптическим виброметром, основным назначением приёмного чувствительного блока является преобразование вибрации в электрический сигнал, а характер его дальнейшей обработки определяется параметрами цифровой электронной схемы [14].

Основным недостатком этого класса приборов является необходимость закрепления чувствительной части с сейсмической массой на измеряемом объекте, что не всегда уместно в условиях производства и изменяет свойства малогабаритных объектов. Кроме того, пьезоэлектрические приборы имеют, как правило, более узкий диапазон воспринимаемых частот, поскольку имеют механический тракт передачи вибрации, где максимальная частота определяется инертностью компонентов.

К достоинствам пьезоэлектрических виброметров можно отнести их относительно невысокую стоимость, а также относительно простое устройство, что обеспечивает надёжность и устойчивость к внешним воздействиям.

Наиболее точными в широком диапазоне частот (25Гц — 2кГц) являются индукционные измерители виброскорости. Их принцип действия основан на наведении ЭДС, пропор-

циональную виброскорости, на катушку индуктивности помещенную в магнитный зазор. Точность индукционных ВИП на порядок выше лазерных виброметров, однако значительные габариты (магнитная система, катушка) не позволяют их закрепить на ОИ даже средних размеров. В этом случае измерение колебаний производится относительно неподвижного основания вибрационной установки.

Литература:

1. Затылкин, А. В. Исследование динамических характеристик стержневых элементов конструкций РЭС волновым методом/Затылкин А. В., Голушко Д. А., Рындин Д. А. // Инновационные информационные технологии. 2013. Т. 3. № 2. с. 129–135.
2. Функциональная модель информационной технологии обеспечения надежности сложных электронных систем с учетом внешних воздействий/Юрков Н. К., Затылкин А. В., Полесский С. Н., Иванов И. А., Лысенко А. В. // Труды международного симпозиума Надежность и качество. 2014. Т. 1. с. 184–187.
3. Особенности разработки макромоделей надежности сложных электронных систем/Юрков Н. К., Затылкин А. В., Полесский С. Н., Иванов И. А., Лысенко А. В. // Труды международного симпозиума Надежность и качество. 2014. Т. 1. с. 101–102.
4. Затылкин, А. В. Индукционный виброметр с датчиком сейсмического типа/Затылкин А. В., Таньков Г. В., Рындин Д. А. // Инновационные информационные технологии. 2013. Т. 3. № 2. с. 135–143.
5. Лысенко, А. В. Конструкция и методика расчета гибридного виброамортизатора с электромагнитной компенсацией/Лысенко А. В., Затылкин А. В., Ястребова Н. А. Вестник Пензенского государственного университета. 2013. № 4. с. 73–78.
6. Юрков, Н. К. Методика поддержки актуальности баз знаний автоматизированных обучающих систем на основе применения экспертных методов/Юрков Н. К., Затылкин А. В. // В сборнике: Материалы конференции «управление в технических, эргатических, организационных и сетевых системах» Под редакцией С. Н. Васильева, И. А. Каляева, Д. А. Новикова, Г. Г. Себрякова. 2012. с. 1139–1143.
7. Затылкин, А. В. Алгоритм стратегии управления обучением в ИКОС/Затылкин А. В., Демьянов А. В. // Современные информационные технологии. 2006. № 4. с. 110–113.
8. Голушко, Д. А. Методика исследования динамических характеристик технических систем на основе рассогласования фаз внешнего вибрационного воздействия/Голушко Д. А., Затылкин А. В., Герасимов О. Н. // Надежность и качество сложных систем. 2014. № 4 (8). с. 88–92.
9. Голушко, Д. А. Методика прогнозирования ресурса электрорадиоэлементов печатного узла в условиях внешних вибрационных воздействий/Голушко Д. А., Затылкин А. В., Калашников В. С. // Вопросы радиоэлектроники. 2015. № 6 (6). с. 105–112.
10. Таньков, Г. В. Моделирование тепловых процессов в стержневых конструкциях РЭС/Таньков Г. В., Затылкин А. В. // Труды международного симпозиума Надежность и качество. 2007. Т. 1. с. 257–258.
11. Герасимов, О. Н. Программная система оценки качества демпферирования проектируемой системы пассивной амортизации бортовых электронных средств/Герасимов О. Н., Затылкин А. В., Юрков Н. К. // Труды международного симпозиума Надежность и качество. 2015. Т. 1. с. 309–312.
12. Калашников, В. С. Вибрационные воздействия как причина отказов изделий авиационной техники/Калашников В. С., Яшин Д. С., Затылкин А. В. // Труды международного симпозиума Надежность и качество. 2015. Т. 1. с. 314–316.
13. Голушко, Д. А. О скорости изменения частоты при проведении испытаний для определения динамических характеристик конструкции/Голушко Д. А., Затылкин А. В., Лысенко А. В. // XXI век: итоги прошлого и проблемы настоящего плюс. 2015. № 4 (26). с. 147–154.
14. Юрков, Н. К. Интерфейс взаимодействия многоканального виброиспытательного оборудования с программной средой управления исследованиями/Юрков Н. К., Затылкин А. В., Голушко Д. А. // В сборнике: XII Всероссийское совещание по проблемам управления ВСПУ-2014 Институт проблем управления им. В. А. Трапезникова РАН. 2014. с. 7203–7208.

Обеспечение конкурентных преимуществ авиационных систем электроснабжения

Ляхов Михаил Юрьевич, инженер;

Перетокин Александр Юрьевич, директор департамента систем электроснабжения
АО «Технодинамика» (г. Москва)

В настоящее время с развитием технологий очень остро встает вопрос о замене устаревших систем электроснабжения самолетов и вертолетов на обновленные высокотехнологичные системы [1]. Средний срок службы самолетов составляет 30–50 лет, но зачастую из-за отсутствия необходимой для ремонта элементной базы возникает необходимость модернизации или замены бортовых преобразователей напряжения.

К бортовым системам электроснабжения предъявляются повышенные требования эксплуатации и массогабаритных показателей. Основным направлением модернизации является снижение массы преобразователей, КПД при этом должно достигать порядка 0,96. Конкурентоспособность устройства определяется не только эффективностью работы, но также и такими важными показателями как назначенный ресурс и ремонтпригодность, а также модульностью конструкции.

Основной целью данной работы является разработка требований к системе и выбор конкурентных преимуществ, которые позволяют получить систему, удовлетворяющую потребностям рынка российских авиационных систем электроснабжения.

Разработка требований

При разработке требований необходимо учитывать как стандартные требования, предъявляемые к системе, так и ряд требований, влияющих на применяемость данной системы. К стандартным требованиям системы электроснабжения самолета можно отнести электрические параметры и массогабаритные показатели. Требования по параметрам электромагнитной совместимости (ЭМС) выявляются в ходе анализа влияния других систем на устройство. Параметры эксплуатации определяют основные нагрузочные параметры, а также расширенный набор граничных режимов работы. При необходимости рассматриваются требования к сертификации оборудования. Требования по надежности и безопасности включают в себя назначенный ресурс, а также ремонтпригодность. Рассматривая систему электроснабжения для гражданской авиации, необходимо также уделять внимание требованиям экономики и обеспечения низкой себестоимостью в соотношении с высоким качеством. На рисунке 1 представлена иерархическая структура требований, применяемых к системе.

Компиляция требований

Рассмотренные требования к устройству объединяются в техническое задание (ТЗ) на устройства для последую-

щего проведения ОКР. При необходимости данные требования расширяются и включают дополнительные пункты для обеспечения необходимых параметров.

При использовании лучших мировых практик требования к системе должны определяться полностью и окончательно на этапе разработки. К сожалению, российская практика не позволяет окончательно утверждать требования на этапе разработки. Таким образом, требования претерпевают изменения на этапе разработки и окончательно определяют только на этапе испытаний макетных образцов.

Конкурентоспособность

Традиционная структура однофазных преобразователей напряжения представляет собой объединение конвертера, повышающего уровень входного напряжения для питания инвертера обеспечивающего синусоидальную форму напряжения на выходе с заданной частотой и фильтра, сглаживающего это напряжение.

Разрабатываемый преобразователь представляет собой преобразователь однофазный статический мощностью 1 кВт, преобразующий бортовое напряжение постоянного тока 27 В в переменное напряжение 115 В/400Гц.

Преобразователь представляет собой конвертор, построенный по схеме повышающего преобразователя с гальванической развязкой и мостовым инвертором.

Существующий аналог представляет собой объединенные 3 блока конвертор-инвертор мощностью 300 Вт каждый, объединенные по выходу.

Конвертор в данном преобразователе построен по схеме регулятора второго рода. Каждый конвертор включает 4 ключа. Данная схема требует большое количество ключей для обеспечения работы в критических режимах. Недостатком данной структурной схемы является наличие выброса напряжения при выключении транзистора, что влечет за собой необходимость построения схемы защиты, обеспечивающей отвод энергии.

Одним из конкурентных преимуществ разрабатываемого преобразователя является модульность конструкции. В отличие от аналога нет необходимости синхронизации работы системы управления, для контроля за тремя блоками конвертер-инвертер. Также преимуществом модуля конвертера разрабатываемого преобразователя является построение по схеме преобразователя второго рода с гальванической развязкой. Модуль конвертера представляет из себя совокупность полупроводниковых ключей и магнитных элементов, а также системы управления осуществляющей контроль и блокировку работу в случае аварийных состояний.

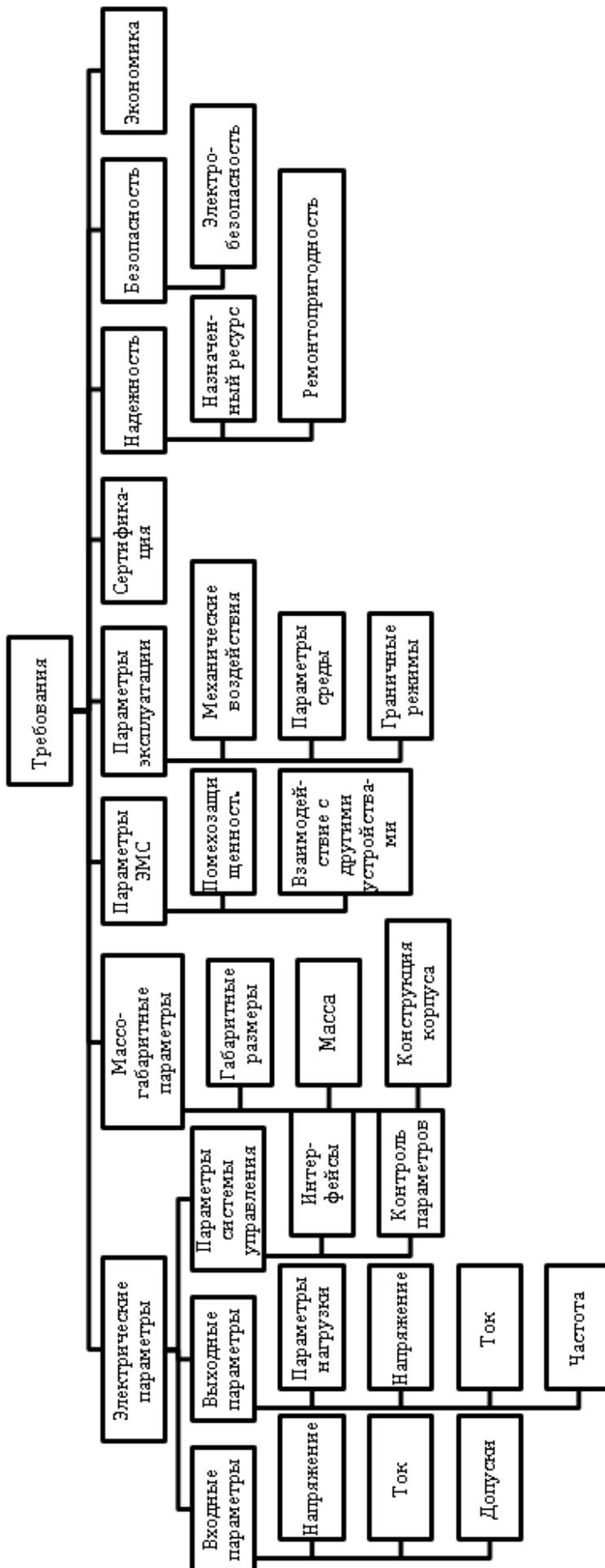


Рис. 1 Иерархическая структура требований

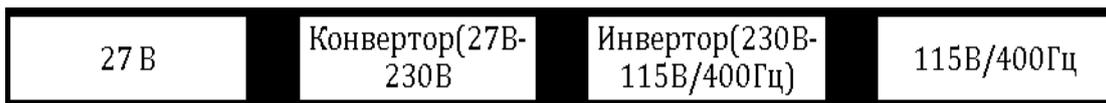


Рис. 2. Блок-схема разрабатываемого преобразователя

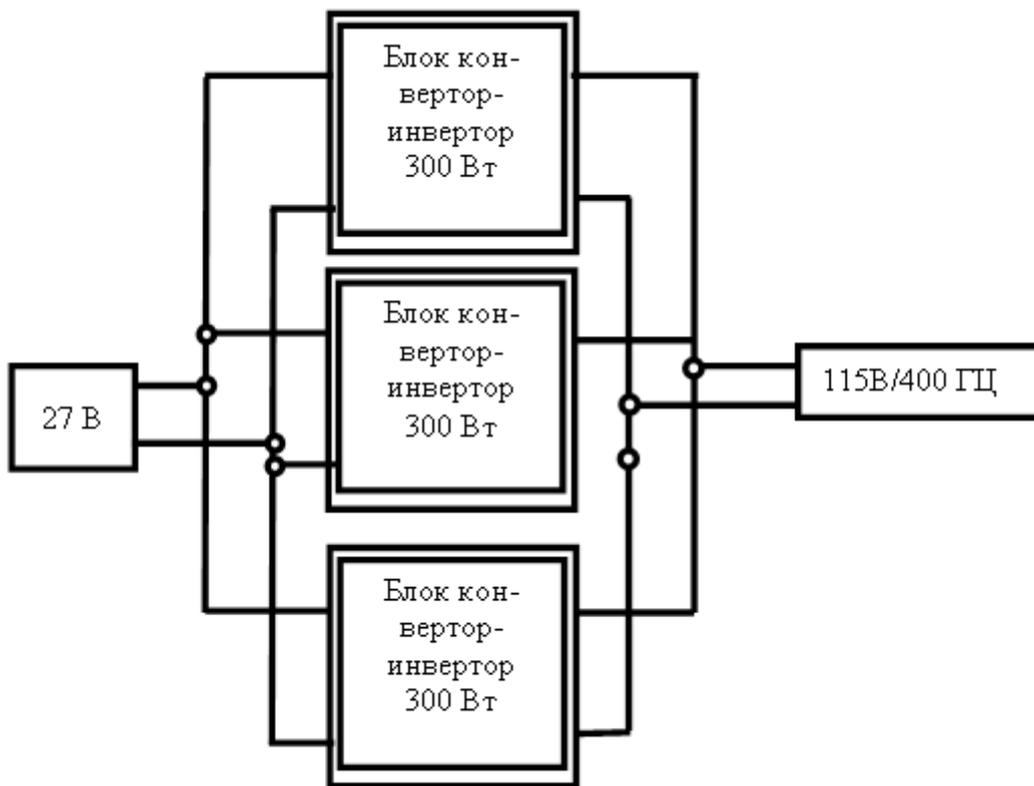


Рис. 3 Блок-схема аналога

Назначенный ресурс как критерий конкурентоспособности

Совокупность технических и экономических параметров систем электроснабжения формирует их качество и определяет конкурентоспособность.

В большом числе источников, качество является понятием, имеющим многогранное определение. Так в ГОСТ Р ИСО 9000—2001 качество определяется как степень соответствия характеристик предполагаемым или обязательным требованиям. В некоторых зарубежных источниках качество трактуется как соответствие требованиям потребителя, а иногда как пригодность к эксплуатации.

Для количественной оценки качества систем электроснабжения установлены критерии, которые являются качественными или количественными характеристиками свойств данной системы, рассматриваемые применительно к разным этапам создания или эксплуатации устройства [2].

Назначенный ресурс определяется как суммарная наработка изделия при достижении которой применение по назначению должно быть прекращено. Для того, чтобы иметь

конкурентное преимущество на рынке авиационной техники, необходимо, чтобы назначенный ресурс системы соответствовал назначенному ресурсу ЛА. В силу развития технологий, возможность установления назначенного ресурса системы электроснабжения равной назначенному ресурсу ЛА невозможно, по причине устаревания компонентов системы. Таким образом, необходимо создавать стратегическую цепочку разработок, которая позволит в назначенный срок менять элементы системы электроснабжения, тем самым оставаясь конкурентоспособными.

Модульность конструкции преобразователя в этом плане является дополнительным преимуществом, позволяющим заменять отдельные части устройства, не меняя систему полностью. Таким образом, возникает возможность продлить ресурс системы электроснабжения в целом.

Расширение портфеля продукции

Построение системы мощностью 1кВт позволяет не только выпустить продукцию, требуемую в данный момент на рынке авиационных агрегатов, но также расширить рынок с помощью построения более мощных систем

путем параллельной работы нескольких преобразователей.

Основными особенностями параллельной работы преобразователей постоянного тока является простота их параллельного соединения, не требующая дополнительного контроля в цепях переменного тока. Таким образом, модули конвертера могут объединяться, увеличивая мощность устройств и расширяя портфель предлагаемых продуктов. Для контроля за состояниями блока инвертора при параллельной работе в системе управления необходимо построить блок компенсации реактивной мощности, выделяемой при подключении двух синусоидальных источников в одну цепь.

Существуют различные методики компенсации выбросов частоты и напряжения за требуемые пределы. В процессе разработки преобразователя планируется использовать микроконтроллеры, которые позволят программными средствами настраивать систему управления. В данные программы возможно ввести блок задержки включения модулей в параллельную работу. Такой метод позволяет значительно уменьшить или исключить влияние реактивной мощности на стабильность работы преобразователя.

Массогабаритные показатели

Критерием конкурентоспособности также могут являться массогабаритные показатели. Уменьшение массогабаритных показателей при сохранении электрических параметров системы является одной из текущих задач развития техники и технологий.

Массогабаритные характеристики преобразователя в основном определяются параметрами магнитных элементов, размеры которых, в свою очередь зависят от частоты работы преобразователя, а также от частоты питающей сети.

Для минимизации габаритов преобразователей разрабатываются специальные линейки планарных трансформаторов, обмотка которых представляет собой многослойную плату с дорожками, а магнитопровод конструктивно устанавливается на эту плату закрепляясь в специальные посадочные места. Такая конструкция позволяет уменьшить количество внешних элементов в конструкции, а также уменьшает число проводных соединений.

В настоящее время ведутся разработки и начинают представляться транзисторные и диодные сборки в планарных корпусах типа КТ-90, которые также позволяют уменьшить вертикальные габариты устройства. Тем не менее необходимы технологические доработки для рассеяния мощности, передаваемой от корпуса транзистора на радиатор и, соответственно, другая технология разводки печатных плат.

Импортозамещение

Основным направлением российского рынка авиационных агрегатов является построение систем, позволяющих заменить импортные компоненты на бортах ЛА.

С точки зрения импортозамещения в системах электропитания существуют некоторые ограничения, связанные с недостаточно широким выбором полупроводниковых компонентов на российском рынке. Для изготовления высокотехнологичных преобразователей электроэнергии необходимо использовать надежные компоненты, которые будут использоваться в жестких эксплуатационных режимах работы.

Нужно отметить, что политика импортозамещения не предполагает полного отказа от импорта. Ряд высокотехнологичных импортных товаров заменить в настоящее время пока не представляется возможным. Поэтому первоначально стоит ориентироваться на вытеснение с отечественного рынка зарубежной продукции, имеющей российские аналоги и лишь затем создавать альтернативные производства, которые смогли бы заменить высококачественные товары и комплектующие иностранных производителей.

Таким образом появляется возможность быть конкурентоспособными на рынке российской электроники с минимальным числом импортных компонентов используемых в разработке.

Конкурентные преимущества модуля конвертера разрабатываемого преобразователя

При разработке преобразователя необходимо учитывать, как технические параметры устройства, так и такие важные с точки зрения конкуренции на рынке систем электропитания для авиации как назначенный ресурс, массогабаритные показатели и наличие импортных компонентов в составе устройства.

Основной упор в разработке следует сделать на отказ от импортной компонентной базы, прибегая к ее использованию лишь в случаях, когда не существует качественного российского аналога, или иного способа построения топологии преобразователя. При расчете магнитных элементов преобразователя необходимо опираться на габаритные размеры установки, при этом стараясь максимально снизить габариты при сохранении энергоемкости модуля. Рекомендуется применение новых моделей корпусов и компонентов, позволяющих снизить массу конечного устройства или габаритные размеры.

Основные конкурентными преимуществами модуля конвертера разрабатываемого преобразователя можно назвать используемую топологию преобразования, возможность параллельной работы, а также наличие интерфейсов взаимодействия с общей системой блока, позволяющих осуществлять контроль за параметрами устройства.

Заключение

В работе рассмотрены основные моменты, определяющие конкурентоспособность систем электропитания ЛА, а также приведены данные о конкурентах разрабатываемой системы с их достоинствами и недостатками.

Литература:

1. Лёвин, А.В. Электрический самолёт: от идеи до реализации/А.В. Лёвин, И.И. Алексеев, С.А. Харитонов, Л.К. Ковалёв // М.: Машиностроение, 2010. — 288 с. табл. и ил. Никифоров А.Ю., Телец В.А. «Радиационная стойкость электронной компонентной базы систем специальной техники и связи»;
2. Силенов, М.А. «Построение системы критериев оценки качества авиационной техники»

Технология безотвального двухъярусного рыхления почвы и рыхлитель для ее осуществления

Маматов Фармон Муртозевич, доктор технических наук, профессор
Каршинский инженерно-экономический институт (Узбекистан)

Мирзаев Бахадир Суюнович, кандидат технических наук, проректор
Ташкентский институт ирригации и мелиорации (Узбекистан)

Буранова Шахноза Ураловна, старший научный сотрудник-соискатель;
Эргашев Гайрат Худоярович, ассистент
Каршинский инженерно-экономический институт (Узбекистан)

Приведена технология противозерозионной обработки почвы, включающая двухъярусное безотвальное рыхление почвы. Описаны принцип работы и результаты исследований двухъярусного рыхлителя.

Ключевые слова: технология, рыхление, почва, эрозия, водная эрозия, двухъярусный рыхлитель.

Введение. В последнее время эрозия наносит ощутимый ущерб сельскому хозяйству Узбекистана. Чрезмерная обработка почвы приводит к распространению ветровой и водной эрозии почв. Установлено, что сильной степени ветровой эрозии подвержены почвы пустынной зоны Узбекистана, к которым относятся территории Центральной Ферганы, Сырдарьинского, Жиззахского, Кашкадарьинского, Сурхандарьинского, Бухарского областей. Вследствие ветровой деятельности в отдельных хозяйствах на указанных территориях урожайность сельскохозяйственных культур резко снижается [1, 2]. В зоне сильной ветровой деятельности многократное выдувание приводит к облегчению механического состава и резкому уменьшению гумуса, азота и фосфора в почве.

Систематическая пахота земель и интенсификация сельского хозяйства, особенно на склонах, приводит к увеличению доли площадей, подвергающихся эрозии. Водная эрозия и дефицит влажности почвы на склонах богарных земель является одной из серьёзных проблем. В республике Узбекистан пригодные к сельскому хозяйству богарные земли составляют 2 млн. 130 тысяч гектаров [3], из них 756,8 тыс. гектаров пашни. 10,1% богарных земель подвергнуты водной, 76,6% — ветровой эрозии и 7,5% — водной и ветровой эрозии [1, 2].

К важнейшим мероприятиям по предупреждению эрозии почв, получению высоких урожаев на склоновых землях относятся система обработки почвы, соответственно технологии обработки почв и технические средства. Но применяемые технологии и технические сред-

ства для допосевной обработки почвы в Узбекистане не только не предупреждают, но и способствуют возникновению и развитию процессов эрозии, так как производство сельскохозяйственной продукции на землях подверженных эрозии в настоящее время базируется на широком использовании устаревших технологий и технических средств.

Одним из перспективных направлений повышения плодородия почвы склонов путем создания и накопления в ней органических соединений, сохранения и накопления влаги и предотвращения ветровой и водной эрозии является система обработки почвы, включающей чередование безотвального рыхления с отвальной вспашкой.

Многочисленные исследования и практика показывают, что почвообрабатывающие машины, применяемые для безотвальной обработки почв, подверженных эрозии не обеспечивают требуемое качество обработки почвы, энергоёмки и малопродуктивны.

Существующие технологии безотвальной обработки почвы, применяемые в странах СНГ и зарубежом предусматривают рыхление на определенную глубину обработки почвы, плугами-рыхлителями с наклонными стойками [4, 5]. При этом все рабочие органы рыхлителей осуществляют обработку почвы на одинаковую глубину. В результате при обработке почвы существующими рыхлителями образованные небольшие треугольные гребни на дне борозды не позволяют удерживать и накапливать дождевые воды после обильных и ливневых дождей, что приводит к возникновению водной эрозии. Кроме того, за рубежом выпускаются разные плуги-рыхлители, предназначенные

для обработки почвы на глубину 20–30, 30–35, 35–45 и 50–60 см, что приводит к увеличению номенклатуры машин.

Разработанная нами технология позволяет получить на дне борозды ступенчатое дно с большими гребнями, что способствует полному задержанию и накоплению почвенных вод, в результате чего предотвращается водная эрозия. Для осуществления данной технологии разработан двухъярусный рыхлитель с разновеликими — верхними и нижними рыхлительными рабочими органами [6, 7].

Объекты и методы исследований. Объектом исследований является двухъярусный рыхлитель и реализуемый им технологический процесс. При исследованиях использованы основные положения и методы земледельческой механики, математического анализа, математической статистики, и общие методы определения агротехнических, энергетических и экономических показателей работы машин.

Обсуждение результатов. Двухъярусный рыхлитель содержит раму 1, на которой поочередно установлены рабочие органы 2 и 3 (рис. 1). Каждый рабочий орган состоит из наклонной в поперечно-вертикальной плоскости стойки 4 и закрепленного на ней ножа 5, долота 6, полевой доски 7 и рыхлительной пластины 8. Наклонная часть стойки верхнего рабочего органа 2 выполнена с меньшей высотой, а наклонная часть нижнего рабочего органа 3 с большей высотой. На нижнем рабочем органе 3 рых-

лительная пластина закреплена на уровне рыхлительной пластины верхнего рабочего органа (рис. 2). При установке её в нижней части нижнего рабочего органа она работает в уплотненном в подпахотном слое почвы, что приводит к резкому повышению тягового сопротивления рыхлителя.

Двухъярусный рыхлитель работает следующим образом. На склонах полей с уклоном обработку почвы двухъярусным рыхлителем проводят поперек склона. В процессе обработки почвы долото 6 рабочего органа 2 с меньшей высотой наклонной части, внедряясь в пахотный слой, скалывает почвенную стружку (рис. 1). Возникшие трещины распространяются на поверхности почвы под определенным углом ψ_1 . Продвигаясь вперед со скоростью движения агрегата, долото поднимает отделенную от массива почву. В этот момент в зону деформированной долотом почвы внедряется нож 5 стойки 4. Отколота долотом почва, поднимаясь по нему, поступает на нож 5, затем на рыхлительную пластину 8, при этом происходит изгиб и растягивание пласта почвы в продольном и поперечном сечениях, что приводит к ее интенсивному разрушению. Этот процесс завершается при сходе стружки с рабочих поверхностей рыхлительной пластины 8 под действием инерционных сил и сил тяжести. Долото 6 нижнего рабочего органа 3, идущее за верхним рабочим органом, внедряясь в подпахотный слой — ниже плужной подошвы, скалывает почвенную стружку и под действием

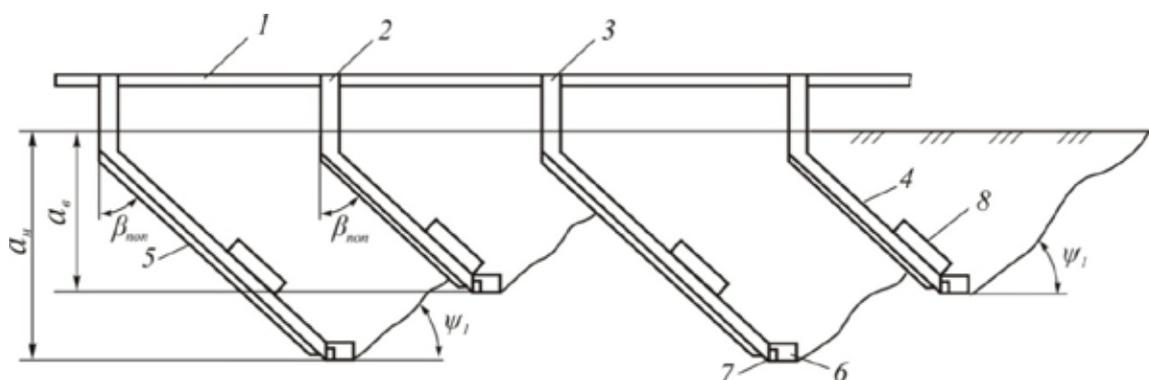


Рис. 1. Технологический процесс работы двухъярусного рыхлителя

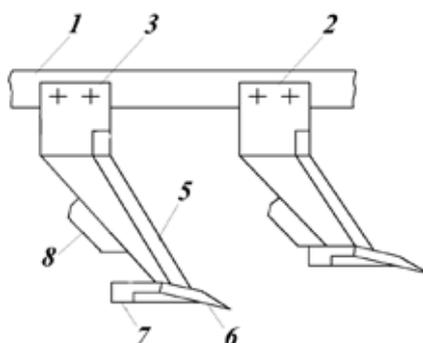


Рис. 2. Схема расположения рабочих органов двухъярусного рыхлителя

ножа и рыхлительной пластины также интенсивно рыхлит почву.

После прохода двухъярусного рыхлителя образуется ступенчатое дно борозды с периодическим углублением (внутрипочвенные гребни), пересекающим уплотненную подошву. Внутрипочвенные гребни способствуют полному задержанию и накоплению почвенных вод (особенно после ливневых осадков), соответственно предотвращают водную эрозию.

В зависимости от почвенно-климатических условий и физико-механических свойств почвы нижние рабочие органы можно установить через два верхних рабочих органа. При этом увеличивается расстояние между ступенями на дне борозды. Сравнительные экспериментальные исследования различных схем двухъярусного рыхлителя показали, что наиболее целесообразным является двухъярусный рыхлитель с чередованием верхнего и нижнего рабочих органов. Исследования показали, что двухъярусный рыхлитель с чередованием верхнего и нижнего рабочих органов имеет на 21,75% меньшее удельное тяговое сопротивление по сравнению с рыхлителем с двумя нижними рабочими органами.

На основе исследований типа рабочих органов, взаимного расположения, режимов работы и устойчивости движения рыхлителя с верхними и нижними рабочими органами установлено, что наиболее рациональной конструктивной схемой двухъярусного рыхлителя с наклонными стойками является плужная схема с чередованием

верхнего и нижнего рабочих органов с нижним перегибом стойки; качественное рыхление с наименьшими энергетическими затратами обеспечивается при продольном и поперечном расстояниях между рабочими органами соответственно 50–60 см и 35–40 см.

Результаты хозяйственных испытаний показали, что двухъярусный рыхлитель по основным показателям работы существенно превосходит серийные машины, способствуют предупреждению сохранения почв от ветровой и водной эрозии, позволяют улучшить качество обработки почвы, снизить энергозатраты и удельный расход топлива, повысить производительность агрегатов. Двухъярусный рыхлитель по устойчивости глубины обработки почвы, гребнистости поверхности почвы, сохранению стерни и содержанию эрозинно-опасных частиц показывает лучшие показатели по сравнению с плугом ПЛН — 4–35. При работе двухъярусного рыхлителя в слое 0–5 см количество эрозинно-опасных частиц уменьшается в 2,07 раза. Экспериментальный рыхлитель по сравнению с лемешным плугом имеет на 18,96% выше производительность и соответственно меньший удельный расход топлива.

Заключение. Проведенные испытания и технико-экономические расчеты экспериментального образца двухъярусного рыхлителя с наклонными стойками показали, что применение рыхлителя позволяет сократить затраты труда на 18,75%, расход топлива на 19,12%, способствует повышению производительности труда на 18,96% по сравнению с лемешными плугами.

Литература:

1. Географический атлас Узбекистана // Госкомземгеодезкадастр, — Ташкент, 2012, — с. 130–131.
2. Насриддинов, М. М., Хамраев М. Б., Насриддинов М. Р. Интенсификация использования пустынных почв. — Ташкент: Мехнат, 1989. — 102 с.
3. Махсудов, Х. М. Эрозия почв аридной зоны Узбекистана. — Ташкент: Фан, 1989. — 168 с.
4. Борисенко, И. Б. Совершенствование ресурсосберегающих и почвозащитных технологий и технических средств обработки почвы в острозасушливых условиях Нижнего Поволжья: Автореф. дисс....докт. техн. наук. — Волгоград, 2006. — 23 с.
5. Труфанов, В. В. Глубокое чизелевание почвы. — М.: Агропромиздат, 1989. — 136 с.
6. Патент РУз № 00701. Плуг-рыхлитель/Маматов М. Ф., Мирзаев Б. С. и др. // Бюл. изобр. — 2012. — № 3.
7. Патент РУз № 00850. Плуг-рыхлитель/Маматов М. Ф., Мирзаев Б. С. и др. // Бюл. изобр. — 2013. — № 11.

Энергоресурсосберегающие технологии и технические средства для подготовки почвы к посеву сельскохозяйственных культур

Маматов Фармон Муртозевич, доктор технических наук, профессор;
 Чуянов Дустмурод Шодмонович, кандидат технических наук, старший научный сотрудник — соискатель;
 Кодиров Учкун Илхомович, старший научный сотрудник — соискатель
 Каршинский инженерно-экономический институт (Узбекистан)

Приведены технологии подготовки почвы к посеву картофеля и бахчевых культур, устройство, принцип работы и результаты исследований комбинированных агрегатов, осуществляющих подготовку почвы к посеву картофеля и бахчевых культур.

Ключевые слова: технология, комбинированный агрегат, корпус, заплужник, глубокорыхлитель, рыхлитель, каток, поливная борозда, гребня.

Основной задачей сельского хозяйства Узбекистана является полное удовлетворение населения нашей страны всеми видами продуктов питания, в том числе картофелем и бахчевыми культурами. Несмотря на увеличивающиеся урожаи картофеля и бахчевых, потребности населения еще полностью не удовлетворяются. Основными факторами, сдерживающими дальнейшее развитие бахчеводства, являются большая трудоемкость и крайне малая механизация процессов возделывания картофеля и бахчевых культур по сравнению с другими отраслями сельскохозяйственного производства. При этом основной проблемой является качественная подготовка почвы к посеву картофеля и бахчевых культур в оптимальные агротехнические сроки.

Важнейшим звеном в системе мероприятий по обеспечению высокой культуры земледелия и получению высоких урожаев картофеля и бахчевых культур является обработка почвы. Успехи в возделывании картофеля и бахчевых культур во многом зависят от сроков и качества обработки почвы, а последняя, в свою очередь, — от способов ее проведения и совершенства конструкции машин.

Подготовка почвы для возделываемых картофеля и бахчевых культур проводится главным образом ступенчато, т.е. однооперационными машинами за несколько проходов, что агрономически ничем не оправдано. Много-

кратные проезды техники по обрабатываемому полю приводят к увеличению нежелательного уплотнения почвы колесами тракторов и машин, что влечет за собой снижение урожайности бахчевых культур. Такая обработка не является почвозащитной и не соответствует современным требованиям. Необходимо внедрять новые, более прогрессивные технологии и средства механизации для обработки почвы.

Существующие традиционные технологии и технических средств не позволяет подготовить почву к посеву картофеля и бахчевых культур в оптимальные агротехнические сроки, в результате чего получается низкий урожай. Поэтому для решения этой проблемы предлагается совершенно новые технологии для обработки почвы и посева картофеля и бахчевых культур.

Объекты и методы исследований. Объектом исследований является технологии и комбинированные агрегаты для подготовки почвы к посеву картофеля и бахчевых культур. Используются основные положения и методы земледельческой механики.

Обсуждение результатов. Предлагаемая технология для подготовки почвы к посеву бахчевых культур [1] предусматривает совмещение следующих технологических операций (рис. 1): отвальную обработку зоны посева и формирования поливных борозд, безотвальное —

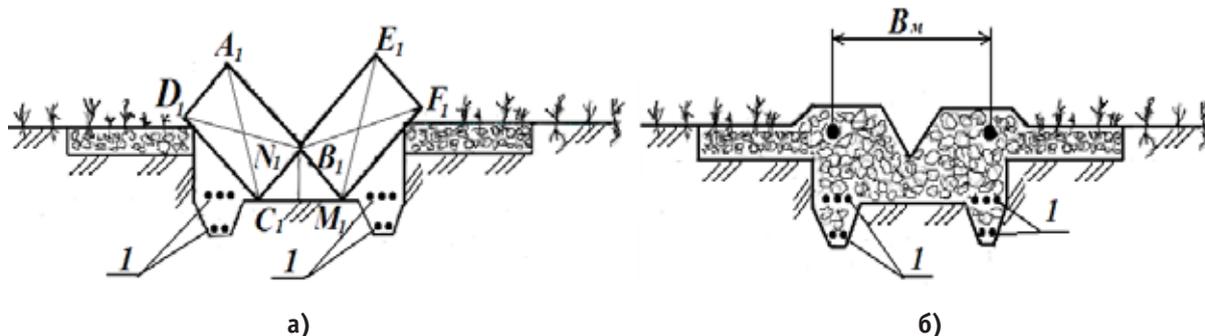


Рис. 1. Поперечный профиль поля: а — оборот пластов зоны посева и поверхностное рыхление; б — поперечный профиль поля после прохода агрегата; 1 — удобрения

поверхностное (мелкое) рыхление почвы поля с правой и левой стороны зоны отвальной обработки оборачиваемых пластов, полосное подпахотное рыхление по линии высева семян, локальное внесение удобрений, подготовку почвы к посеву по линии посева и нарезание поливной борозды. Для осуществления данной технологии был разработан комбинированный агрегат [2].

На основе проведенных обширных теоретических и экспериментальных исследований был разработан и изготовлен комбинированный агрегат (рис. 2), осуществляющий новую технологию. Агрегат содержит лево- и правооборачивающие винтовые корпуса 6 с винтовыми заплужниками 7, установленные по оси симметрии, боковые рыхлители 5, закрепленные на стойке корпусов почвоуглубители 8, туковысевающий аппарат 11 с удобрениями, бороздоделатель 9 и рыхлительно-выравнивающий каток 10. Каток 10 прикреплен к раме упруго-шарнирный. Комбинированный агрегат работает следующим образом. Вначале право- и левооборачивающим корпусами 6 и заплужниками 7 (рис. 1) предварительно формируются поливная борозда путем оборота пластов друг от друга, а правую и левую сторону поля мелко поверхностно рыхлят рыхлителями 5. Рыхлители выполнены в виде плоскорезов. Глубина рыхления должна быть достаточна для полного уничтожения сорных растительностей. Ширина отвальной обработки почвы 1,0–1,1 м. Такая ширина позволяет подготовить почву междурядья для посева семян бахчевых с междурядьем 70–90 см. Одновременно с оборотом пластов осуществляют полосное подпахотное рыхление почвоуглубителями 8 и локальное внесение удобрений. Затем рыхлительно-опорным катком

10 разрыхляя и уплотняя почву междурядья подготавливаются к посеву. При необходимости окончательно формируется поливная борозда бороздоделателем 9. Расстояние между поливными бороздами смежного прохода агрегата составляет 3,4–3,6 м. На комбинированном агрегате были установлены право — и левооборачивающие винтовые корпуса 6 с шириной захвата 52,5 см.

Совмещение отвальной и безотвальной обработки почвы, а также полосное подпахотное рыхление почвы способствует значительному снижению энергозатрат и сбережению почвенных влаг, препятствует возникновению водной и ветровой эрозии. Локальное внесение удобрения одновременно с полосным подпахотным рыхлением повышает эффективность использования минеральных удобрений и урожайность. Все это способствует сокращению количества проходов трактора, снижению общей энергоёмкости подготовки почвы к посеву и повышению производительности труда.

Испытание экспериментального образца комбинированного агрегата были проведены в Кашкадарьинской области Узбекистана на полях из-под озимой пшеницы. При испытаниях комбинированный агрегат осуществлял надежный технологический процесс подготовки почвы к посеву бахчевых. Он удовлетворяет агротехническим требованиям по основным показателям качества: глубина обработки зоны посева 31,4 см, глубина поливных борозд 22,4 см, степень крошения почвы 81,4 %.

Комбинированный агрегат осуществляющий подготовку почвы к посеву картофеля содержит глубокорыхлитель 1 с сошником 2 для внесения удобрений, право — и левооборачивающие винтовые плужные корпуса 3 и 4

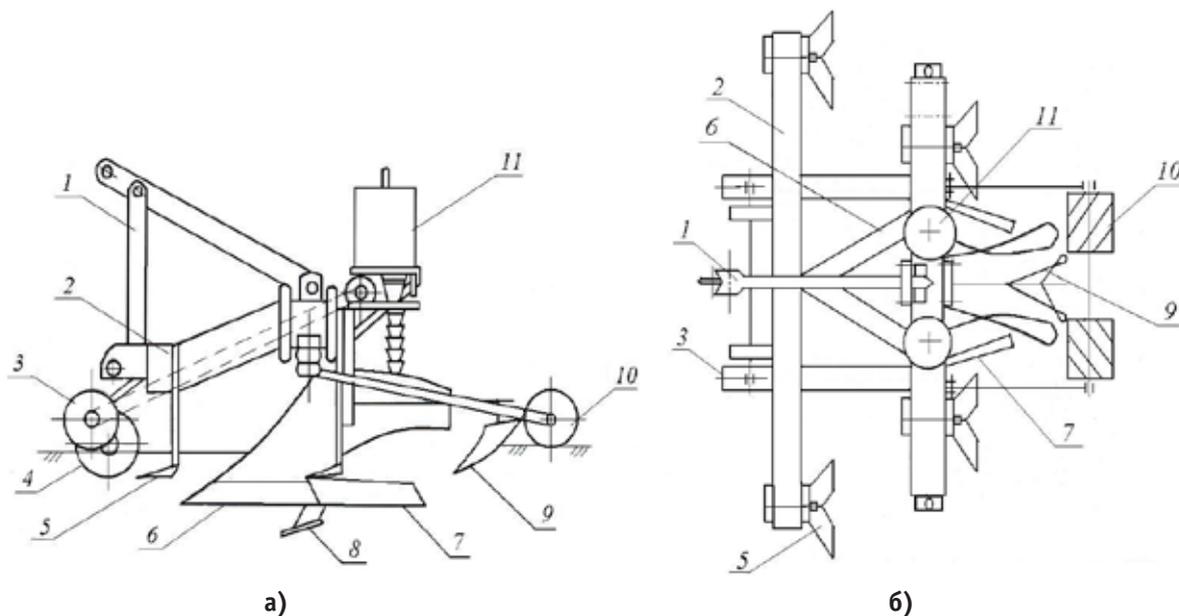


Рис. 2. Конструктивная схема комбинированного агрегата для подготовки почвы к посеву бахчевых: а — вид сбоку; б — вид сверху; 1 — навесное устройство; 2 — рама; 3 — опорное колесо; 4 — дисковый нож; 5 — рыхлитель; 6 — корпус; 7 — заплужник; 8 — почвоуглубитель; 9 — бороздоделатель; 10 — каток; 11 — туковысевающий аппарат

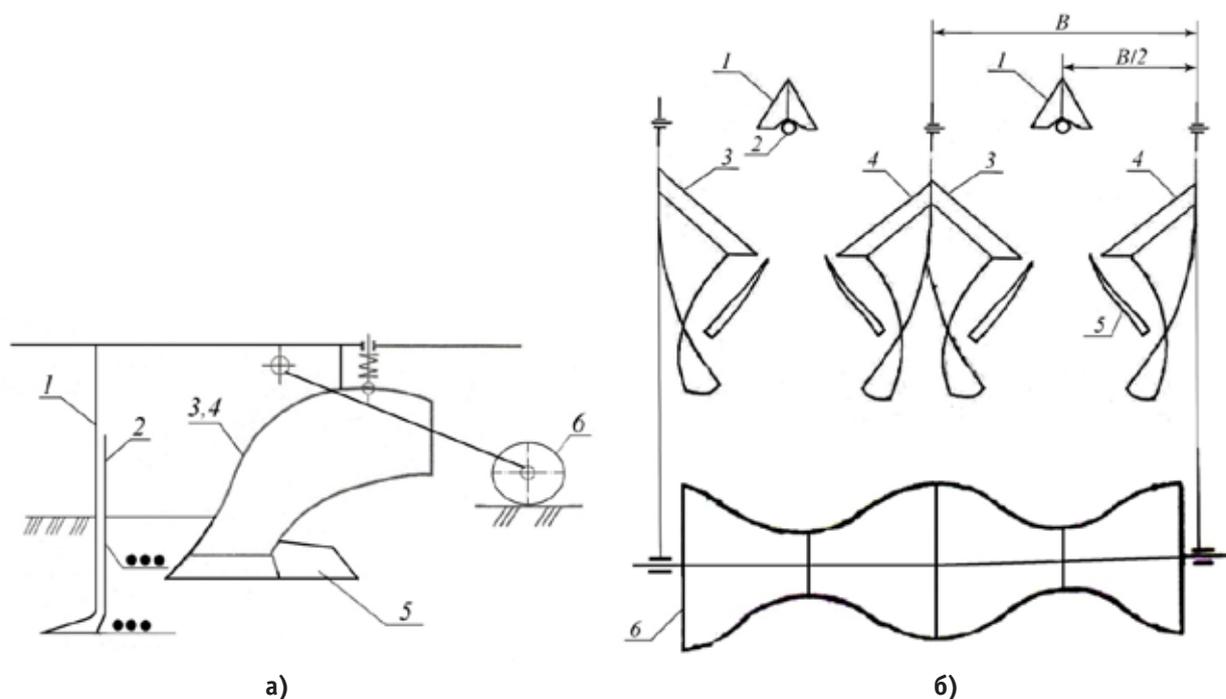


Рис. 3. Схема комбинированного агрегата: а — вид сбоку; б — вид сверху; 1 — глубокорыхлитель; 2 — устройство для внесения удобрений; 3 и 4 — право- и левооборачивающие корпуса; 4 — направляющая пластина; 5 — дисковый нож; 6 — каток

с направляющими пластинами 5, опорный каток 6, выполненный в форме выпукло-вогнутой кривой (рис. 3). Каждый глубокорыхлитель 1 установлен спереди право — левооборачивающих корпусов по оси их симметрии. Ширина захвата B одного модуля агрегата равна ширине формируемого междурядья [3, 4].

Подготовка полей к посеву картофеля на гребнях комбинированным агрегатом осуществляется следующим образом: вначале почва глубоко рыхлится глубокорыхлителем 1 по линии формируемого гребня с одновременным локальным внесением удобрений в два яруса сошником 2, затем путем оборота пластов навстречу друг к другу корпусами 3 и 4 формируют гребня, после чего окончательно подготавливают почву гребня (рис. 4) специальным катком 6. Полосное подпахотное рыхление по линии формируемых гребней способствует образованию ступенчатого дна борозды в подпахотном слое и соответственно задержанию и накоплению вод в зоне развития корней картофеля.

Все это позволяет снижению энергоёмкости обработки почвы и повышению урожайности картофеля.

При испытаниях экспериментальный образец комбинированного агрегата осуществлял надежный технологический процесс по подготовке почвы к посеву картофеля на гребнях в лабораторных и полевых условиях. Он удовлетворяет агротехническим требованиям по основным показателям качества: глубина рыхления зоны гребня 41,4 см, высота гребней 26,4 см, степень крошения почвы 83,1 %.

Заключение. Проведенные испытания и технико-экономические расчеты экспериментальных образцов комбинированных агрегатов для подготовки почвы к посеву картофеля и бахчевых культур показали, что применение агрегатов позволяет соответственно сократить затраты труда на 25 и 39,2 %, расход топлива на 22 и 46,2 % и эксплуатационные затраты на 31 и 45,3 % по сравнению с существующими машинами.

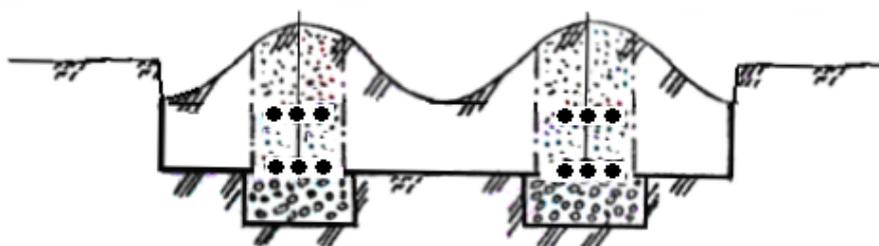


Рис. 4. Поперечный профиль междурядья после обработки агрегатом

Литература:

1. Патент РУз № IAP 04004. Способ обработки почвы и посева/Маматов Ф. и др. //Бюл. изобр. — 2009. — № 9.
2. Патент РУз № IAP 03618. Комбинированное орудие для обработки почвы и посева/Маматов Ф. и др. //Бюл. изобр. — 2008. — № 4.
3. А. с. SU № 1787340 Комбинированное почвообрабатывающее орудие/Сагун В. А., Маматов Ф. М. и др. // Б. И. — 1993. — № 2.
4. Патент UZ FAP 00672. Комбинированное почвообрабатывающее орудие/Маматов Ф. М., Мирзаев Б. С. и др. // Бюл. изобр. — 2011. — № 12.

Обоснование параметров рыхлительной пластины двухъярусного рыхлителя с наклонными стойками

Мирзаев Бахадир Суюнович, кандидат технических наук, проректор
Ташкентский институт ирригации и мелиорации (Узбекистан)

Маматов Фармон Муртозевич, доктор технических наук, профессор;
Буранова Шахноза Ураловна, старший научный сотрудник-соискатель;
Файзуллаев Хайриддин Алимардонович, ассистент;
Эргашев Гайрат Худоярович, ассистент
Каршинский инженерно-экономический институт (Узбекистан)

В статье обоснованы основные параметры рыхлительной пластины двухъярусного рыхлителя: угол установки пластины к поверхности стойки, ширина и длина пластины.

Ключевые слова: *двухъярусный рыхлитель, клин, пластина, угол установки, длина пластины, ширина пластины, пласт.*

Введение. В Западной Европе и США довольно широкое распространение в качестве орудий для основной обработки почвы нашли плуги-рыхлители с наклонными стойками. В последнее время эти орудия применяются и в России. Отличительными конструкционными особенностями рабочих органов плуга-рыхлителя типа «Параплау» является наклонная под углом 45° в поперечно-вертикальной плоскости стойка и регулируемая пластина, устанавливаемая на задней нижней части стойки [1, 2].

Известно [1, 2], что при работе рабочего органа типа «Параплау» энергия, передаваемая через рабочие поверхности ножа, стойки и рыхлительного отвала, не рассеивается в объеме обрабатываемой почвы, как у рабочих органов с вертикальными стойками. Таким образом, рыхление пласта происходит без перемешивания и выноса на поверхность почвенных агрегатов. На поверхности обработанного поля остается до 90% растительных остатков, благодаря образованию в почве многочисленных трещин и разломов поверхностный сток влаги снижается на 85–90% по сравнению с отвальной вспашкой. Расход энергии на обработку почвы плугом-рыхлителем до 30% ниже, чем традиционным отвальным плугом.

Поэтому нами разработан двухъярусный рыхлитель с наклонными стойками [3].

Объекты и методы исследований. Объектом исследований является рыхлительная пластина двухъярусного рыхлителя. При исследованиях использованы основные положения и методы классической и земледельческой механики.

Обсуждение результатов. Задачей рыхлительной пластины является улучшение качества рыхления почвы пахотного слоя, которое зависит от ширины и длины пластины, а также угла установки его к поверхности стойки ε (рис. 1). Угол установки ε зависит от состояния и физико-механических свойств почвы. Угол установки ε рыхлительной пластины к поверхности стойки выбираем из условия скольжения частиц почвы и растительных остатков по ее рабочей поверхности. Угол отвечающим этим условиям, определяется следующей зависимостью [4]

$$\varepsilon \leq \left(\frac{\pi}{2} - \varphi_{\max} \right) / 2, \quad (1)$$

где φ_{\max} — максимальный угол трения почвы.

В условиях Узбекистана $\varphi_{\max} \approx 40^{\circ}$ ($f=0,840$) [5]. Таким образом, значение угла установки рыхлительной пластины к поверхности стойки орудия для исключения сгуживания почвы можно принимать $\varepsilon \leq 25^{\circ}$.

Длину рыхлительной пластины определим из условия исключения сгуживания почвы впереди пластины. Пластина установлена под углом β_{non} в поперечно-вертикальной плоскости и под углом ε к поверхности стойки.

Рассмотрим силы, действующие на пласт, который находится на пластине. Рыхлительная пластина работает как двухгранный клин. Известно [95], что при работе двухгранного клина на пласт действуют реакция недеформированной почвы Q , находящейся впереди клина, вес пласта G и результирующая элементарных нормальных сил сопротивления почвы и сил трения на рабочей поверхности клина R_n (рис.1). Для рыхлительной пластины, также как для клина, направление сил G и R_n известно, а силу Q принимаем параллельной оси.

Проектируя эти силы на оси координат OX и OZ находим

$$Q = R_n \sin(\varepsilon + \varphi), \tag{2}$$

$$G = R_n \cos(\varepsilon + \varphi) \sin \beta_{non}, \tag{3}$$

$$R_n = \frac{G}{\cos(\varepsilon + \varphi) \sin \beta_{non}}. \tag{4}$$

Отсюда

$$Q = G \operatorname{tg}(\varepsilon + \varphi) / \sin \beta_{non}. \tag{5}$$

Но

$$R_{nx} = R_n \sin(\varepsilon + \varphi). \tag{6}$$

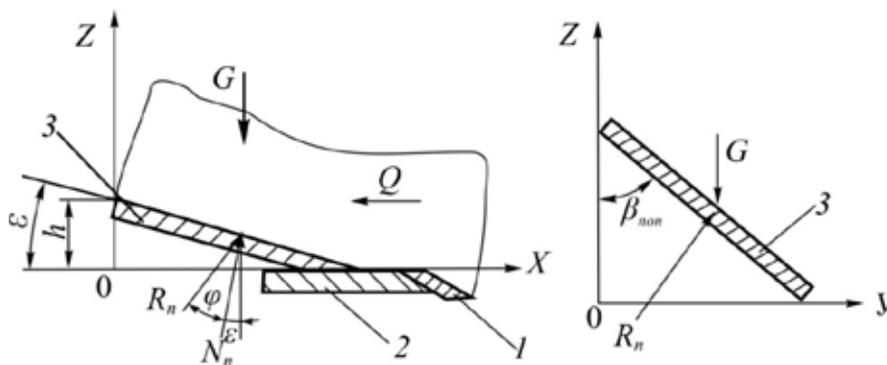


Рис.1. Силы, действующие на рыхлительную пластину: 1 — нож; 2 — стойка; 3 — пластина

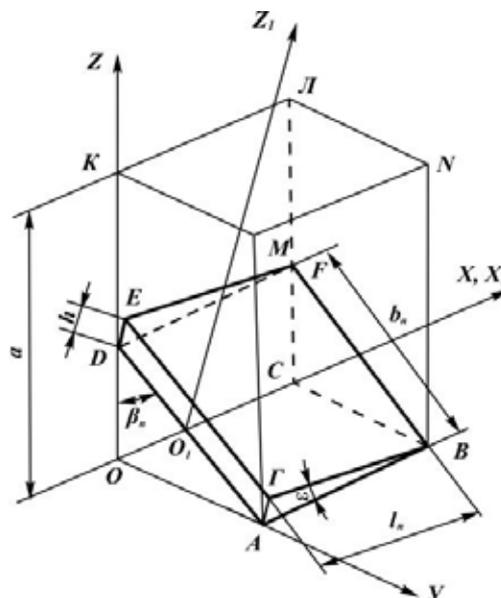


Рис. 2. Схема определения параметров рыхлительной пластины

Допускаем, что рабочая поверхность пластины уплотняет слой почвы высотой h на стенку борозды, образованной стойкой (рис.2), в результате чего возникает сопротивление R_n . Если принять, что сопротивление почвы смятию пропорционально величине деформации, то эпюра нормальных давлений почвы на пластину имеет форму треугольника. Тогда равнодействующая элементарных нормальных сил сопротивления почвы на рабочую поверхность пластины равна

$$N_{II} = \frac{1}{2} p l_n b_n = \frac{1}{2} q l_n^2 b \sin \varepsilon, \quad (7)$$

где p — удельное давление почвы, ($p=qh=ql_n \sin \varepsilon$); q — коэффициент объёмного смятия почвы; h — величина смятия почвы.

Равнодействующая нормальных и касательных сил сопротивления почвы, возникающая при работе пластины, равна

$$R_n^c = \frac{b_n l_n^2 q \sin \varepsilon}{2 \cos \varphi}. \quad (8)$$

Горизонтальная R_{nx}^c составляющая этой силы на оси OX равна

$$R_{nx}^c = R_n \sin(\varepsilon + \varphi) = \frac{b_n l_n^2 q \sin \varepsilon}{2 \cos \varphi} \sin(\varepsilon + \varphi). \quad (9)$$

Известно [6], что при малой связности почвы и большой длине рабочей поверхности пластины подпор пласта может оказаться недостаточным для преодоления сопротивлений, препятствующих движению пласта по поверхности пластины.

Наибольшая величина реакции Q_{max} равна

$$Q_{max} \leq \sigma_p h b_n = \sigma_p l_n b_n \sin \varepsilon, \quad (10)$$

где σ_p — временное сопротивление почвы сжатию.

Учитывая, что $R_{nx}^c = Q_{max}$, имеем

$$\sigma_p l_n b_n \sin \varepsilon = \frac{b_n l_n^2 q \sin \varepsilon}{2 \cos \varphi} \sin(\varepsilon + \varphi). \quad (11)$$

Решив эту зависимость относительно l_n , находим наибольшую длину пластины, при которой не возникает сгуживание почвы

$$l_n \leq \frac{2 \sigma_p \cos \varphi}{q \sin(\varepsilon + \varphi)}. \quad (12)$$

По формуле (12) можно определить максимальную длину пластины в зависимости от условия работы и угла наклона ε . Из полученной зависимости (12) следует, что длина пластины зависит от угла установки пластины к поверхности стойки и физико-механических свойств почвы.

По условиям работы ширина пластины должна быть такой, при которой под действием её нижние слои почвы не должны подниматься на поверхность почвы, а неровности поверхности почвы минимальны. Поэтому пластина крепится к наклонной части стойки. Исходя из этого условия, максимальная ширина пластины должна быть равна длине наклонной части стойки.

Заключение. Получены аналитические выражения для определения основных параметров рыхлительной пластины двухъярусного рыхлителя.

Литература:

1. Тряпицын, Д. А., Майорова Л. М. Тенденция развития чизельных орудий/Обзорная информация. — М.: ЦНИИТЭИ тракторосельхозмаш, 1987. — 42 с.
2. Кашаев, Б. А., Сизов О. А., Бурченко П. Н. Тенденция развития технологий и средств механизации обработки почвы// Обзорная информация. — М.: ВНИИТЭИагропром, 1988. — 48 с.

3. Патент РУз № 00701. Плуг-рыхлитель/Маматов М. Ф., Мирзаев Б. С. и др. // Бюл. изобр. — 2012. — № 3.
4. Кленин, Н. И., Сақун В. А. Сельскохозяйственные и мелиоративные машины. — М.: Колос, 1994. — 751 с.
5. Муротов, М. М., Байметов Р. И., Бибутов Н. С. Механико-технологические основы и параметры орудий для уплотнения почвы. — Ташкент: Фан, 1988. — 101 с.
6. Синеоков, Г. Н., Панов И. М. Теория и расчет почвообрабатывающих машин. — М.: Машиностроение, 1977. — 328 с.

Актуальность использования вариативного мясного сырья в технологии мясопродуктов

Николаенко Татьяна Александровна, студент
Ставропольский государственный аграрный университет

Баранина хорошо подходит для питания людей преклонного возраста и детям. В ней много фтора, предохраняющего зубы от кариеса. Содержащийся в баранине лецитин способствует профилактике диабета, стимулируя работу поджелудочной железы, а также обладает антиклеротическими свойствами и нормализует обмен холестерина. По содержанию белка, незаменимых аминокислот и минеральных веществ она не уступает говядине, а по калорийности даже превышает ее (говядина — 1838 ккал/кг, баранина — 2256 ккал/кг), при этом бараний жир содержит относительно небольшое количество холестерина. Состав по данным USDA Nutrient Database в 100 гр. баранины содержится:

- Вода — 59.47 г
- Белки — 16.56 г
- Жиры — 23.41 г
- Углеводы — 0 г
- Зола — 0.87 г

Существует несколько видов баранины. Различают собственно баранину, мясо молочных ягнят и мясо молодых барашков. Молочный ягненок — это животное, имеющее возраст до 8 недель. Мясо ягненка считается деликатесным — оно особенно нежное и мягкое. Мясо молодых барашков — мясо животных, возрастом от 3 месяцев до 1 года. Оно тоже вкусное и нежное, но несколько уступает мясу молочного ягненка. Баранина — мясо овец, имеющих возраст более 1 года. Баранина тоже является вкусным мясом, но оно не такое нежное, так как имеет более жесткую консистенцию, специфический запах и достаточно высокую цену, что в свою очередь выступает сдерживающими факторами увеличения ее потребления [1, 2, 3, 6].

Жесткость мяса и высокую цену можно нивелировать путем использования обрезков низкой себестоимостью с применением фермента «Трансглутаминаза», который позволяет производить мясные реструктурированные продукты, трансформируя их в конечный продукт с добавленной стоимостью, при этом — придать ему

любую форму и обеспечить, таким образом, стандартизированные размеры [4, 5, 7, 19].

На основании предварительных исследований установлено положительное влияние внесения молочного сахара и пребиотика лактулозы на органолептические характеристики продуктов из баранины за счет способности данных сахаров «маскировать» ее специфический запах. Роль продуктов на основе лактозы резко возросла в последние годы за счет их бифидогенных свойств. Специальными исследованиями установлено, что дисахарид лактулоза (фруктозо-галактозид) является мощным пребиотиком (протормом) бифидобактерий и обладает рядом специфических уникальных свойств. Лактулоза может быть получена путем изомеризации лактозы. Клинические исследования продуктов, обогащенных лактулозой, начались в 1960-е годы. Именно тогда было начато производство молочного продукта с лактулозой для детей, находящихся на искусственном вскармливании. Исследования показали, что употребление его детьми, у которых содержание бифидобактерий было на уровне 25% от общего количества, на 11 день увеличивает их до 96% [8, 9, 10].

По рекомендациям медиков и подсчетам биохимиков для поддержания в норме кишечной микрофлоры каждый должен потреблять 3–5 г лактулозы в день [11, 12, 13, 14].

Внесение сывороточных белков будет способствовать эмульгированию бараньего жира и формированию нежной консистенции у готового продукта. Биологическая ценность молочной сыворотки обусловлена содержащимися в ней белковыми азотистыми соединениями, углеводами, липидами, минеральными солями, витаминами, органическими кислотами, ферментами, иммунными телами и микроэлементами. Основную массу в сухих веществах молочной сыворотки занимает лактоза, 14% приходится на белковые соединения, около 6% занимает молочный жир и оставшаяся часть — минеральные вещества. Содержание сывороточных белков иногда достигает 1%. По биологической ценности белки сыворотки

имеют аминокислотный состав, близкий к аминокислотному составу мышечных белков. Они характеризуются повышенным содержанием лизина, лейцина, изолейцина, и, что очень важно для более полного усвоения отдельных аминокислот, достаточным количеством метионина и цистеина [15]. Коэффициент эффективности белка (КЭБ) сывороточных белков выше, чем у α -казеина и растительных белков, благодаря большому количеству серосодержащих аминокислот. 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 [16, 17, 18, 20].

Таким образом, особенно актуальным становится разработка ассортимента продуктов из баранины с высокими органолептическими характеристиками и сниженной себестоимостью.

Литература:

1. Омаров, Р.С. Перспективы использования цитрата натрия в деликатесных мясных продуктах/Р.С. Омаров, С.Н. Шлыков, О.В. Сычева // Пищевая промышленность. 2011. № 12. с. 56–57.
2. Омаров, Р.С. Технологические решения для производства ветчинных реструктурированных продуктов/Р.С. Омаров, С.Н. Шлыков, О.В. Сычева // Мясная индустрия. 2013. № 2. с. 66–68.
3. Молочников, В.В. Использование фитопрепаратов в рецептурных композициях мясных продуктов/В.В. Молочников, И.А. Трубина, В.В. Садовой, С.Н. Шлыков // Пищевая промышленность. 2008. № 6. с. 64.
4. Омаров, Р.С. Использование концентрата Лакт-ОН в производстве деликатесных мясных продуктов/Р.С. Омаров, С.Н. Шлыков, И.А. Трубина, А.Б. Кравец, А.Д. Лодыгин // Вестник Российской академии сельскохозяйственных наук. 2011. № 5. с. 78–79.
5. Sadovoi, V.V. Antioxidant food supplement fortified with flavonoids/V.V. Sadovoi, S.N. Shlykov, R.S. Omarov, T.V. Shchedrina // Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences. 2014. Т. 5. № 5. с. 1530–1537.
6. Садовой, В.В. Антиоксидантная пищевая добавка из ягодной кожуры красного винограда/В.В. Садовой, Т.В. Щедрина, С.Н. Шлыков, И.А. Трубина, М.А. Селимов // Пищевая промышленность. 2013. № 12. с. 68–70.
7. Храмцов, А.Г. Возможности использования лактозы и лактулозы в рецептурных композициях мясопродуктов/А.Г. Храмцов, В.В. Садовой, О.Ю. Шматько, С.Н. Шлыков, С.А. Левченко // Вестник Российской академии сельскохозяйственных наук. 2008. № 4. с. 87–88.
8. Храмцов, А.Г. Разработка технологии получения препаратов пищевых волокон для профилактического питания/А.Г. Храмцов, Ю.А. Анисимова, В.В. Садовой, С.Н. Шлыков, О.Ю. Шматько // Вестник Российской академии сельскохозяйственных наук. 2009. № 2. с. 91–92.
9. Шлыков, С.Н. Исследование влияния ультразвукового акустического поля на эмульгированные фаршевые системы и качественные показатели готового продукта/С.Н. Шлыков, Р.С. Омаров, Т.В. Вобликова // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. 2013. № 93. с. 708–722.
10. Trukhachev, V.I. Development of technology for food for people with hypersthenic body type/V.I. Trukhachev, V.V. Sadovoy, S.N. Shlykov, R.S. Omarov // Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences. 2015. Т. 6. № 2. с. 1347–1352.
11. Вобликова, Т.В. Изучение влияния термической бактериальной санации козьего молока на его технологические и микробиологические показатели в процессе хранения/Т.В. Вобликова, Н.Н. Рылкина, Д.Ю. Буеракова, С.Н. Шлыков // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. 2012. № 83. с. 425–435.
12. Шлыков, С.Н. Разработка технологий рациональных эмульгированных мясопродуктов с использованием молочных белково-углеводных препаратов и ультразвукового акустического поля/Шлыков С.Н. // автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук/Северо-Кавказский государственный технический университет. Ставрополь, 2007.
13. Омаров, Р.С. Использование молочных белков в производстве деликатесных мясопродуктов/Р.С. Омаров, С.Н. Шлыков, О.В. Сычева, В.В. Садовой // Fleischwirtschaft. 2011. № 1. с. 55–57.
14. Омаров, Р.С. Белковые структурообразователи для ветчинных мясных продуктов/Р.С. Омаров, О.В. Сычева, С.Н. Шлыков, В.В. Михайленко // Fleischwirtschaft. 2014. № 1. с. 49–52.
15. Шматько, О.Ю. Биологически активные добавки и анализ возможности их использования в рецептурных композициях функциональных мясопродуктов/О.Ю. Шматько, С.Н. Шлыков, В.В. Садовой // В сборнике: Актуальные вопросы зоотехнической науки и практики как основа улучшения продуктивных качеств и здоровья сельскохозяйственных животных V Международная научно-практическая конференция. 2007. с. 243–248.

16. Шлыков, С. Н. Разработка технологий рациональных эмульгированных мясопродуктов с использованием молочных белково-углеводных препаратов и ультразвукового акустического поля/Шлыков С. Н. // диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук/Ставрополь, 2007.
17. Gabrielyan, S. Z., I. N. Vorotnikov, M. A. Mastepanenko, R. S. Omarov, and S. N. Shlykov 2015. Formation of the Physico-Chemical Parameters of Meat Products in the Processing Of Ultrasonic Acoustic Field. Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences. [http://www.rjpbcs.com/pdf/2015_6\(3\)/\[184\].pdf](http://www.rjpbcs.com/pdf/2015_6(3)/[184].pdf)
18. Омаров, Р. С. Белки животного происхождения в производстве мясных продуктов/Р. С. Омаров, О. В. Сычева, С. Н. Шлыков // Мясные технологии. 2011. № 3. С.
19. Омаров, Р. С. Разработка специализированного мясного продукта для адаптации организма к повышенным физическим нагрузкам/Р. С. Омаров // Наука и современность: сборник статей Международной научно-практической конференции (04 апреля 2015 г, г. Уфа) в 2 ч. Ч. 2. — Уфа: Аэтерна, 2015. — с. 134–137.
20. Омаров, Р. С. Значение белкового питания в рационе спортсменов/Р. С. Омаров // Наука и современность: сборник статей Международной научно-практической конференции (04 апреля 2015 г, г. Уфа) в 2 ч. Ч. 2. — Уфа: Аэтерна, 2015. — с. 137–140.

Метод диагностики подвески грузового автомобиля колесным роботом

Поезжаева Елена Вячеславовна, кандидат технических наук, профессор;
 Васенин Александр Сергеевич, студент;
 Шумков Арсений Геннадьевич, студент
 Пермский национальный исследовательский политехнический университет

Состояние подвески автомобиля — характеристика, напрямую влияющая на безопасность дорожного движения. Особо пристальный контроль необходим за состоянием подвески самосвалов, тягачей — зачастую они перевозят груз массой свыше 10 тонн по дорогам не самого лучшего качества, что напрямую сказывается на снижении надежности подвески и может привести к дорожно-транспортному происшествию. Для снижения доли человеческого фактора в определении исправного состояния упругих элементов подвески грузового автомобиля, а также для увеличения пропускной способности постов ежедневного обслуживания предлагается использование робота, обеспечивающего контроль состояния подвески автомобиля.

Ключевые слова: *wheel robot, manipulator, truck, ultrasound.*

Method of diagnostics of a suspension bracket of the truck wheel robot

Poezhaeva Elena, Ph. D., Professor;
 Vasenin Aleksandr, Student;
 Shumkov Arsenij, Student
 Perm National Research Polytechnic University

Condition of a suspension bracket of the car — the characteristic directly influencing traffic safety. Especially fixed control is necessary behind a condition of a suspension bracket of dump trucks, tractors — often they transport freight weighing over 10 tons on roads not of the best quality that directly affects decrease in reliability of a suspension bracket and can lead to a road accident. For decrease in a share of a human factor in definition of a working order of elastic elements of a suspension bracket of the truck, and also for increase in capacity of posts of daily service use of the robot providing control of a condition of a suspension bracket of the car is offered.

Keywords: *diagnostics of the truck, maneuverable chassis, ultrasound, manipulator, optimum trajectory of the manipulator.*

Робот для определения технического состояния подвески автомобиля спроектирован на колесном шасси, которое обеспечивает маневренность и хорошую проходимость робота, а также скорость перемещения [1].

На роботе установлен манипулятор, выполняющий следующие функции:

— датчик ультразвука позволяет обнаружить микротрещины в подвеске автомобиля: рессорах, рычагах, стяжках, реактивных тягах, а также в раме.

– камера, установленная на манипуляторе, обеспечивает передачу изображения, позволяет визуально оценить состояние амортизаторов либо жидкости из системы охлаждения, подтекание смазки из картеров мостов, состояние пневмобаллонов подвески.

– светодиодный фонарь обеспечивает освещение диагностируемых элементов.

Определенную трудность вызывает формирование правильной траектории манипулятора для точного его позиционирования в пространстве.

Проблема формирования оптимальной траектории может быть сформулирована как задача оптимального управления [2]. Для динамической системы

$$\dot{x} = f(x(t), u(t)) \quad (1)$$

с начальным состоянием $x(t_0) = x_0$ и конечным состоянием $x(t_f) = x_f$ при заданном или свободном времени окончания процесса требуется найти управление $u(t)$ и соответствующее состояние $x(t)$, оптимизирующие показатель качества

$$J = K(x(t_f), t_f) + \int_0^{t_f} L(x(t), u(t)) dt \quad (2)$$

При планировании оптимальных траекторий движения манипулятора используются уравнения кинематики

$$p = \psi(q), p \in R^n, \psi : R^n \Rightarrow R^n \quad (3)$$

и динамики

$$M(q)\ddot{q} + h(q, \dot{q}) = u, u \in R^n, \quad (4)$$

где p — вектор, представляющий положение рабочего органа манипулятора в декартовой системе координат; q — вектор, представляющий перемещения в степенях подвижности манипулятора. В качестве управления и рассматриваются развиваемые приводами в степенях подвижности силы и моменты. Начальное состояние определяется равенствами

$$p(t_0) = p_0 \quad (5)$$

и

$$\dot{p}(t_0) = 0 \quad (6)$$

В конечный момент

$$p(t_f) = p_f \quad (7)$$

и

$$\dot{p}(t_f) = 0 \quad (8)$$

Ограничения вида равенств

$$q(p) = 0 \quad (9)$$

определяют требуемую геометрическую траекторию. Ограничения вида неравенств устанавливают пределы изменения развиваемых приводами сил (моментов) и скоростей:

$$v(q, \dot{q}) \leq u \leq w(q, \dot{q}) \quad (10)$$

Для решения поставленной задачи предложено использовать метод динамического программирования. Такой подход позволяет получить универсальный алгоритм формирования оптимальных траекторий при различных ограничениях и показателях качества. Облегчает использование метода то обстоятельство, что при заданной геометрической траектории положение в одной степени подвижности определяет положения в остальных. В результате существенно снижается размерность задачи [3].

Пусть k — индекс дискретной точки на заданной геометрической траектории. Для заданного в декартовых координатах положения рабочего органа в точке k путем решения обратной задачи кинематики манипулятора можно определить соответствующие обобщенные координаты $q(k)$. Пусть $Y_i(k)$ — множество возможных скоростей движения в степени подвижности i в точке k , которое получается путем дискретизации диапазона скоростей

$$r_j(q(k)) \leq \dot{q}_i(k) \leq s_i(q(k)) \quad (11)$$

В том случае, когда ограничения скорости не указаны, ее предельные значения могут быть получены из ограничений сил (моментов). Рассмотрим переход манипулятора из точки k , в точку $k + 1$. Предполагается, что величина пере-

мещения мала, а ускорение постоянно. Для возможной скорости $\dot{q}_i(k) \in Y_i(k)$ и допустимой скорости $\dot{q}_i(k+1)$ ускорение движения в сочленении i в точке k определяется выражением:

$$\ddot{q}_i(k) = \frac{[\dot{q}_i(k+1)]^2 - [\dot{q}_i(k)]^2}{2[q_i(k+1) - q_i(k)]} \quad (12)$$

и время перехода между двумя точками

$$\Delta t(k) = \frac{2[q_i(k+1) - q_i(k)]}{2[\dot{q}_i(k+1) + \dot{q}_i(k)]} \quad (13)$$

Поскольку перемещение в следующую точку для всех степеней подвижности должно завершаться за один и тот же временной интервал, можно определить скорости движения в остальных степенях подвижности в точке k как:

$$\dot{q}_j(k) = 2[q_{j(k+1)} + q_j(k)] / \Delta t(k) - \dot{q}_j(k+1) \quad (14)$$

Если какая-либо из скоростей $\dot{q}_j(k), [j = 1, 2, \dots, n, j \neq i]$ не удовлетворяет ограничениям для скоростей, то скорость $\dot{q}_i(k)$ считается недопустимой. Если же все скорости удовлетворяют ограничениям, то для каждой степени подвижности вычисляется ускорение. Далее по полученным значениям перемещений, скоростей и ускорений вычисляются силы (моменты), которые необходимо приложить в степенях подвижности для выполнения перемещения из точки k в $k+1$. Если при этом оказывается, что какая-либо из сил (моментов) выходит за допустимые пределы, то скорость $\dot{q}_i(k)$ также полагается недопустимой [3].

Пусть $\Phi(\dot{q}_i(k), k)$ обозначает приращение показателя качества при перемещении между точками k и $k+1$ и $J^0(\dot{q}_i(k), k) = 0$ обозначает наименьшее значение показателя качества при переходе из k — той точки в конечное состояние. Используя принцип оптимальности Беллмана, можно получить:

$$\Phi(\dot{q}_i(k), k) = \min_{\dot{q}_i(k+1) \in Z_i(k+1)} \{ \Phi(\dot{q}_i(k), k) + J^0(\dot{q}_i(k+1), k+1) \}, \quad (15)$$

где $Z_i(k+1)$ — множество допустимых скоростей в точке $k+1$. Это уравнение применяется к каждой допустимой скорости в точке k и позволяет для каждой скорости найти единственную оптимальную скорость в точке $k+1$ и скорости в остальных степенях подвижности, а также силы (моменты), соответствующие оптимальным условиям в точке k . Оптимизационный процесс начинается в конечном состоянии и распространяется в направлении начала [1].

В статье рассмотрен способ задания оптимальной траектории манипулятора в пространстве посредством динамического программирования. Именно этот метод позволяет учесть значения скоростей звеньев манипулятора, а так же вычислить их ускорения. С учетом ускорения становится возможным найти силы и моменты этих сил.

Литература:

1. Поезжаева, Е. В. Промышленные роботы: учеб. пособие: в 3ч./Е. В. Поезжаева. — Пермь: Изд-во Перм. гос. тех. ун-та, 2009. — Ч. 2. — 185 с.
2. Проблемы механики современных машин: Материалы V международной конференции. — Улан-Удэ: Изд-во ВСГУТУ, 2012. — Т. 3. — 276 с., ил. — Поезжаева Е. В., «Шагающий робот с контурной системой управления», с. 227.
3. Поезжаева, Е. В., Васенин А. С., Шумков А. Г. Роботизация фермерских хозяйств по обработке растений // Вестник Восточно-Сибирского государственного университета технологий и управления. 2014. № 3. с. 59–62.

Робот для отделочных и ремонтных работ помещений и зданий

Поезжаева Елена Вячеславовна, кандидат технических наук, профессор;

Закиров Евгений Аликович, студент;

Шаякбаров Ильнур Эльмарович, студент

Пермский национальный исследовательский политехнический университет

В современном мире ставится вопрос о ограничении или полном отсутствии тяжелого физического труда в строительной промышленности с помощью роботов. В связи с этим разработан робот, позволяющий провести ремонтные и отделочные работы помещений и зданий.

Ключевые слова: робот, подвижная платформа, манипулятор, ремонтные работы.

Robot for finishing and repair of premises and buildings.

In today's world, have the question of the restriction or complete absence of hard physical labor in the construction industry with the help of robots. In this regard, developed a robot that allows you to carry out repair and finishing of rooms and buildings.

Keywords: Robot, movable platform, crane, repair work.

Люди издавна пытались создавать машины, которые бы смогли бы выполнять за них различную работу. Многие знают, что большинство производственных линий вместо людей используют роботов. Но производственные линии — это не единственная область, где могут применяться автоматизированные машины. Представляем вашему вниманию робота-штукатур, который может заменить человека в отделочных работах (рис. 1).

Все мы привыкли что стены штукатурят большое количество человек. Но время не стоит на месте и теперь можно заметить, что ремонтные работы могут выполнить роботы. Робот действует строго по программе и в течение одного рабочего дня способен выполнять в 10–20 раз больше работы, нежели человек. За работой меха-

низма следит человек, внося коррективы в процессе нанесения штукатурки, тем самым улучшая качество выполненной работы.

В отличие от человека робот-штукатур имеет ряд преимуществ. Робот делает идеально ровные стены, без неровностей и бугорков. К тому же готовый результат будет гораздо быстрее, чем это делает обычный человек. Так что первое преимущество робота-штукатура — высокая скорость работы и качественный результат. Также робот может работать с любым качеством приготовленной смеси. На ровной поверхности робот может разогнать до 90 метров квадратных нанесенной штукатурки за 1 час работы. А за 1 рабочий 8-часовой день способен обработать до 750 м², в то время как человек способен обрабо-

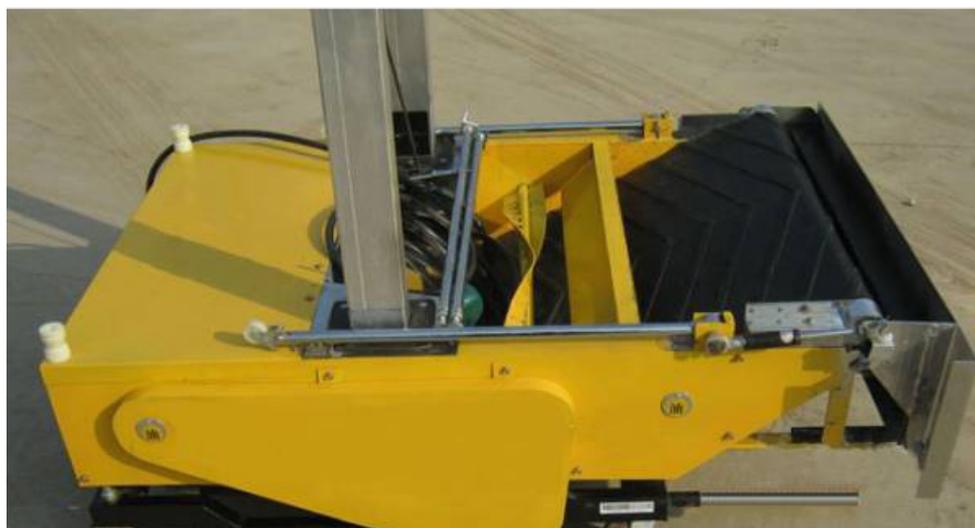


Рис. 1. Робот для отделочных работ



Рис. 2. Работа робота

тать не более 25 м² за то же время. Робот-штукатур может использоваться на востребованной высоте (рис. 2).

Устройство напоминает работу принтера. Робот берет предварительно приготовленный раствор из резервуара, который располагается отдельно от механизма. С по-

мощью шлангов раствор подается на специальное сопло, разбрызгивающее раствор под давлением на стену. Механизм может перемещаться в любых направлениях. Робот выбирает уровень высоты, после чего при горизонтальном перемещении происходит набрасывание раствора. Го-

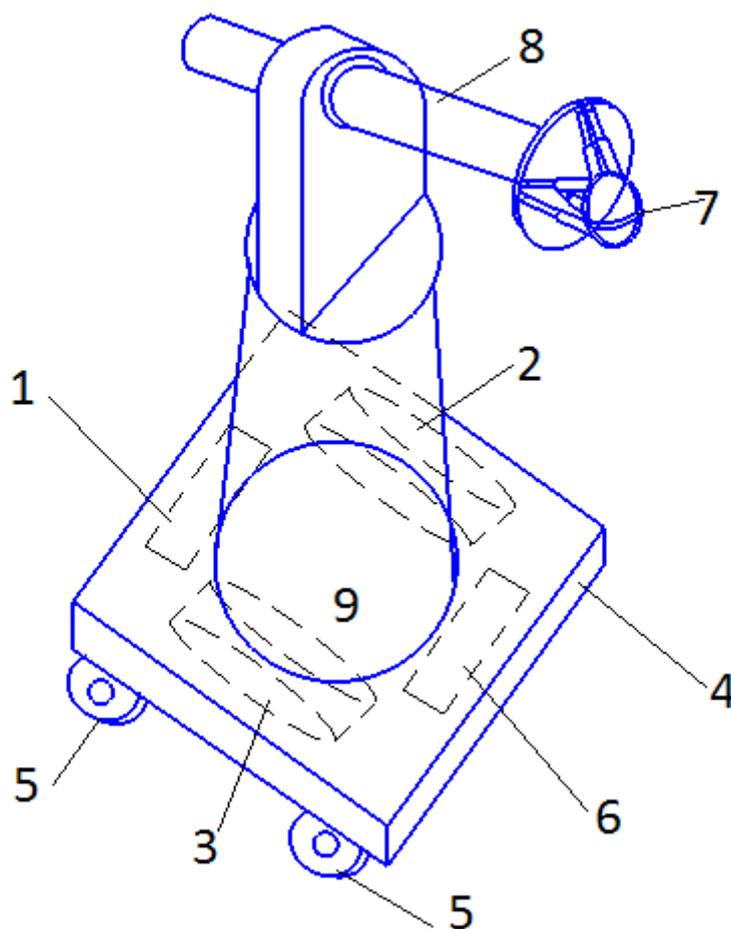


Рис. 3. Подвижная платформа робота

ловка с разбрызгивателем может проходить несколько раз слева направо и наоборот. После того как раствор был нанесен на стену он выравнивается установленной строительной теркой.

Роботы-штукатуры отличаются высокой производительностью и отличным качеством выполненной работы. А самое главное — такие механизмы полностью заменяют сложную работу человека по нанесению раствора. Такие роботы повышают производительность и качество работы, полностью оправдывающее свое назначение и стоимость.

Робот имеет подвижную платформу

Платформа содержит пассивное прямоугольное основание 4 (см. рис 3). Основание устанавливается над опорной поверхностью с помощью четырех опорных роликов 5. На нижней плоскости основания устанавливаются четыре линейных индукционных электрических двигателя 1,2,3,6, которые могут перемещать платформу в различных направлениях по электропроводной опорной поверхности. Линейные индукционные электрические двигатели содержат множество обмоток, питаемых многофазным переменным электрическим током, образующим «бегущее» магнитное поле. При взаимодействии магнитного поля с электропроводной или магнитной опорной поверхностью, образуются силы, перемещающие платформу. На платформу может устанавливаться колонна 9, внутри которой располагается известные механизмы, обе-

спечивающие осевые перемещения вала 8, на конце которого устанавливается схват 7.

Также робот имеет вертикальный многошарнирный манипулятор, размещенный на поворотном основании. Электропривод подводится от шагового электрического двигателя. Число степеней подвижности манипулятора четыре, а в модификации с вращающимся рабочим звеном и схватом число степеней свободы увеличивается. Относительной особенностью рассматриваемого робота является модульная конструкция степеней подвижности (звеньев) содержащих все элементы кинематической пары и ее привода, а также части несущих конструкций двух соседних звеньев. Выпускается несколько типоразмеров модулей, что позволяет получить большое разнообразие промышленных роботов которые применяются для выполнения различных операций, которые востребованы для ремонтных работ.

Робот-штукатур, отличительной особенностью которого является разработанная подвижная платформа с многофункциональным манипулятором значительно облегчит труд, а также выполнит работу намного быстрее и качественнее нежели человек. Робот работает по четко заданной программе которую можно изменить от различных условий работы. Данные роботы смогут повысить производительность и качество работы, полностью оправдывающее свое назначение и стоимость.

Литература:

1. Поезжаева, Е. В. Промышленные роботы: учеб. пособие в 3 ч.-М.: Изд-во УМО АМ МВТУ им. Баумана: изд-во ПГТУ, 2009.
2. http://www.metaprom.ru/board_foto/1402301282foto2_big.jpg
3. <http://nashaotdelka.ru/wp-content/uploads/robot-nebolshih-razmerov.jpg>

Роботизирование военных объектов

Поезжаева Елена Вячеславовна, кандидат технических наук, профессор;

Закиров Евгений Аликович, студент;

Шаякбаров Ильнур Эльмарович, студент

Пермский национальный исследовательский политехнический университет

В наше время актуальным вопросом остается внедрение роботов в военную инфраструктуру. Поэтому разработан робот, позволяющий выполнять сложную работу различного направления.

Ключевые слова: робот, манипулятор, военные объекты.

In our time, an important issue is the introduction of robots in military infrastructure. Therefore, it developed a robot that allows you to perform complex work in different directions.

Keywords: robot, manipulator, military facilities.

Роботы в наше время нашли применение практически во всех сферах жизнедеятельности: промышленность, медицина, торговля ... Однако самым удачным внедрением роботов, на наш взгляд, является внедрение в военную технику.

В современной военной технике достаточно большое количество различных роботов. Это и роботы-сапёры, и роботы-танки, и самолеты-беспилотники и многие другие (Рис. 1).



Рис. 1. Военный робот

Но не часто можно встретить робота с манипуляторами. Чаще всех встречаются роботы-сапёры, использующие вместо рабочего органа щипцы для захвата объектов.

А что если данного робота увеличить в размерах, присоединив к нему большой манипулятор? Этот транспортное средство сможет выполнять кучу полезных операций, связанных не только с сапёрной деятельностью.

Вот так выглядит данный аппарат в нашем представлении (Рис. 2). Это база с установленной на нее башней-манипулятором, на конце которого установлена камера и источник света. В башне установлен механизм поворота и контроллер, соединённые с центральным компьютером, отвечающим за манипуляциями. Данным аппаратом можно управлять с пульта на расстоянии или же сделать данный робот автономным.

Этот робот может выполнять различные функции: помощь саперным, инженерным войскам. Так же он будет полезен и сотрудникам МЧС для тушения пожаров в высотных зданиях или разбор завалов.

Структура данного робота представлена на схеме (Рис. 3).

Подведем итоги. Роботов много, каждый из них имеет свое предназначения и особенности. Но этот робот обладает рядом преимуществ, а именно:

1. Данный робот может работать в тяжелых условиях.
2. Высокая производительность.
3. Возможность выполнения целого спектра задач: перенос боеприпасов и крупногабаритных вещей
4. Высокая проходимость.
5. Почти полная независимость от человека, задействованного в данной операции, кроме управления роботом.
6. Большая мощность.

Данный робот значительно облегчит работу отдельных управлений и родов войск. Массовое же производство позволит заменить некоторые устаревшие виды техники и технологии.

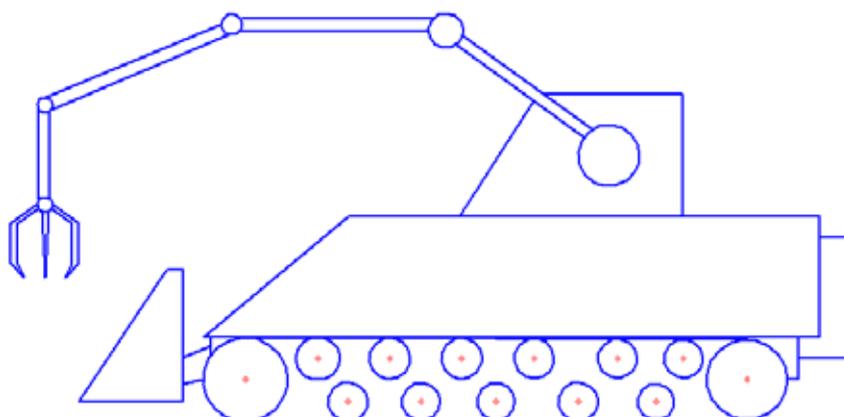


Рис. 2. Робот с манипулятором

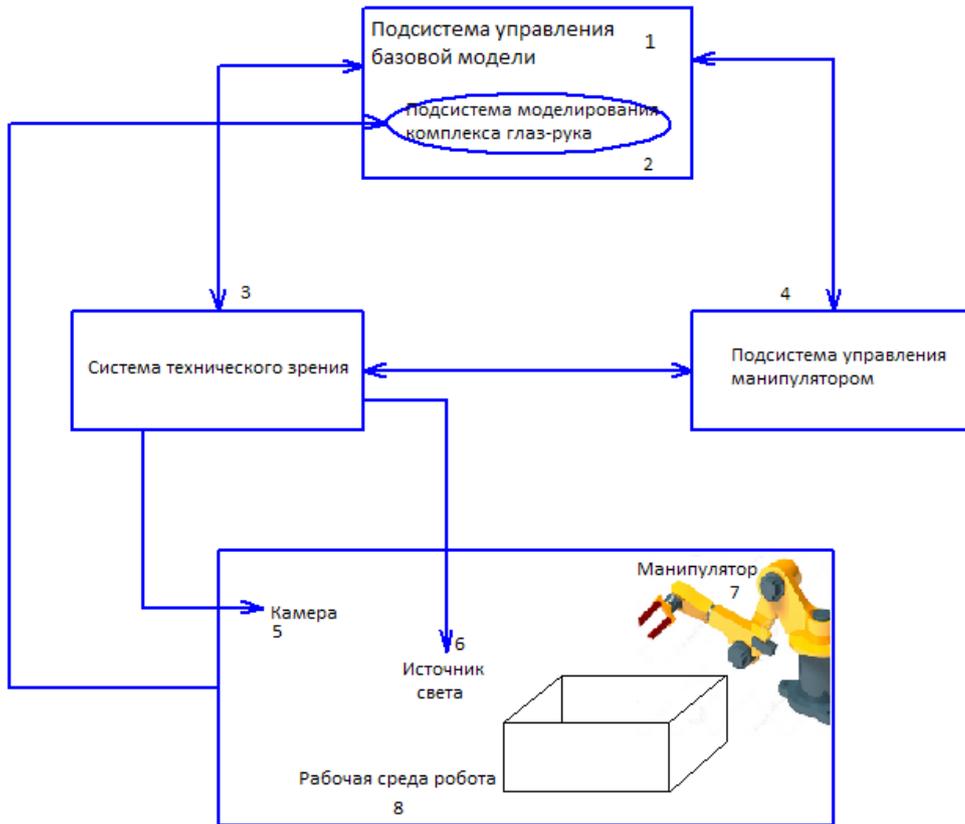


Рис. 3. Математическая модель робота

Литература:

1. http://pochta-polevaya.ru/militaryanalytics/weapons_and_equipment/robots/
2. Поезжаева, Е.В. Промышленные роботы: учебное пособие в 3 ч. — М.; УМО АМ МВТУ им. Баумана; изд-во ПГТУ, 2009.

Совершенствование автомата-советчика по прогнозу и реализации заданной скорости роспуска

Рогов Станислав Александрович, аспирант
Ростовский государственный университет путей сообщения

Важнейшим элементом сортировочной горки (СГ) является тормозная позиция (ТП). От ее эффективной и точной работы зависит качество и перерабатывающие возможности СГ. Это определило повышенный интерес к автоматизации процедуры торможения отцепами на ТП.

Подсистема прицельного торможения отцепов на сортировочных горках, разработанная в [1], использует эталонное эвристическое мышление (копирование, формализация и использование интеллекта человека) и результаты анализа статистической информации (включается машинный интеллект).

Для парковой ТП с известными характеристиками мощности и быстродействия замедлителей, а также стандартным профилем пути, при управлении скоростью отцепов для реализации заданной скорости соударения в сортировочном парке необходимо учитывать следующие параметры: x_1 — вес отцепа, 1/20 тонн; x_2 — длина отцепа, вагонов; x_3 — ходовые свойства, идентифицируемые по пятибалльной оценке: 1 — очень плохой бегун, 2 — плохой бегун, 3 — средний бегун, 4 — хороший бегун, 5 — отличный бегун; x_4 — расстояние до точки прицеливания, м.

Функция зависимости начальной расчётной скорости (V_p) отцепов весом x_1 , длиной x_2 , ходовыми свойствами x_3 , на участке длиной x_4 принята в следующем виде:

$$V_p = a_1x_1 + a_2x_2 + a_3x_3 + a_4x_4 \tag{1}$$

где: a_1, a_2, a_3, a_4 — весовые коэффициенты, неизвестные нам на начальном этапе исследований.

Как правило, при нахождении V_p обращаются к помощи эксперта, который, опираясь на свой многолетний опыт работы, исходя из полученных значений x_1, x_2, x_3, x_4 может определить начальную скорость, с которой необходимо выпустить отцеп, чтобы обеспечить безопасное соударение вагонов в парке. Различные эксперты имеют разный опыт и этим обеспечивается настройка модели под конкретного специалиста, который в свою очередь также субъективен в своих оценках.

В процессе роспуска для различных отцепов параметры x_1, x_2, x_3, x_4 соответственно будет меняться и начальная скорость V_p . Тогда для совокупности отцепов можно составить таблицу обучающих данных 1 (первые пять столбцов таблицы).

Задача вычисления V_p в каждом конкретном случае осуществляется по формуле:

$$V_p^k = a_1x_1^k + a_2x_2^k + a_3x_3^k + a_4x_4^k \tag{2}$$

где: k — номер текущего отцепа; V_p^k — начальная расчётная скорость этого отцепа, определенная экспертом, x_1^k — вес k -го отцепа, x_2^k — длина k -го отцепа в вагонах, x_3^k — ходовые свойства k -го отцепа, x_4^k — длина участка свободного пробега k -го отцепа до соударения с накапливаемым составом, a_1, a_2, a_3, a_4 — весовые коэффициенты, отражающие вес (значимость) каждого фактора модели.

Таблица 1. Таблица данных экспериментального моделирования

k	x_1	x_2	x_3	x_4	$V_{p \text{ эксп}}$	V_p
1	1	1	5,0	810	3,42	3,53
2	1	2	4,0	30	1,50	1,68
3	1	3	5,0	217	2,81	2,51
4	2	1	5,0	362	2,50	2,51
5	2	1	5,0	462	2,81	2,70
6	2	2	4,5	199	1,97	2,05
7	2	3	4,0	420	2,25	2,33
8	3	1	4,5	646	2,63	2,69
9	3	2	4,0	780	2,84	2,80
10	3	3	4,0	300	1,97	1,94
11	4	1	4,0	300	1,69	1,65
12	4	1	5,0	512	2,47	2,47
13	4	2	4,5	190	1,72	1,71
14	4	3	4,5	75	1,50	1,55
15	5	1	4,5	270	1,66	1,64
16	5	2	5,0	106	1,50	1,59
17	5	3	5,0	420	2,31	2,26
18	6	1	4,5	300	1,69	1,54
19	6	2	5,0	255	1,66	1,72
20	6	3	4,5	346	1,70	1,75

При полном доверии к мнению эксперта, для определения весовых коэффициентов необходимо минимизировать сумму квадратов отклонений результатов вычислений от значений, выданных экспертом. Коэффициенты a_1, a_2, a_3, a_4 , обеспечивающие этот минимум, определяют искомую модель. Это классическая задача регрессионного анализа. В нашем случае в результате ее решения имеем:

$$a_1 = -0,161; \quad a_2 = 0,0063; \quad a_3 = 0,413; \quad a_4 = 0,0019.$$

Теперь формула (4.2.2) для вычисления V_p принимает вид:

$$V_p^k = -0,161x_1^k + 0,0063x_2^k + 0,413x_3^k + 0,0019x_4^k \tag{3}$$

Для оценки правильности выбора типа функции автор цитируемой методики [1] подставляет в формулу (3) параметры $x_1^k, x_2^k, x_3^k, x_4^k$ из 2–4 столбцов таблицы 1 для определения V_p^k и получает столбец 6 значений V_p .

Далее определяется погрешность вычисления V_p по формуле:

$$\bar{\varepsilon} = \sqrt{\frac{1}{k} \sum_{k=1}^k (V_{p\text{экс}}^k - V_p^k)^2} \tag{4}$$

После подстановки значений $V_{p\text{экс}}^k$ и V_p^k получим $\bar{\omega} = 0,102$, что составляет 5 % от среднего значения $V_{p\text{экс}}^k$.

Проведя сравнительный анализ столбцов 5 и 6, увидим, что при $K_i = 3$ значения $V_{p\text{экс}}^3$ и V_p^3 отличаются более чем на 10 %. Расчёт по формуле дал более низкое значение скорости выхода порожнего отцепа длиной 3 вагона при отличных ходовых параметрах на длину пробега 217 метров, чем эксперт — 2,51 м/с против 2,81 м/с. Принимая во внимание вес тары отцепа из трех порожних вагонов — $20 \cdot 3 = 60$, фиксируем возможную ошибку эксперта в данном конкретном случае. При повторном опросе эксперта вносим исправления в таблицу 1, изменив для K_i $V_{p\text{экс}}^3$ на 2,4 м/с. Проведя повторно вычисления, получим формулу:

$$V_p^k = -0,137x_1^k + 0,04x_2^k + 0,393x_3^k + 0,00202x_4^k \tag{5}$$

Теперь $\bar{\omega} = 0,063$, что составляет 3 % от среднего значения $V_{p\text{экс}}^k$, определенного по таблице 1. Это вполне приемлемо для практического использования.

Таким образом, обеспечена исходная настройка параметров модуля расчёта скоростей выхода отцепов из тормозных позиций. Для осуществления последующей адаптации к меняющимся условиям внешней среды роспуска — погоды, профиль и т. п., необходим механизм оценки результатов накопления вагонов на путях сортировочного парка и мера необходимой степени подстройки математического аппарата для обеспечения соответствия весовых коэффициентов a_1, a_2, a_3, a_4 реальным условиям роспуска.

Функционирование описанного выше советчика опирается на предположение о наличии у оператора устойчивого опыта управления ТП. Изложенная методика этот опыт формализует и уточняет на основе итерационной процедуры работы с оператором. С целью развития методики акцентируем внимание на следующих особенностях процесса управления торможением:

- Скорость выхода отцепа с ТП — управляющее воздействие, а не целевая функция, как это представлено выше. Поэтому логичнее рассматривать V_p как аргумент, а x_4 — расстояние до точки прицеливания принять в качестве функции. Так как цель управления отцепом — достичь заданной точки подгорочного парка. Необходимая скорость выхода из парковой ТП это промежуточный результат.
- Существует некоторая объективная статистическая закономерность связи рассматриваемых переменных, определяемая природой системы (состоянием пути, ТП, параметрами вагонопотока через ТП, уклоном пути и т. д.), а не субъективным мнением о ней человека-оператора. В рассмотренном выше алгоритме идентифицировалась не эта зависимость, а модель, неявно присутствующая в опыте оператора.

Итак, в нашем случае идентифицируется не зависимость (1), зависимость вида:

$$x_4 = b_1 x_1 + b_2 x_2 + b_3 x_3 + b_4 V_p \tag{6}$$

Здесь предполагается: x_4 — расстояние до точки прицеливания — функция, а x_1 — вес отцепа, x_2 — длина отцепа, x_3 — его ходовые свойства, V_p — скорость выхода с ТП — аргументы.

Обучающая последовательность для идентификации неизвестных коэффициентов b_1, b_2, b_3, b_4 формируется следующим образом. Выбираются данные отцепов для которых известны характеристики x_1, x_2, x_3 , реальная скорость выхода с ТП V_p , а также дальность реального пробега отцепа x_4 по путям подгорочного парка (не ограниченная после соударения со стоящим на пути отцепом). Если ставить задачу сцепления движущегося отцепа с уже стоящими на путях, последнюю величину можно несколько завязать.

Обучение советчика осуществляется отдельно по каждому пути сортировочного парка, так они имеют свои индивидуальные характеристики, влияющие на режим скатывания отцепа (кривизна, уклон, отношение к розе ветров и т. д.).

Обучающая выборка параметров должна постоянно пополняться в процессе роспуска составов. При этом длина выборки не меняется, а необходимое число устаревших по времени параметров при пополнении удаляется. Таким образом, обеспечивается постоянная готовность выборки к обучению.

Разработанная методика построения функции (6), как и ранее для (1), также позволяет осуществить обратную связь процесса обучения оператора-эксперта. Действительно, предъявляя оператору данные об отцепе и результаты его скачивания, мы формируем у него опыт работы (пусть и пассивный) с сортировочной системой.

Для реализации управления нужно получить необходимую скорость выхода из ТП по (5), подставив в это соотношение известные x_i — x_j . Рассмотренная выше технология допускает дальнейшие усовершенствования за счёт включения процедур:

1. Отбора информативных признаков.
2. Выбора вида дискриминантных функций (1 и 5).
3. Вида критерия оценки параметров этих моделей и вида критерия оценки эффективности разработанного советчика.

Критерием оценки качества работы автомата-советчика по прогнозу и реализации заданной скорости выхода из парковой ТП является коэффициент заполнения путей сортировочного парка, рассчитанный по результатам роспуска состава.

При входе отцепа в ТП в блок расчета модели поступают данные, характеризующие конкретный (управляемый) отцеп. По этим данным и модели, уже находящейся в блоке расчета моделей, рассчитывается управляющее воздействие, соответствующее реальной ситуации. Затем происходит реализация управляющего воздействия непосредственно на ТП. После выхода отцепа из ТП в блок расчета модели снова поступают обучающие данные, и если реальная скорость выхода не соответствует модельной — модель корректируется. Алгоритм повторяется в процессе роспуска, обучая тем самым машину.

В этом случае советчик теряет функцию обучения эксперта по логике работы [1], так как получает данные не от него, а непосредственно из работающей системы. Но сохраняет эту функцию по варианту, предложенному в данном исследовании.

Наше усовершенствование механизма реализации скорости выхода их ТП состоит в том, что обучающая информация поступает в блок расчета модели не сразу после выхода отцепа из ТП, а после достижения им точки прицеливания. Это позволяет корректировать не модель вида (1), а модель вида (6).

Литература:

1. Сарьян, А. С. Разработка систем функционирования на железнодорожном транспорте: проблемы, пути развития // Сборник трудов конференции «Транспорт — 2009» — Ростов-на-Дону, 2009.

Подход к техническому диагностированию корпусного оборудования из двухслойных сталей

Стародубцев Алексей Егорович, генеральный директор;
Арчаков Сергей Викторович, директор;
Куранов Дмитрий Владимирович, эксперт
ООО «ЦДКНХО» (г. Москва)

В данной статье рассмотрен алгоритм и некоторые технологические варианты сварки двухслойных сталей. Рассмотрены зоны сварного соединения с точки зрения наиболее вероятного образования дефектов и вследствие этого подход к техническому диагностированию оборудования из двухслойных сталей для их допуска к дальнейшей безопасной эксплуатации на производственных объектах химических, нефтехимических и нефтеперерабатывающих производств.

Ключевые слова: экспертиза промышленной безопасности, диагностика, сварное соединение, эксплуатация, нефтехимия, нефтепереработка, разрушение.

This article discusses the algorithm and some technological options bilayer welding steels. Zone of the welded joint are considered from the point of view of the most probable defect formation and thereby approach to technical diagnostics of equipment of double-layer steel for their admission to the continued safe operation of production facilities in chemical, petrochemical and refining industries.

Keywords: industrial safety examination, diagnosis, weld joint, operation, petrochemicals, Refining, destruction.

На нефтеперерабатывающих и нефтехимических предприятиях, работающих с взрывопожароопасными и высокотоксичными продуктами, в эксплуатации находится большое количество сосудов и аппаратов, изготовленных из двухслойных сталей Ст3+08X13, Ст3+08X18Н10Т, Ст3+10X17Н13М2Т, 16ГС+08X13, 16ГС+08X18Н10Т, 16ГС + 10X17Н13М2Т и т.д.

Основной особенностью технологии сварки двухслойных сталей является раздельная сварка каждого слоя строго предназначенными для этого слоя сварочными материалами (электродами при ручной сварке, сочетанием проволоки и флюса при автоматической сварке под флюсом или сочетанием присадочной проволоки и защитного газа — при сварке в среде защитного газа). Причём в первую очередь сварщик сваривает основной слой, а легирующий слой сваривается только после сварки основного слоя. Изменение этой последовательности приводит к образованию трещин.

И это не является единственной причиной образования трещин, т.к. в конечном итоге к трещинам приводят также нарушение режимов сварки основного или легированного слоя шва, а также оплавление легированного слоя двухслойного проката при сварке основного слоя шва. Указанные особенности технологии сварки приводят к снижению эксплуатационной надёжности сварных соединений и к повышению риска при их эксплуатации.

С точки зрения диагностики представляет особый интерес: в каких именно участках сварного соединения двухслойной стали наиболее вероятно повышение твёрдости и где в связи с этим наиболее вероятно появление микротрещин. Из этих данных становится понятно, где на-

значать замер твёрдости и контролировать поверхность сварного соединения капиллярными видами контроля.

Эксперты со знаниями сварочных технологий, применявшихся при изготовлении и монтаже корпусного оборудования, уже на стадии ознакомления с технической документацией и на стадии визуально-измерительного контроля сварного корпусного оборудования, трубопроводов и печных змеевиков могут сориентироваться и уточнить как методы дополнительного контроля основного металла и сварных соединений, так и их объём.

На основе изложенного рассмотрим технологические варианты сварки (см. таблицу 1), применявшиеся на машиностроительных предприятиях при изготовлении корпусного нефтехимического оборудования, и на основе этого определим ожидаемые участки сварных соединений с возможным превышением твёрдости.

В качестве примера рассмотрим причину образования сквозной трещины на корпусе колонны, выполненной из двухслойной стали марки Ст3+08X13.

Замеры твердости основного металла на наружной и внутренней поверхности корпуса (в том числе вблизи трещины), оценка механических характеристик основного металла в зоне трещины при испытаниях специально изготовленных образцов с определением предела прочности, предела текучести, ударной вязкости и угла загиба, а также металлографического исследования показали, что металл обладает нормальным качеством и свойствами. Оценка качества соединения основного и коррозионностойкого слоев биметалла Ст3 + 08X13 и контроль качества биметалла вблизи трещины, выполненные ультразвуковым методом, также показали положительные результаты. При таком качестве и свойствах биметалла ожидать в нем

зарождения трещины и ее развития до сквозного разрушения возможно только при аномально больших перегрузках, которые по свидетельству обслуживающего персонала и эксплуатационной документации не возникали.

В отличие от этого, результаты оценки механических характеристик сварного соединения, пораженного трещиной, показали, что значения твердости легированного слоя шва при замере на поперечных шлифах в 2 раза превышают нормативные значения и достигают 420 НВ, а угол загиба с растяжением легированного шва составляет 15–35° при норме 100°. Так как трансформация структуры легированного шва с уменьшением пластических характеристик в штатных условиях эксплуатации колонны проходить не может, то такая структура могла образоваться только в процессе сварки при изготовлении корпуса колонны. Поэтому представляет интерес анализ возможности и условий получения указанных отклонений при выполнении данного стыкового шва из двухслойной стали.

В отличие от этого, результаты оценки механических характеристик сварного соединения, пораженного трещиной, показали, что значения твердости легированного слоя шва при замере на поперечных шлифах в 2 раза превышают нормативные значения и достигают 420 НВ, а угол загиба с растяжением легированного шва составляет 15–35° при норме 100°. Так как трансформация структуры легированного шва с уменьшением пластических характеристик в штатных условиях эксплуатации колонны проходить не может, то такая структура могла образоваться только в процессе сварки при изготовлении корпуса колонны. Поэтому представляет интерес анализ возможности и условий получения указанных отклонений при выполнении данного стыкового шва из двухслойной стали.

Сварка стыковых швов из двухслойной стали, у которой слои имеют различный химический состав, относится к сварке разнородных сталей, имеющей определенные особенности. Сварные соединения стали 08X13 до сих пор выполняются аустенитно-ферритными электродами типа Э-10X25Н13Г2. Для выполнения указанного условия необходима специальная подготовка кромок стыка, которая в практике изготовления химнефтеаппаратуры с применением штучных электродов имеют варианты, указанные в таблице 1.

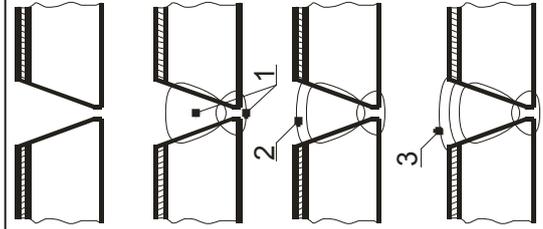
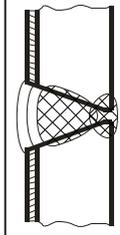
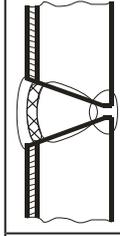
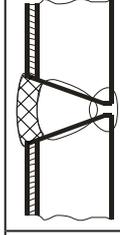
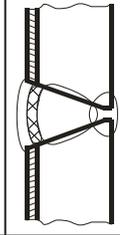
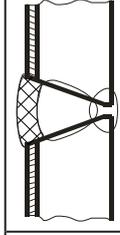
Основным обстоятельством, которое может привести к образованию малопластичной структуры легированного слоя шва, при изготовлении и ремонте химнефтеаппаратуры, является применение электродов Э-07X20Н9 вместо электродов Э-10X25Н13Г2. Такая замена электродов имела место достаточно часто в первые десятилетия изготовления корпусов аппаратов из двухслойных сталей. Для выяснения этого обстоятельства можно рассмотреть варианты использования указанных электродов путем построения структурных областей на структурной диаграмме Шеффлера (рисунок 1), которой принято пользоваться для этих целей [1]. Как отмечено выше, легированный слой шва наплавляется после сварки несущего слоя из стали Ст3. Таким образом, состав легированного

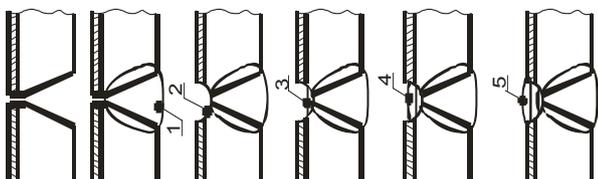
слоя шва включает в себя практически полностью перемешанные в жидкой сварочной ванне до равномерного состава части расплавленного электрода, оплавленного основного слоя шва (электроды Э-42А) и оплавленного легированного слоя двухслойной стали 08X13 (таблица 1). Для режимов ручной дуговой сварки доля участия основного металла в образовании шва обычно составляет 15–20% (5% 08X13 + (10–15)% Ст3). Остальные 80–85% приходятся на электрод. Указанные соотношения могут быть приняты в качестве исходных данных при построении структурных областей металла легированного шва на диаграмме Шеффлера. Выполненное построение свидетельствует, что применение электродов Э-07X20Н9 вместо Э-10X25Н13Г2 при сварке легированного слоя приводит к образованию малопластичной мартенситной структуры с высокой твердостью на большинстве рекомендованных режимов, а уже незначительное превышение режима полностью смещает зону возможных структур в аустенитно-мартенситную и даже мартенситную область. В отличие от этого применение электродов Э-10X25Н13Г2 на паспортных режимах гарантирует получение пластичных структур без мартенситной составляющей и требуется большое превышение рекомендуемых значений сварочного тока для смещения состава шва в область аустенитно-мартенситных структур. Такое превышение маловероятно, т.к. приводит к растрескиванию покрытия электрода.

Следует отметить естественное стремление сварщика придать товарный вид легированному слою шва, т.к. он является последним. Поэтому на поверхности основных валиков шва сварщик наплавляет так называемый облицовочный валик. Особенно этот валик стремятся выполнить в тех случаях, когда предыдущий валик (или слой шва) выполнен небрежно и даже с нарушением режима. В этом случае последний облицовочный слой аустенитно-ферритного шва прикрывает предпоследний слой, имеющий отклонения не только по внешнему виду, но также по составу и свойствам, что особенно важно, так как при этом облицовочный валик будет иметь состав и структуру с нормальной твердостью. К этому выводу приходят также при анализе возможных структур металла шва путем построения соответствующих областей на диаграмме Шеффлера. На рисунке 1 представлено такое построение для случая применения электродов Э-07X20Н9. Таким образом, полученный нормальный уровень твердости на поверхности облицовочного валика не гарантирует такие же твердость и пластические характеристики по всей толщине легированного шва двухслойной стали. В этом случае замер твердости поверхности может показать различные результаты: повышенные значения твердости в участках без облицовочного валика и нормальные значения твердости на поверхности облицовочных валиков.

Это обстоятельство предопределило необходимость выполнения послойного замера твердости легированного шва после снятия легированного шва на соответствующую глубину со спектральным анализом состава на каждой площадке с замеряемой твердостью (см. таблицу 2).

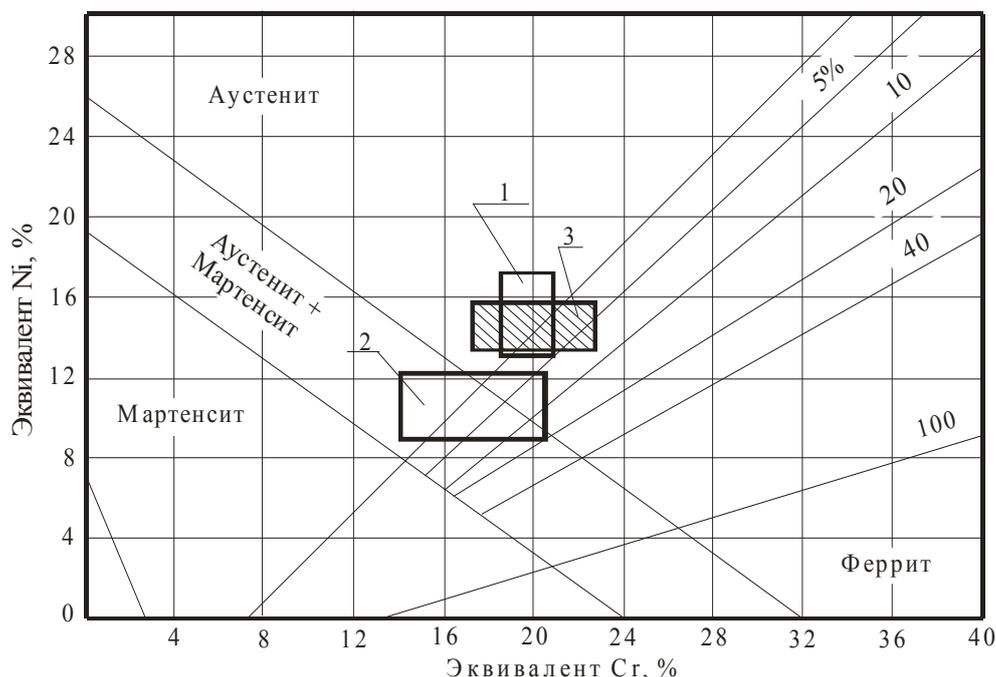
Таблица 1. Некоторые технологические варианты сварки двухслойной стали

<p>Геометрия подготовки кромок и последовательность сварки стыка</p>  <p>1 — сварка основного слоя; 2 — сварка разделительного слоя; 3 — сварка коррозионностойкого слоя</p>	<p>Варианты швов с возможным превышением твёрдости при автоматической сварке под флюсом</p>  <p><u>Причины повышенной твёрдости:</u> 1. Оплавление плакирующего слоя двухслойной стали при сварке основного слоя с внутренней стороны под флюсом углеродистой присадочной проволокой. 2. Смещение присадочной проволоки от центра шва.</p>	<p>Варианты швов с возможным превышением твёрдости при автоматической сварке под флюсом</p>  <p><u>Причины повышенной твёрдости:</u> 1. Применение легирующей присадочной проволоки с малым запасом аустенитности для сварки разделительного и легирующего швов. 2. Превышение скорости подачи проволоки выше рекомендуемой.</p>	<p>Варианты швов с возможным превышением твёрдости при автоматической сварке под флюсом</p>  <p><u>Причины повышенной твёрдости:</u> 1. Сварка без разделительного слоя.</p>	<p>Варианты швов с возможным превышением твёрдости при ручной сварке покрытыми электродами</p>  <p><u>Причины повышенной твёрдости:</u> 1. Применение для сварки разделительного шва электрода с малым запасом аустенитности.</p>	<p>Варианты швов с возможным превышением твёрдости при ручной сварке покрытыми электродами</p>  <p><u>Причины повышенной твёрдости:</u> 1. Отсутствие разделительного слоя и применение электрода с малым запасом аустенитности для сварки коррозионностойкого слоя.</p>	<p>Варианты швов с возможным превышением твёрдости при ручной сварке покрытыми электродами</p>  <p><u>Причины повышенной твёрдости:</u> 1. Оплавление плакирующего слоя двухслойной стали при сварке основного слоя углеродистыми электродами со стороны разделки кромок.</p>
--	---	---	---	---	---	--

 <p>1 — сварка основного слоя с наружной стороны; 2 — выборка корня шва; 3 — подварка основного слоя с внутренней стороны; 4 — сварка разделительного слоя; 5 — сварка коррозионностойкого слоя</p>	<p>Причины повышенной твёрдости:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Отсутствие выборки корня шва и разделительного слоя. 2. Отсутствие разделительного слоя. 3. Превышение режима сварки (скорости подачи присадочной проволоки) при сварке коррозионностойкого слоя. 	<p>Причины повышенной твёрдости:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Оплавление коррозионностойкого слоя биметалла при подварке основного слоя с внутренней стороны. 	<p>Причины повышенной твёрдости:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Превышение нормативной скорости подачи присадочной проволоки при сварке разделительного шва. 2. Применение присадочной проволоки с малым запасом аустенитности для разделительного шва. 	<p>Причины повышенной твёрдости:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Отсутствие выборки корня шва и разделительного слоя. 2. Отсутствие разделительного слоя при использовании для коррозионностойкого слоя электродов с малым запасом аустенитности, а также на повышенном режиме. 	<p>Причины повышенной твёрдости:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Оплавление легированного слоя шва при подварке основного слоя со стороны коррозионностойкого слоя углеродистыми электродами. 	<p>Причины повышенной твёрдости:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Повышенное значение тока при сварке разделительного шва. 2. Применение электрода с малым запасом аустенитности при сварке разделительного слоя.
--	--	--	---	--	---	---

<p>1 — сварка основного слоя; 2 — сварка разделительного слоя; 3 — сварка коррозионностойкого слоя</p>	<p>Причины повышенной твёрдости:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. применение для сварки разделительного слоя присадочной проволоки с недостаточным запасом аустенитности. 2. Превышение оптимального сварочного тока (скорости подачи присадочной проволоки) при сварке разделительного слоя. 	<p>Причины повышенной твёрдости:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Отсутствие разделительного слоя. 		<p>Причины повышенной твёрдости:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Применение для сварки разделительного шва электрода с малым запасом аустенитности. 2. Превышение сварочного тока при сварке разделительного слоя. 	<p>Причины повышенной твёрдости:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Отсутствие разделительного слоя при малом запасе аустенитности используемых электродов. 	
--	---	---	--	---	--	--

Построение структурных областей, получаемых при ручной дуговой сварке легированного слоя шва двухслойной стали Ст3+08Х13



- 1 - Область возможных структур металла легированного шва при сварке на рекомендуемом режиме электродами Э-10Х25Н13Г2;
- 2 - Область возможных структур металла легированного шва при сварке на рекомендуемом режиме электродами Э-07Х20Н9;
- 3 - Область возможных структур металла облицовочного валика, выполненного электродами Э-07Х20Н9 по легированному или разделительному слою шва, выполненного этими же электродами.

Рис. 1.

Таблица 2. Обследованные слои на разной глубине корпуса колонны от вершины наплавки

Место замера	Глубина, мм	Содержание основных легирующих элементов, %		Твердость по Бринеллю, НВ	Особенности строения сварного соединения, выявленные при металлографическом исследовании
		Cr	Ni		
	+2,7	15,61	6,92	179–203	Облицовочный слой электродами Э-07Х20Н9.
	+1,7	14,89	6,33	218–300	Разделительный шов электродами Э-07Х20Н9 на повышенных режимах.
	0,0	15,52	6,13	276–300	
	-1,5	10,82	4,14	344–420	
	-3,0	1,45	—	227–267	Оплавление плакирующего слоя 08Х13 при сварке основного слоя Ст3 электродами Э-42А.
	-4,5	0,51	—	205–257	
	-6,0	0,35	—	200–203	
-9,0	—	—	142–161	Сварка Ст3 электродами Э-42А.	

Полученные результаты подтверждают результаты анализа с использованием диаграммы Шеффлера.

Полученные данные позволили определить вероятную причину образования сквозной трещины на корпусе колонны. Зарождение трещины наиболее вероятно имело место в малопластичном участке легированного слоя шва.

Выводы и рекомендации:

1. Сварное корпусное оборудование опасных производственных объектов из двухслойных сталей имеет специфические особенности, которые необходимо учитывать

в процессе проведения работ по экспертизе промышленной безопасности.

2. Для повышения эффективности экспертных работ и снижения степени риска при дальнейшей эксплуатации этого оборудования необходимо до начала работ по техническому диагностированию, специалистам экспертных организаций подробно рассмотреть особенности диагностирования сварных соединений из двухслойных сталей и наметить конкретную программу их обследования с учетом особенности конструкции и конкретных условий эксплуатации.

Литература:

1. Земзин, В. Н. Сварные соединения разнородных сталей. М.: Машиностроение, 1966. 290 с.
2. Готальский, Ю. Н., Снисарь В. В. О содержании никеля в металле шва сварных соединений аустенитных сталей с неаустенитными. — «Автоматическая сварка», 1968, 12.
3. Справочник по сварке. Под ред. А. И. Акулова. «Машиностроение», 1971.
4. Справочник. Электродуговая сварка сталей. Н. И. Каховский, В. Г. Фартушный, К. А. Ющенко. «Наукова думка», 1975.

О перспективах развития эргономического обеспечения горных машин

Титанов Артем Владимирович, студент;

Сафин Георгий Григорьевич, студент;

Абдрахманов Азат Ахтямович, студент

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

Несмотря на стремительное развитие и внедрение средств механизации и автоматизации процессов в горнодобывающей отрасли, человеческий фактор остается основополагающим при эксплуатации техники, так как именно человек несет ответственность за эксплуатацию и поддержание технического состояния горно-шахтного оборудования любой степени сложности и автономности.

Эргономика — это наука, изучающая такие аспекты, как: приспособление должностных обязанностей и рабочих мест, предметов и объектов труда, а также компьютерных программ для наиболее безопасного и эффективного труда работника. Так же эргономика изучает реакцию человека на совершаемые процессы работы, скорость обучаемости, затраты энергии, производительность и интенсивность при конкретных видах деятельности. Предметом изучения в данной науке является взаимодействия человека с техническими средствами и их закономерности [1, 2].

Первым начал развивать эргономику, как науку о труде, В. Ястшембовский. В последующем, данное направление было взято за основу научных трудов, такими учеными как: В. М. Бехтерев, В. Н. Мясищев и др. Изучением трудовой деятельности человека занимались многие видные ученые — А. К. Гастев, П. М. Керженцев и другие. Изучению основ технической эстетики и эргономики посвящены работы таких учёных, как В. М. Геслер, М. П. Зеленин, А. П. Широков. Биомеханическими на-

правлениями работы человека посвящены работы таких учёных как А. Н. Першин, А. С. Ауриин, В. Н. Селуяинов, Д. Д. Донской. Дальнейшим объединением двух направлений эргономики и биомеханики в эргономическую биомеханику на основе антропометрических признаков занимались учёные А. С. Ауриин и В. М. Зацюрский [1].

Активные работы в области эргономического обеспечения системы «человек — горная машина — среда», велись вначале 90-х годов XX века. Эргономическими исследованиями механизированных крепей занимались В. И. Даниляк, В. М. Рачек, Н. И. Меняйло, В. Е. Грищенко, Л. И. Хабазня, А. Е. Кривенко и другие ученые [2].

Решение проблем в области эргономического обеспечения карьерной техники нашло отражение в работах В. С. Головина [3], В. Г. Хусаинова, В. С. Великанова [5–9]. Необходимость в развитии дальнейших исследований в данной области диктуется и тем обстоятельством, что мировая горная промышленность в перспективе ориентируется на открытый способ разработки, а однокровные электромеханические и гидравлические экскаваторы выполняют основной (порядка 80 %) объём экскаваторных работ при открытой разработке месторождений.

Эргономическое обеспечение проектных работ заключается в установлении и реализации эргономических требований и формировании эргономических свойств системы «человек — горная машина — среда» на стадиях

ее разработки и эксплуатации. Оно реализуется в виде совокупности взаимосвязанных организационных мероприятий, научно-исследовательских и проектных работ.

Эффективным средством эргономического проектирования являются автоматизированные системы проектирования (САПР), состоящие из ЭВМ, графических устройств ввода — вывода и разнообразных пакетов программного обеспечения. Автоматизированные системы эргономического проектирования развиваются под воздействием и в русле общего процесса автоматизации проектирования. Различают следующие традиционные системы в автоматизированном проектировании рабочих мест: статические системы, кинематические системы, динамические системы.

В работе [10] рассматривается теоретический и практический опыт проектирования рабочих мест — типа

«капсула» (минимального пространства) с учетом требований эргономики. Установлено, что при проектировании объектов «капсульной» системы, необходимо, чтобы они отвечали не только всем заданным параметрам, но и были оптимальными по пространственным характеристикам и максимально комфортными, удобными и безопасными по эксплуатационным качествам. Такой путь должен стать основополагающим при проектировании объектов с минимальными габаритами. В статье [11] проанализированы существующие примеры использования «капсульной» системы, установлено, что данный подход приемлем и в проектировании рабочего места машиниста экскаватора в силу габаритных размеров кабины и специфики компоновки самого экскаватора (рис. 1, 2).

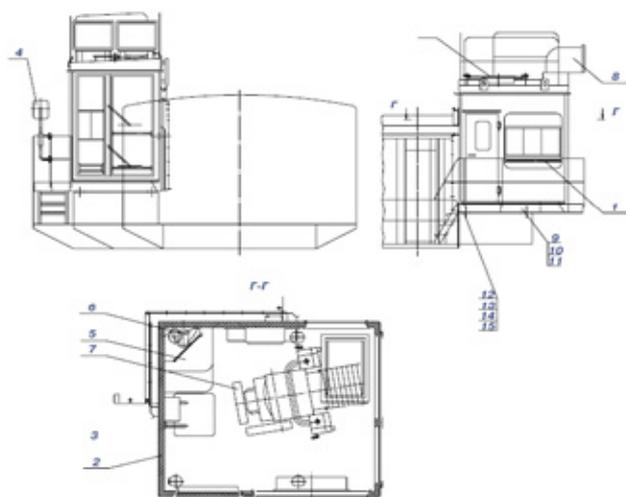


Рис. 1. Кабина машиниста экскаватора ЭКГ-5А [12]



Рис. 2. Кабины машинистов экскаваторов

Конструкции экскаваторов находятся в постоянном развитии и совершенствовании, что влечет за собой оптимизацию рабочих мест за счёт пространственной организации — рабочей позы машиниста, характеристики сиденья, расположение основных органов управления и панели приборов и др., и условий адаптации человека,

как к внутренним, так и внешним факторам среды.

Таким образом, дальнейшее развитие эргономического проектирования горных машин, это создание адаптированных средств труда к человеческим возможностям с целью повышения эффективности деятельности операторов, сохранения качества работы и здоровья.

Литература:

1. Шумилин, В. К. и др. Эргономические основы проектирования техники. Учебное пособие. — М.: ВЗМИ, 1998.
2. Шабанов, А. А., Великанов В. С. Обзор исследований и перспективные направления в эргономическом обеспечении проектирования горных машин и комплексов // Вестник КузГТУ. — 2013. — № 6. с. 46–50.
3. Головин, В. С. Эргономика горнорудного оборудования. — М.: Недра, 1990. — 183 с.
4. Сафин, Г. Г., Абдрахманов А. А., Великанов В. С. Определение показателей надежности системы «оператор-горная машина-среда» методом функциональных сетей // Инженерный вестник Дона, 2014, № 4 [Электронный ресурс]. URL: ivdon.ru/gu/magazine/archive/84N4y14
5. Гуров, М. Ю., Великанов В. С. Моделирование рабочего места оператора горной машины на основе антропометрических параметров // Горный информационно-аналитический бюллетень. — М.: изд-во «Горная книга», 2008. — № 2. — с. 72–77.
6. Сафин, Г. Г., Абдрахманов А. А., Великанов В. С., Усов И. Г., Савельев В. И., Мацко Е. Ю. Групповая экспертная оценка деятельности операторов одним из методов теории принятия решений // Современные проблемы науки и образования, 2015, № 1 [Электронный ресурс]. URL: science-education.ru/121-18867
7. Великанов, В. С. Методика оценки показателей экономического эффекта от реализации мероприятий по повышению уровня эргономического обеспечения горных машин (на примере карьерных экскаваторов) // Маркшейдерия и недропользование. — 2014. — № 3. — с. 18–21.
8. Шабанов, А. А., Великанов В. С. Обзор исследований и перспективные направления в эргономическом обеспечении проектирования горных машин и комплексов // Вестник КузГТУ. — 2013. — № 6. с. 46–50.
9. Олизаренко, В. В., Исмагилов К. В., Великанов В. С. Анализ современного состояния проектирования карьерных машин с применением эргономических методов // Добыча, обработка и применение природного камня: Сб. науч. тр. — Магнитогорск: изд-во Магнитогорск. гос. техн. ун-та им. Г. И. Носова, 2008. — с. 155–159.
10. Колосова, И. И., Шкиро Е. А. Эргономика минимальных пространств // Вестник ТГАСУ, 2011. — № 4. — с. 62–77.

«Бегающая строка» на микроконтроллере `pic` с помощью `flowcode`

Тлеубергенов Алданышбай, кандидат технических наук, старший преподаватель;

Казагачев Виктор Николаевич, старший преподаватель;

Тлеуова Улболсун Сундетбаевна, студент

Актюбинский региональный государственный университет имени К. Жубанова (Казахстан)

В статье рассматривается взаимодействие светодиодов с микроконтроллером `pic` и программирование «бегающей строки» с помощью `Flowcode`.

Ключевые слова: микроконтроллер, программирование, `flowcode`.

Практически любое инженерное устройство имеет целью своего функционирования то или иное преобразование энергии или преобразование информации. Задачей любой системы управления в самом общем смысле является обработка информации о текущем режиме работы управляемого объекта и выработка на основе этого управляющих сигналов с целью приближения текущего режима работы объекта к заданному.

Под обработкой информации в данном случае подразумевается решение тем или иным способом уравнений состояния системы. Многие современные электромеханические и электронные устройства, начиная от автомобиля и космическими кораблями, начинены программируемыми блоками на базе микроконтроллеров, а также МК применяются в агропромышленном и горнодобывающем комплексе, ряд отраслей промышленности (особенно ме-

таллургия), строительстве, и, как это ни парадоксально, в научно-производственном комплексе.

Микроконтроллер — это специализированный микрокомпьютер, выполненный в виде одной микросхемы, используемый в сотни раз чаще обычных компьютеров. Как следствие — наступил момент, когда изучением микроконтроллеров и основ их программирования должны заняться обычные инженеры.

Уровень распространенности, доступности по цене и методической поддержки современных микропроцессорных компонентов, позволяет широко и эффективно использовать их в составе различных робототехнических устройств, в том числе любительских. Учитывая повышающийся интерес к МК не только со стороны электронщиков и системных программистов, но и людей прикладных инженерных профессий, разработчики продумали возможность программирования МК с помощью языков высокого уровня.

Повышенный интерес к программированию МК привело к необходимости разработки соответствующих методов и средств обучения. Естественно, обучение программированию МК, кроме персонального компьютера, потребует наличия аппаратно-программного и методического обеспечения. Поэтому, мы поставили задачу: разработка и сборка лабораторного стенда по программированию МК производства Microchip или AVR, также включающего в себя 8–10 практикумов, с решенными примерами и упражнениями. [1,2]

Программирование МК (рис. 1) состоит из этапов:

создание программного кода на компьютере — с помощью редактора и компилятора, (например, PicBasic — язык высокого уровня для программирования МК PIC, среда разработки MicroCode Studio и др.) создается программа в двоичных кодах, которая сохраняется на компьютере в формате .hex;

запись программы в МК — производится с помощью специального устройства программатора и прилагаемого

к нему программного обеспечения. Программатор для начального этапа изучения МК лучше купить отдельно, для своего типа МК. Схема программатора, например для СОМ-порта, достаточно проста и поэтому многие радиолюбители собирают его сами;

В данной статье мы перейдем непосредственно к разработке программы «Бегущая строка на микроконтроллере», с использованием микроконтроллера PIC16F877A. В этом микроконтроллере имеется все необходимое для решения наших задач. Хотя Вы можете взять и другие микроконтроллеры, имеющие в своем составе необходимые аппаратные средства.

Наша программа «бегущий огонь» поочередно зажигает восемь светодиодов, имитируя бегущий огонь. Для управления этими восемью светодиодами используются все выходы порта PORTB. Эта программа может служить хорошим примером того, как можно управлять всеми восемью светодиодами, организовав только один бесконечный цикл. На рис. 2 приведена схема этого устройства.

Возможно создание программы самостоятельно, но обратимся на сайт [4], где имеются готовые примеры и воспользуемся им, слегка модифицируя программу.

1. Построение алгоритма.

— Очистка порта. Это означает, что на всех выводах PORTB в начале работы программы будет логический 0. Отправляем 0 в порт В

— Присвоение переменной *k* значения 1. В самом начале основной программы мы увеличиваем значение переменной *k* на единицу. Это значит, что на выводе 0 PORTB появится логическая единица и первый светодиод зажжется.

— Начало бесконечного цикла

— Проверка равна ли переменная *k* нулю, если да, присваиваем переменной единицу.

— Если нет, отправляем переменную в порт В



Рис. 1. Программирование микроконтроллера

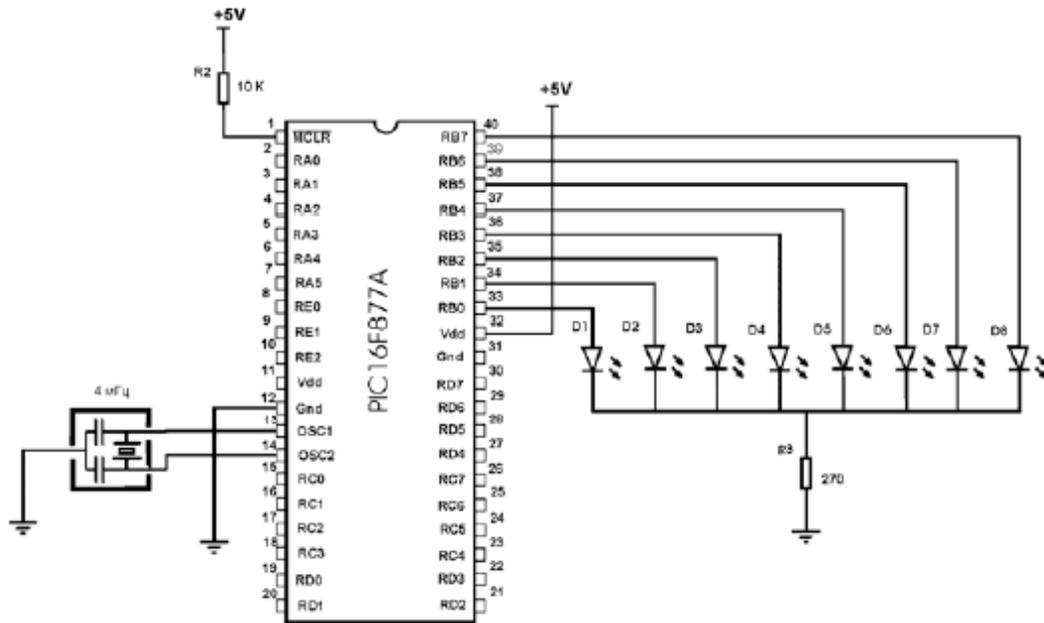
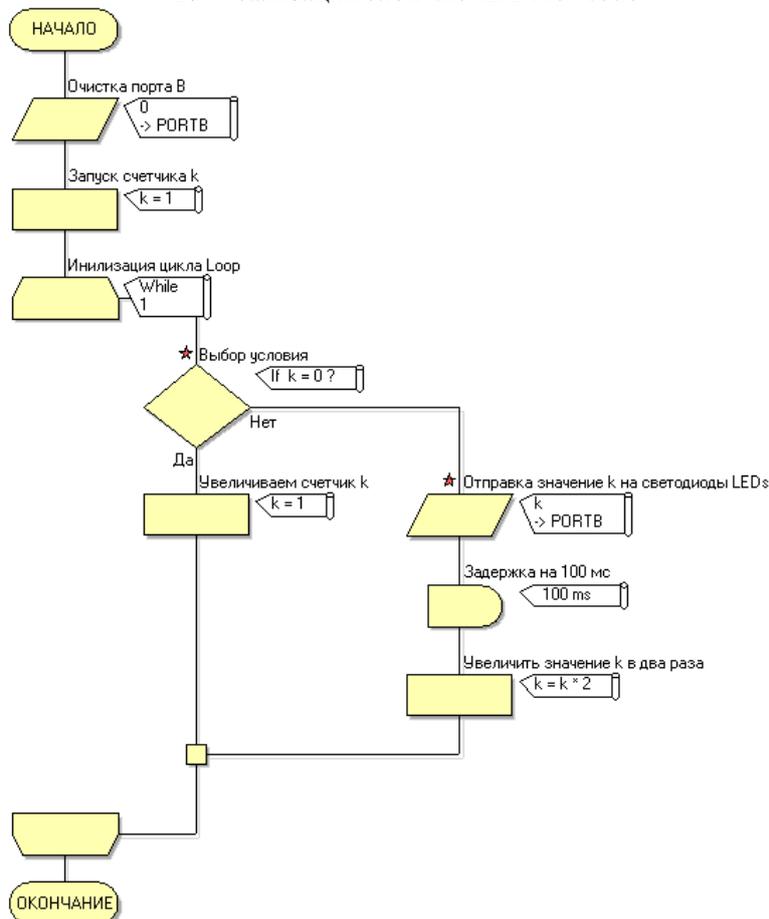


Рис. 2. Принципиальная схема «Бегущий огонь» с микроконтроллером PIC16F877A и диодами

- Задержка. Для того чтобы заметить это, следующим стоит оператор паузы, который позволит программе остановиться на время 100 мс.
- Умножаем переменную на 2 ($k = k * 2$)

— Возврат к началу цикла. Вернувшись в начало, программа снова увеличивает значение переменной k и тогда загорается второй светодиод, а первый гаснет. Таким образом, программа, работая в цикле, постоянно увеличивает значение указанной переменной.

2. Реализация блок-схемы в Flowcode



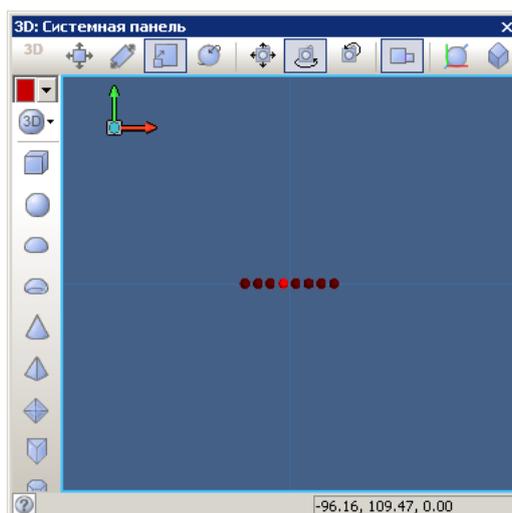


Рис. 3. Блок-схема Flowcode с микроконтроллером PIC16F877A и диодами

Программа Flowcode позволяет перевести «блок-схему» на языке C и ASM. Полученный в результате компиляции файл с расширением *.hex, можно записать с помощью программатора в микроконтроллер.

Изменяя константу команды Задержка, можно подстраивать временные интервалы и заставлять «бегущий

огонь» бегать быстрее или медленнее.

Мы видим, что создание программы для микроконтроллера на Flowcode, для новичков, намного проще, чем на ассемблере или C. Достаточно знать базовые алгоритмические конструкции.

Литература:

1. Абдулгалимов, Г.Л. Лабораторный стенд для программирования микроконтроллеров. // Техника и технология. 2013. № 5–6 (59). с. 26–28
2. Абдулгалимов, Г.Л., Казагачев В.Н., Гибадулин Р.Я. Программно и аппаратно-методическое обеспечение учебного процесса как средство оценки компетентностной модели специалиста. Материалы V-й Международной научно-практической конференции «Технологии построения систем образования с заданными свойствами». МГТУ им. М.А. Шолохова. Москва, 2014. с. 38–41.
3. Хилинский, В.Н. Учимся программировать микроконтроллеры PIC на PicBasic Pro. 2007 г, — 186 с.
4. Flowcode.info.

Разработка интенсивной технологии комплексной переработки винограда

Трифонова Дарья Андреевна, студент
Ставропольский государственный аграрный университет

В последние десятилетия ученые смогли выявить факторы и механизмы множества губительных процессов, происходящих в человеческом организме. Причина различных заболеваний — повреждение клеток свободными радикалами. Как выяснилось, значительно замедлить разрушающее действие атома кислорода свободных радикалов могут антиоксиданты, содержащиеся в различных продуктах питания естественного происхождения [1, 2, 3, 4].

После переработки винограда на вино остаются выжимки, которые долгое время считались отходами. Однако они являются отличным источником антиоксидантов. В качестве объекта исследования использовались вы-

жимки из винограда сорта «Левокумский». Выход выжимок из исследуемого сорта винограда составляет 27,4%. Выжимки состоят из 25% семян, 50% ягодной кожуры и 25% стеблей кисти (гребней).

Проведенный исследования химического состава ягодной кожуры винограда сорта «Левокумский» свидетельствовали, что кожица является богатым источником белка (12,7), жира (9,0) и флавоноидов (5,2% на сухой остаток). Активная кислотность (рН) виноградных выжимок составила 3,7–3,9 [5, 6, 20].

С помощью приложений компьютерной химии, основанной на применении компьютерных методов и дис-

раметры позволяют извлечь 74,1% сахаров, 80,0% липидов и 3,3% минеральных веществ от общего количества в исходном сырье. Титруемые кислоты в пищевой добавке не обнаружены, очевидно это обусловлено использованием экстрагента с щелочным значением активной кислотности (рН 7,0). Увеличение содержания флавоноидов (5,3% на сухой остаток) обусловлено снижением доли белка, липидов, сахаров и титруемых кислот в высушенной пищевой добавке [14, 15].

Антиоксидантная активность определялась путем изучения скорости окисления липидов по изменению перекисного числа, характеризующего накопление первичных продуктов распада липидов. Показатель количества продуктов окисления обратно пропорционален показателю активности антиоксиданта. В качестве модельной липидной системы использовалось масло сли-

вочное (несоленное с массовой долей жира 72,5%). Результаты опытного образца с антиоксидантной добавкой имели более низкое значение перекисного числа, чем контрольного (0,033 против 0,055 ммоль активного кислорода/кг).

Для определения возможности использования антиоксидантной добавкой в технологии мясопродуктов проведены исследования ее функционально-технологических свойств [16, 17, 18].

Данные результатов исследований свидетельствуют о том, что пищевая добавка имеет довольно высокие значения водопоглощающей (147%), жиропоглощающей (7,2 г жира/г пищевой добавки), водоудерживающей (13,8 г воды/г пищевой добавки) способностей и набухаемости (182%), что позволяет рекомендовать ее использование в технологии мясопродуктов.

Литература:

1. Омаров, Р.С. Перспективы использования цитрата натрия в деликатесных мясных продуктах/Р.С. Омаров, С.Н. Шлыков, О.В. Сычева // Пищевая промышленность. 2011. № 12. с. 56–57.
2. Омаров, Р.С. Технологические решения для производства ветчинных реструктурированных продуктов/Р.С. Омаров, С.Н. Шлыков, О.В. Сычева // Мясная индустрия. 2013. № 2. с. 66–68.
3. Молочников, В.В. Использование фитопрепаратов в рецептурных композициях мясных продуктов/В.В. Молочников, И.А. Трубина, В.В. Садовой, С.Н. Шлыков // Пищевая промышленность. 2008. № 6. с. 64.
4. Омаров, Р.С. Использование концентрата Лакт-ОН в производстве деликатесных мясных продуктов/Р.С. Омаров, С.Н. Шлыков, И.А. Трубина, А.Б. Кравец, А.Д. Лодыгин // Вестник Российской академии сельскохозяйственных наук. 2011. № 5. с. 78–79.
5. Sadovoi, V.V. Antioxidant food supplement fortified with flavonoids/V.V. Sadovoi, S.N. Shlykov, R.S. Omarov, T.V. Shchedrina // Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences. 2014. Т. 5. № 5. с. 1530–1537.
6. Садовой, В.В. Антиоксидантная пищевая добавка из ягодной кожуры красного винограда/В.В. Садовой, Т.В. Щедрина, С.Н. Шлыков, И.А. Трубина, М.А. Селимов // Пищевая промышленность. 2013. № 12. с. 68–70.
7. Храмцов, А.Г. Возможности использования лактозы и лактулозы в рецептурных композициях мясопродуктов/А.Г. Храмцов, В.В. Садовой, О.Ю. Шматько, С.Н. Шлыков, С.А. Левченко // Вестник Российской академии сельскохозяйственных наук. 2008. № 4. с. 87–88.
8. Храмцов, А.Г. Разработка технологии получения препаратов пищевых волокон для профилактического питания/А.Г. Храмцов, Ю.А. Анисимова, В.В. Садовой, С.Н. Шлыков, О.Ю. Шматько // Вестник Российской академии сельскохозяйственных наук. 2009. № 2. с. 91–92.
9. Шлыков, С.Н. Исследование влияния ультразвукового акустического поля на эмульгированные фаршевые системы и качественные показатели готового продукта/С.Н. Шлыков, Р.С. Омаров, Т.В. Вобликова // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. 2013. № 93. с. 708–722.
10. Trukhachev, V.I. Development of technology for food for people with hypersthenic body type/V.I. Trukhachev, V.V. Sadovoy, S.N. Shlykov, R.S. Omarov // Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences. 2015. Т. 6. № 2. с. 1347–1352.
11. Вобликова, Т.В. Изучение влияния термической бактериальной санации козьего молока на его технологические и микробиологические показатели в процессе хранения/Т.В. Вобликова, Н.Н. Рылкина, Д.Ю. Буеракова, С.Н. Шлыков // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. 2012. № 83. с. 425–435.
12. Шлыков, С.Н. Разработка технологий рациональных эмульгированных мясопродуктов с использованием молочных белково-углеводных препаратов и ультразвукового акустического поля/Шлыков С.Н. // автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук/Северо-Кавказский государственный технический университет. Ставрополь, 2007.
13. Омаров, Р.С. Использование молочных белков в производстве деликатесных мясопродуктов/Р.С. Омаров, С.Н. Шлыков, О.В. Сычева, В.В. Садовой // Fleischwirtschaft. 2011. № 1. с. 55–57.

14. Омаров, Р.С. Белковые структурообразователи для ветчинных мясных продуктов/Р.С. Омаров, О.В. Сычева, С.Н. Шлыков, В.В. Михайленко // *Fleischwirtschaft*. 2014. № 1. с. 49–52.
15. Шматько, О.Ю. Биологически активные добавки и анализ возможности их использования в рецептурных композициях функциональных мясопродуктов/О.Ю. Шматько, С.Н. Шлыков, В.В. Садовой // В сборнике: Актуальные вопросы зоотехнической науки и практики как основа улучшения продуктивных качеств и здоровья сельскохозяйственных животных V Международная научно-практическая конференция. 2007. с. 243–248.
16. Шлыков, С.Н. Разработка технологий рациональных эмульгированных мясопродуктов с использованием молочных белково-углеводных препаратов и ультразвукового акустического поля/Шлыков С.Н. // диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук/Ставрополь, 2007.
17. Gabrielyan, S. Z., I. N. Vorotnikov, M. A. Mastepanenko, R. S. Omarov, and S. N. Shlykov 2015. Formation of the Physico-Chemical Parameters of Meat Products in the Processing Of Ultrasonic Acoustic Field. *Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences*. [http://www.rjpbcs.com/pdf/2015_6\(3\)/\[184\].pdf](http://www.rjpbcs.com/pdf/2015_6(3)/[184].pdf)
18. Омаров, Р.С. Белки животного происхождения в производстве мясных продуктов/Р.С. Омаров, О.В. Сычева, С.Н. Шлыков // *Мясные технологии*. 2011. № 3. С.
19. Омаров, Р.С. Разработка специализированного мясного продукта для адаптации организма к повышенным физическим нагрузкам/Р.С. Омаров // *Наука и современность: сборник статей Международной научно-практической конференции (04 апреля 2015 г, г. Уфа) в 2 ч. Ч. 2.* — Уфа: Аэтерна, 2015. — с. 134–137.
20. Омаров, Р.С. Значение белкового питания в рационе спортсменов/Р.С. Омаров // *Наука и современность: сборник статей Международной научно-практической конференции (04 апреля 2015 г, г. Уфа) в 2 ч. Ч. 2.* — Уфа: Аэтерна, 2015. — с. 137–140.

Влияние реологических свойств грунтов на уровень вибрации, распространяемой в грунте

Юлдашев Шарафитдин Сайфитдинович, доктор технических наук, профессор;
Карабаева Мунира Усмановна, старший научный сотрудник — исследователь
Наманганский инженерно-педагогический институт (Узбекистан)

Распространение вибрации в грунтах от источника, расположенного на поверхности грунта зависит от физико-механических характеристик и параметров вязкости грунтов. Многие исследования показали, что на поверхности грунта уровень вибрации существенно зависит от грунтовых условий: у прочных грунтов уровень вибрации поверхности грунта будет больше, чем у слабых [1,2].

В процессе исследования мы изучали поведения трёх видов грунтов, примере решения задачи о распространения колебаний в грунтах, возникающих при движении железнодорожных поездов [4]. Приводим физико-механические свойства рассмотренных грунтов:

Постоянные для лёссовых грунтов

$$E = 2.2 \cdot 10^8 \text{ Па} \quad \rho = 1,79 \cdot 10^3 \text{ н} \cdot \text{с}^2 / \text{м}^4 \quad \nu = 0,3$$

$$A = 6,74 \cdot 10^{-2} \quad \beta = 2,43 \cdot 10^{-3} \quad \alpha = 0,25$$

для гравийно-песчаника

$$E = 2.85 \cdot 10^8 \text{ Па} \quad \rho = 1,87 \cdot 10^3 \text{ н} \cdot \text{с}^2 / \text{м}^4 \quad \nu = 0,35$$

$$A = 13.73 \cdot 10^{-2} \quad \beta = 1,3 \cdot 10^{-6} \quad \alpha = 0,2$$

для суглинка

$$E = 4.21 \cdot 10^8 \text{ Па} \quad \rho = 1,8 \cdot 10^3 \text{ н} \cdot \text{с}^2 / \text{м}^4 \quad \nu = 0,27$$

$$A = 3.33 \cdot 10^{-2} \quad \beta = 3.6 \cdot 10^{-4} \quad \alpha = 0,25$$

На рисунках 1 и 2 показаны изменения амплитуд колебания поверхности грунта для различных видов грунтов при различных частотах кинематических сил.

Анализ изменения огибающих амплитуд колебания точек поверхности грунта показывает, что при частоте нагрузки $f = 10$ Гц и расстоянии до 10 метров от оси железнодорожного полотна в лёссовидном грунте по сравнению с суглинком амплитуда вибрационных волн затухает в 1,013 раза быстрее. В сравнении с гравийно-песчаником разница незначительна.

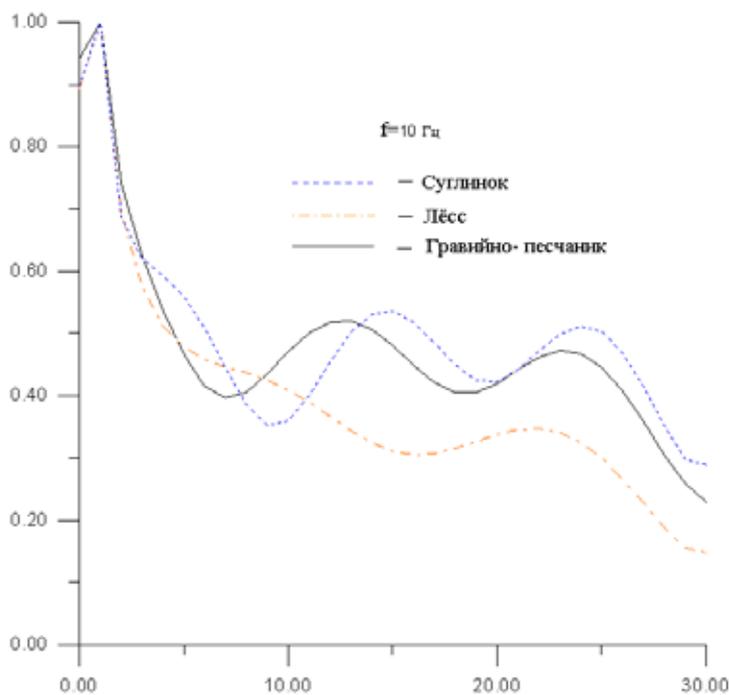


Рис. 1.

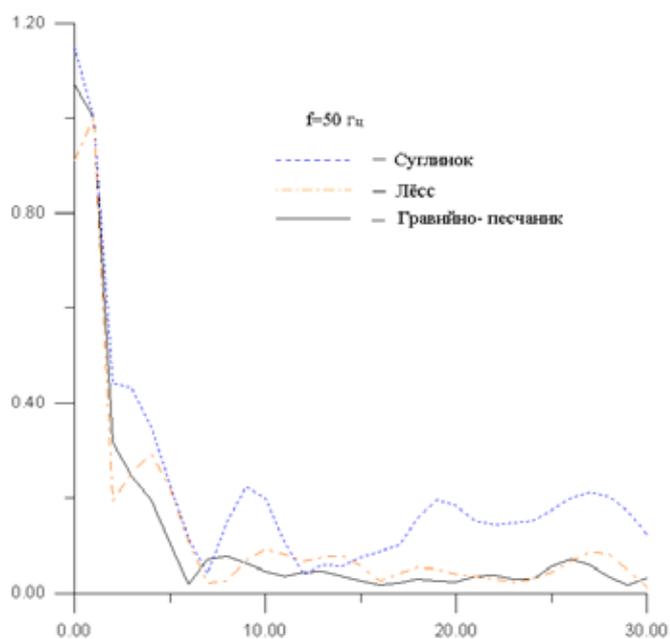


Рис. 2.

На расстоянии до 20 метров от оси железнодорожного полотна в лёссовидном грунте по сравнению с суглинком амплитуда вибрационных волн затухает в 1,42 раза быстрее. В сравнении с гравийно-песчанником в 1,021 раза затухает быстрее.

Анализ изменения огибающих амплитуд колебания точек поверхности грунта показывает, что при частоте нагрузки $f = 10$ Гц и расстоянии до 30 метров от оси железнодорожного полотна в лёссовидном грунте по сравнению с суглинком амплитуда вибрационных волн затухает в 1,61 раза быстрее. В сравнении с гравийно-песчанником в 1,1045 раза затухает быстрее.

Результаты показали, что все они существенно зависят от частоты действующих внешних сил. При частоте нагрузки $f = 50$ Гц и расстоянии до 10 метров от оси железнодорожного полотна в суглиновом грунте по сравнению с лёссовидным амплитуда вибрационных волн затухает в 1,44 раза быстрее. В сравнении с гравийно-песчанником разница незначительна.

На расстоянии до 20 метров от оси железнодорожного полотна в суглинковом грунте по сравнению с лёссовидным амплитуда вибрационных волн затухает в 3,142 раза быстрее. В сравнении с гравийно-песчаником и лёссовым грунтом в 1,925 раза затухает быстрее.

Анализ изменения огибающих амплитуд колебания точек поверхности грунта показывает, что при частоте нагрузки $f = 50$ Гц и расстоянии до 30 метров от оси железнодорожного полотна в суглинковом грунте по сравнению с лёссовидным амплитуда вибрационных волн затухает в 4,19 раза быстрее. В сравнении с гравийно-песчаником и лёссовым грунтом в 1,145 раза затухает быстрее [2,3].

Литература:

1. Ш. С. Юлдашев «Распространение вибраций в грунтах от транспортных средств и виброзащитные системы» докторская диссертация. Ташкент. 1999 г., 333 с.
2. Вялов, С. С. Реологические основы механики грунтов. М., «Высшая школа», 1978, 447 с.
3. Зенкевич, О. Метод конечных элементов в технике. М., «Мир», 1975, 541 с.
4. У. М. Мамадалиев, Ш. С. Юлдашев, С. М. Саидов «Распространения упругих волн на слоисто-неоднородном грунте возникающих при движении метропоездов». Механика муаммолари журналы. Тошкент. 2013 № 3—4-сон

Моделирование развития разрушений проводников печатных плат как последствий технологических дефектов

Юрков Николай Кондратьевич, доктор технических наук, профессор;

Телегин Алексей Михайлович, кандидат технических наук, доцент;

Калаев Михаил Павлович, кандидат технических наук, доцент

Пензенский государственный университет

Рассмотрены технологические дефекты характерные для этапа изготовления печатных плат, связанные с заужением печатного проводника в пределах установленного допуска. Сделан вывод, что именно возможно проведение моделирования поведения печатного проводника, представленного в виде балки. Предложен математический аппарат, позволяющий прогнозировать разрушение материала под действием вибрационной нагрузки.

Ключевые слова: технологические дефекты, моделирование, этапы производства, печатные платы, развитие трещин.

Для эффективного обнаружения и локализации латентных технологических дефектов необходимо проводить активный контроль и диагностирование изделия на всех технологических этапах его производства [1–4]. Наиболее ответственными являются этапы изготовления печатной платы, узлов и блоков [5,6].

На этапе изготовления печатных плат к латентным дефектам относятся выступы и разрывы печатных проводников, вкрапления металлизации на поверхности диэлектрической основы печатной платы и раковины в печатных проводниках. Кроме того, латентными дефектами являются нарушения формы переходных, контактных и крепежных отверстий, смещения центров отверстий относительно их запланированных координат, а также дефекты металлизации отверстий [7–9].

Известные системы оптического контроля печатных плат используют принцип сравнения контролируемого образца с эталоном, который контролируют вручную. Такой подход не гарантирует качества контроля из-за субъективных ошибок оператора, требует применения дорогого специализированного оборудования, на котором совмещение контролируемого образца с эталоном осуществляется вручную, при этом теряется гибкость системы контроля.

Современные системы автоматического оптического контроля не применяются для контроля печатных плат. С их помощью контролируются дефекты компонентов, паяных соединений, паяльной пасты.

Таким образом, задача выявления латентных технологических дефектов бортовых радиотехнических устройств на этапе производства является актуальной.

Дефекты изготовления печатных плат, связанные с заужением печатного проводника в пределах установленного допуска, на этапе испытаний печатных плат не приводят к их отбраковке вследствие сохранения электрического соединения между контактными площадками. Однако, это приводит к уменьшению сил адгезионного сцепления проводника с подложкой. Различные внешние воздействия — как технологические, так и эксплуатационные, могут вызвать отслоение печатного проводника от диэлектрической подложки. Само по себе отслоение не вызывает нарушений токопроводимости проводника, однако влияние внешних вибрационных или ударных воздействий может привести к разрушению отслоенного участка и вызвать отказ устройства в целом.

Для определения прочностных характеристик отслоенного участка проводника воспользуемся моделями анализа стержневых конструкций, которые являются основой для прогнозирования поведения участка проводника в заданных условиях эксплуатации.

Для определения динамических характеристик необходимо провести:

1 Амплитудно-частотный анализ. Необходим для выявления собственных частот исследуемого объекта, на которых возникнет явление резонанса [10–12].

2 Модальный анализ. Проводится с целью определения максимальных амплитуд и механических напряжений в исследуемом объекте на собственных частотах [13].

Рассмотрим уравнение движения стержня при вынужденных колебаниях. Изгибные колебания в стержне, описываются однородным уравнением:

$$EJ \frac{\partial^4 \varpi}{\partial x^4} + \rho S \frac{\partial^2 \varpi}{\partial t^2} = 0, \tag{1}$$

где $\varpi(x,t)$ — смещение точек стержня перпендикулярно упругой оси; E — модуль Юнга; J — момент инерции сечения относительно оси, перпендикулярной плоскости изгиба; ρ — плотность материала; S — площадь поперечного сечения стержня.

Обозначая изгибную жесткость стержня как $C_s = EJ$, учтём потери энергии при колебаниях в виде диссипативной силы, пропорциональной скорости деформации [14] и в правую часть добавим внешнюю силу $F(x, t)$, возбуждающую колебания и приложенную в точках крепления. Тогда уравнение вынужденных изгибных колебаний стержня запишется в виде:

$$C_s \frac{\partial^4 \varpi}{\partial x^4} + \eta \frac{\partial}{\partial t} C_s \frac{\partial^4 \varpi}{\partial x^4} + \rho S \frac{\partial^2 \varpi}{\partial t^2} = F(x, t), \tag{2}$$

где: η — коэффициент вязкости материала.

В соответствии с методом конечных разностей заменим сплошной стержень совокупностью дискретных элементов с шагом разбиения по оси x , равным h_x . Массу каждого дискретного элемента сосредоточим в его центре — узле, лежащем на оси x ; силы взаимодействия между дискретными элементами заменяем упругими связями между узлами. Получим геометрическую дискретную модель стержня, состоящую из n узлов, соединенных упругими связями.

Заменив первую производную по времени в левой части (2) её разностным аналогом, и полагая, что $L(\varpi) = \frac{\partial^4 \varpi}{\partial x^4}$ запишем уравнение (2) в виде

$$C_s L(\varpi)_t + \frac{\eta}{\tau} [C_s L(\varpi)_t - C_s L(\varpi)_{t-\tau}] = -\rho S \frac{\partial^2 \varpi}{\partial t^2}, \tag{3}$$

где τ — шаг дискретизации по времени, а сила $F(x, t)$ учитывается в начальных условиях.

Раскрыв скобки и сгруппировав подобные члены (3), получим

$$-\left[\frac{(1 + \frac{\eta}{\tau}) C_s}{\rho S} L(\varpi)_t - \frac{\frac{\eta}{\tau} C_s}{\rho S} L(\varpi)_{t-\tau} \right] = \frac{\partial^2 \varpi}{\partial t^2}, \tag{4}$$

Учитывая, что вторая производная от перемещения по времени есть ускорение a узла, запишем (4) в виде

$a = \frac{\partial^2 \varpi}{\partial t^2}$ и, заменив вторую производную по времени разностным аналогом, получим

$$-\tau^2 a = \varpi_x(t + \tau) - 2\varpi_x(t) + \varpi_x(t - \tau), \quad (5)$$

Преобразуем (5) к виду явного разностного уравнения

$$-\tau^2 a + 2\varpi_x(t) - \varpi_x(t - \tau) = \varpi_x(t + \tau), \quad (6)$$

которое, будучи дополнено граничными и начальными условиями, образует явную разностную схему, которая в сочетании с геометрической моделью (рис. 1) дает расчетную модель стержня, реализуемую на ЭВМ.

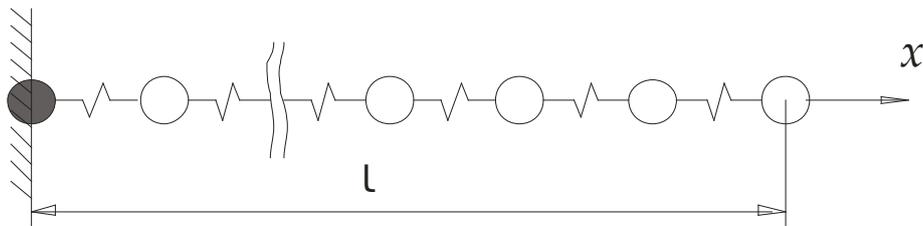


Рис. 1. Геометрическая модель стержня

Зная перемещения отдельных узлов стержня $\varpi(t)$, определим напряжения, которые действуют в этих точках как:

$$\sigma = \omega(t) \cdot E.$$

Сравнивая полученные значения напряжений с их критическими значениями для материала проводника σ_k (предел прочности на разрыв), делаем вывод о разрушении материала под действием данной вибрационной нагрузки ($\sigma > \sigma_k$) или о неразрушении ($\sigma < \sigma_k$).

Литература:

1. Таньков, Г.В. Моделирование тепловых процессов в стержневых конструкциях РЭС/Таньков Г.В., Затылкин А.В.// Труды международного симпозиума Надежность и качество. 2007. Т. 1. с. 257–258.
2. Затылкин, А.В. Исследование динамических характеристик стержневых элементов конструкций РЭС волновым методом/Затылкин А.В., Голушко Д.А., Рындин Д.А. // Инновационные информационные технологии. 2013. Т. 3. № 2. с. 129–135.
3. Затылкин, А.В. Индукционный виброметр с датчиком сейсмического типа/Затылкин А.В., Таньков Г.В., Рындин Д.А. // Инновационные информационные технологии. 2013. Т. 3. № 2. с. 135–143.
4. Лысенко, А.В. Конструкция и методика расчета гибридного виброамортизатора с электромагнитной компенсацией/Лысенко А.В., Затылкин А.В., Ястребова Н.А. Вестник Пензенского государственного университета. 2013. № 4. с. 73–78.
5. Функциональная модель информационной технологии обеспечения надежности сложных электронных систем с учетом внешних воздействий/Юрков Н.К., Затылкин А.В., Полесский С.Н., Иванов И.А., Лысенко А.В. // Труды международного симпозиума Надежность и качество. 2014. Т. 1. с. 184–187.
6. Особенности разработки макромоделей надежности сложных электронных систем/Юрков Н.К., Затылкин А.В., Полесский С.Н., Иванов И.А., Лысенко А.В. // Труды международного симпозиума Надежность и качество. 2014. Т. 1. с. 101–102.
7. Юрков, Н.К. Методика поддержки актуальности баз знаний автоматизированных обучающих систем на основе применения экспертных методов/Юрков Н.К., Затылкин А.В. // В сборнике: Материалы конференции «управление в технических, эргатических, организационных и сетевых системах «Под редакцией С.Н. Васильева, И.А. Каляева, Д.А. Новикова, Г.Г. Себрякова. 2012. с. 1139–1143.
8. Юрков, Н.К. Интерфейс взаимодействия многоканального виброиспытательного оборудования с программной средой управления исследованиями/Юрков Н.К., Затылкин А.В., Голушко Д.А. // В сборнике: XII Всероссийское совещание по проблемам управления ВСПУ-2014 Институт проблем управления им. В.А. Трапезникова РАН. 2014. с. 7203–7208.
9. Затылкин, А.В. Алгоритм стратегии управления обучением в ИКОС/Затылкин А.В., Демьянов А.В. // Современные информационные технологии. 2006. № 4. с. 110–113.

10. Голушко, Д. А. Методика исследования динамических характеристик технических систем на основе рассогласования фаз внешнего вибрационного воздействия/Голушко Д. А., Затылкин А. В., Герасимов О. Н. // Надежность и качество сложных систем. 2014. № 4 (8). с. 88–92.
11. Голушко, Д. А. Методика прогнозирования ресурса электрорадиоэлементов печатного узла в условиях внешних вибрационных воздействий/Голушко Д. А., Затылкин А. В., Калашников В. С. // Вопросы радиоэлектроники. 2015. № 6 (6). с. 105–112.
12. Герасимов, О. Н. Программная система оценки качества демпфирования проектируемой системы пассивной амортизации бортовых электронных средств/Герасимов О. Н., Затылкин А. В., Юрков Н. К. // Труды международного симпозиума Надежность и качество. 2015. Т. 1. с. 309–312.
13. Калашников, В. С. Вибрационные воздействия как причина отказов изделий авиационной техники/Калашников В. С., Яшин Д. С., Затылкин А. В. // Труды международного симпозиума Надежность и качество. 2015. Т. 1. с. 314–316.
14. Голушко, Д. А. О скорости изменения частоты при проведении испытаний для определения динамических характеристик конструкции/Голушко Д. А., Затылкин А. В., Лысенко А. В. // XXI век: итоги прошлого и проблемы настоящего плюс. 2015. № 4 (26). с. 147–154.

Комплексный подход к выявлению латентных технологических дефектов печатных плат на этапах производства РЭА

Юрков Николай Кондратьевич, доктор технических наук, профессор;
Телегин Алексей Михайлович, кандидат технических наук, доцент;
Калаев Михаил Павлович, кандидат технических наук, доцент
Пензенский государственный университет

Рассмотрены основные этапы жизненного цикла бортовой радиоэлектронной аппаратуры. Сделан вывод, что именно на этапе производства в изделии и его элементах зарождается более половины всех дефектов изделий. Предложен комплексный подход к выявлению технологических дефектов радиоэлектронной аппаратуры на этапах производства.

Ключевые слова: латентные дефекты, комплексный подход, этапы производства, выявление, локализация.

Отечественная радиоэлектронная промышленность, ориентированная на космическую отрасль, вынуждена конкурировать с зарубежными производителями, обеспечивая высокое качество изделий. В тоже время анализ качества выпускаемых отечественных печатных плат указывает на настоятельную необходимость повышения надежности и качества радиоэлектронной аппаратуры (РЭА) за счет введения активного контроля технологических процессов их изготовления [1–4]. Следует отметить, что на 30–40% качество РЭА определяется наличием дефектов печатных плат, причина возникновения которых кроется в несоблюдении технологических требований государственных стандартов и технических условий [5,6].

При изготовлении радиоэлектронной аппаратуры неизбежно появление технологических дефектов, которые подразделяются на явные и скрытые (латентные). Явные дефекты приводят к немедленному отказу оборудования.

Для печатных плат — это трещины в печатных проводниках, перемычки между печатными проводниками, отсутствие металлизации в переходных и контактных отверстиях и др. Скрытые латентные дефекты к немедленному отказу не приводят, но снижают надежность и качество оборудования. Они могут привести к отказу оборудования на этапах ввода в эксплуатацию, и что еще хуже, в ходе эксплуатации оборудования [7–9].

Именно поэтому создание оригинальных методов обнаружения и локализации латентных технологических дефектов бортовой радиоэлектронной аппаратуры космических аппаратов с длительным сроком активного существования методами неразрушающего визуального (оптического) контроля и диагностики на этапах производства является актуальным.

Возникновение дефектов на стадии производства бортовой РЭА обусловлено ошибками в конструкторской

и технологической документации, нарушением технологических режимов подготовки электрорадиоэлементов (ЭРЭ) к сборке (лужение, формовка и комплектование), нарушением условий хранения и транспортировки ЭРЭ, нарушением технологических процессов изготовления, а также уровнем квалификации и психофизиологическим состоянием производственного персонала и др [10–14].

Рассмотрим четыре основных этапа жизненного цикла сложных технических изделий (рис. 1). Каждый из них включает в себя дополнительные этапы, в зависимости от назначения и сложности технического изделия. Этап проектирования вносит основной вклад в процесс обеспечения качества РЭА. Именно на этапе проектирования закладываются основы надёжной и долговременной работы РЭА.

Не менее важен с точки зрения надёжности бортовой РЭА этап производства, так как он, в конечном счёте, определяет качественные и эксплуатационные показатели изделия. Именно на этом этапе в изделии и его элементах зарождается более половины всех дефектов бортовой РЭА. Количество выявленных дефектов зависит не только от совершенства технологических процессов, но и от надёжного контроля в процессе производства.

Современные методы выявления дефектов позволяют обнаружить и локализовать достаточно большую часть явных дефектов РЭА, но не позволяют выявлять т.н. латентные (неявные, скрытые) дефекты, что является неприемлемым для аппаратуры космических аппаратов с длительным сроком активного существования. Латентные дефекты, присутствуя в бортовой РЭА, способны вырождаться в явные отказы, становясь источником сбоев и нарушения работоспособности аппаратуры. Именно поэтому задача выявления опасных технологических дефектов бортовой РЭА космических аппаратов на этапах производства с целью ограничения допуска в эксплуатацию потенциально ненадёжной аппаратуры является актуальной.

Связующим компонентом для ЭРЭ бортовой РЭА является плата печатная (ПП), наличие латентных тех-

нологических дефектов в которой ставит под угрозу надёжность бортовой РЭА космических аппаратов в целом. Для выявления и локализации дефектов ПП бортовой РЭА, возникших в результате воздействий внешних факторов (механических, климатических, радиационных и др.) разработано достаточно большое количество методов и средств.

Для обеспечения эффективного контроля технологических дефектов ПП бортовой РЭА, необходимо применять комплекс различных методов для их выявления (рис. 2). Известно, что на каждом из этапов производства необходимо применять наиболее характерные именно для данного этапа методы.

На этапе контроля несмонтированных ПП в настоящее время широко применяется автоматическая оптическая инспекция. Системы автоматической оптической инспекции используют современную оптику, аппаратное и программное обеспечение, а также библиотеки различных алгоритмов нахождения дефектов. Эти алгоритмы работают на основании логических правил. Система получает изображение проверяемой печатной платы и сравнивает его с панелью эталонов, хранящихся в памяти автоматической оптической инспекции. В качестве эталона могут быть использованы САПР, фотошаблоны, а также эталонная печатная плата. Различные алгоритмы поиска дефектов анализируют несоответствия между проверяемой и эталонной панелями и принимают решение, являются ли данные различия дефектом или нет. Весь процесс принятия решений базируется на предпочтениях и установках пользователя [8].

Автоматизированный контроль реализуется в ходе четырех основных этапов технологического процесса: нанесения припойной пасты, позиционирования компонентов, отверждения адгезива и проверки после пайки.

Однако по мере разукрупнения электронного устройства, печатным платам уделяется гораздо меньше внимания. Это связано с тем, что после монтажа ЭРЭ на ПП, на первое место выходит контроль правильности расположения элементов, качества паяных соединений и др.



Рис. 1. Основные этапы жизненного цикла бортовой РЭА



Рис. 2. Характерные точки контроля бортовой РЭА на этапе производства

Кроме этого, контроль ПП методами автоматической оптической инспекции становится затруднен вследствие повышенной плотности поверхностного монтажа, характерной для бортовой РЭА космических аппаратов и в особенности для спутников класса «нано» и «пико» (вес спутника лежит в пределах 1–10 кг для «нано» и менее 1 кг для «пико») [10].

Именно поэтому актуальной является задача контроля ПП на каждом этапе производства. Как было отмечено

выше, современные методы неразрушающего контроля с трудом справляются с этой задачей, либо не справляются вообще, что особенно заметно при контроле многослойных ПП. В связи с этим, в работе предлагаются методологические основы теплового диагностирования ПП в составе печатного узла на основе сравнения измеренных температур элементов и тепловой диагностической модели устройства, которые позволяют выявить латентные технологические дефекты ПП на всех стадиях производства.

Литература:

1. Таньков, Г.В. Моделирование тепловых процессов в стержневых конструкциях РЭС/Таньков Г.В., Затылкин А.В. // Труды международного симпозиума Надежность и качество. 2007. Т. 1. с. 257–258.
2. Затылкин, А. В. Исследование динамических характеристик стержневых элементов конструкций РЭС волновым методом/Затылкин А. В., Голушко Д. А., Рындин Д. А. // Инновационные информационные технологии. 2013. Т. 3. № 2. с. 129–135.
3. Затылкин, А.В. Индукционный виброметр с датчиком сейсмического типа/Затылкин А.В., Таньков Г.В., Рындин Д. А. // Инновационные информационные технологии. 2013. Т. 3. № 2. с. 135–143.
4. Лысенко, А.В. Конструкция и методика расчета гибридного виброамортизатора с электромагнитной компенсацией/Лысенко А. В., Затылкин А. В., Ястребова Н. А. Вестник Пензенского государственного университета. 2013. № 4. с. 73–78.
5. Функциональная модель информационной технологии обеспечения надежности сложных электронных систем с учетом внешних воздействий/Юрков Н. К., Затылкин А. В., Полесский С. Н., Иванов И. А., Лысенко А. В. // Труды международного симпозиума Надежность и качество. 2014. Т. 1. с. 184–187.
6. Особенности разработки макромоделей надежности сложных электронных систем/Юрков Н. К., Затылкин А. В., Полесский С. Н., Иванов И. А., Лысенко А. В. // Труды международного симпозиума Надежность и качество. 2014. Т. 1. с. 101–102.
7. Юрков, Н.К. Методика поддержки актуальности баз знаний автоматизированных обучающих систем на основе применения экспертных методов/Юрков Н. К., Затылкин А. В. // В сборнике: Материалы конференции «управление в технических, эргатических, организационных и сетевых системах «Под редакцией С.Н. Васильева, И. А. Каляева, Д. А. Новикова, Г. Г. Себрякова. 2012. с. 1139–1143.
8. Юрков, Н. К. Интерфейс взаимодействия многоканального виброиспытательного оборудования с программной средой управления исследованиями/Юрков Н. К., Затылкин А. В., Голушко Д. А. // В сборнике: XII Всероссийское совещание по проблемам управления ВСПУ-2014 Институт проблем управления им. В. А. Трапезникова РАН. 2014. с. 7203–7208.
9. Затылкин, А. В. Алгоритм стратегии управления обучением в ИКОС/Затылкин А. В., Демьянов А. В. // Современные информационные технологии. 2006. № 4. с. 110–113.
10. Голушко, Д. А. Методика исследования динамических характеристик технических систем на основе рассогласования фаз внешнего вибрационного воздействия/Голушко Д. А., Затылкин А. В., Герасимов О. Н. // Надежность и качество сложных систем. 2014. № 4 (8). с. 88–92.
11. Голушко, Д. А. Методика прогнозирования ресурса электрорадиоэлементов печатного узла в условиях внешних вибрационных воздействий/Голушко Д. А., Затылкин А. В., Калашников В. С. // Вопросы радиоэлектроники. 2015. № 6 (6). с. 105–112.
12. Герасимов, О. Н. Программная система оценки качества демпфирования проектируемой системы пассивной амортизации бортовых электронных средств/Герасимов О. Н., Затылкин А. В., Юрков Н. К. // Труды международного симпозиума Надежность и качество. 2015. Т. 1. с. 309–312.
13. Калашников, В. С. Вибрационные воздействия как причина отказов изделий авиационной техники/Калашников В. С., Яшин Д. С., Затылкин А. В. // Труды международного симпозиума Надежность и качество. 2015. Т. 1. с. 314–316.
14. Голушко, Д. А. О скорости изменения частоты при проведении испытаний для определения динамических характеристик конструкции/Голушко Д. А., Затылкин А. В., Лысенко А. В. // XXI век: итоги прошлого и проблемы настоящего плюс. 2015. № 4 (26). с. 147–154.

Молодой ученый

Научный журнал
Выходит два раза в месяц

№ 21 (101) / 2015

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

Главный редактор:

Ахметов И. Г.

Члены редакционной коллегии:

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

Ответственные редакторы:

Кайнова Г. А., Осянина Е. И.

Международный редакционный совет:

Айрян З. Г. (Армения)
Арошидзе П. Л. (Грузия)
Агаев З. В. (Россия)
Бидова Б. Б. (Россия)
Борисов В. В. (Украина)
Велковска Г. Ц. (Болгария)
Гайич Т. (Сербия)
Данатаров А. (Туркменистан)
Данилов А. М. (Россия)
Демидов А. А. (Россия)
Досманбетова З. Р. (Казахстан)
Ешиев А. М. (Кыргызстан)
Жолдошев С. Т. (Кыргызстан)
Игиснинов Н. С. (Казахстан)
Кадыров К. Б. (Узбекистан)
Кайгородов И. Б. (Бразилия)
Каленский А. В. (Россия)
Козырева О. А. (Россия)
Колпак Е. П. (Россия)
Куташов В. А. (Россия)
Лю Цзюань (Китай)
Малес Л. В. (Украина)
Нагервадзе М. А. (Грузия)
Прокопьев Н. Я. (Россия)
Прокофьева М. А. (Казахстан)
Рахматуллин Р. Ю. (Россия)
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: Бурьянов П. Я.

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», 420029, г. Казань, ул. Академика Кирпичникова, 26