

МОЛОДОЙ

ISSN 2072-0297

УЧЁНЫЙ

научный журнал

Número de electrones

Scintillator (for measurement of gamma ray polarization)

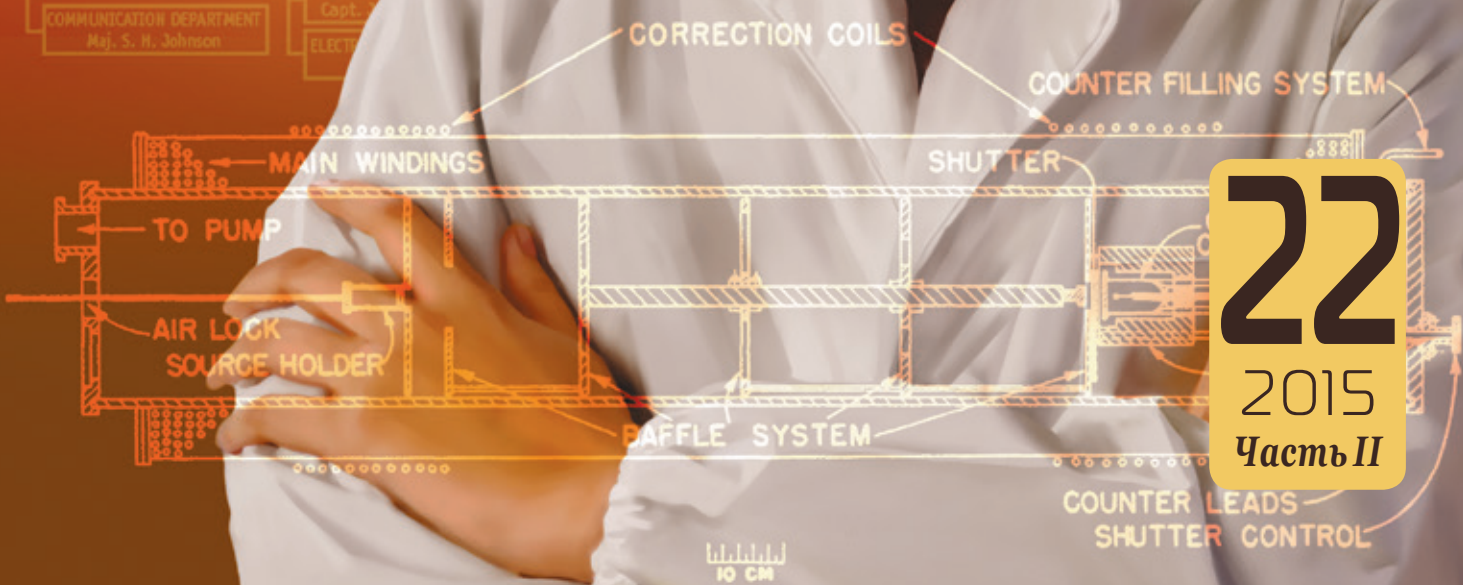
Energía (MeV)

Photomultiplier

Light

CeMg-ni

DESINTEGRACIÓN β



22
2015
Часть II

ISSN 2072-0297

Молодой учёный

Научный журнал

Выходит два раза в месяц

№ 22 (102) / 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, 25

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: Голубцов Максим Владимирович

На обложке изображена Ву Цзяньсюн (1912–1997) — американский физик, участник Манхэттенского проекта, первооткрыватель несохранения пространственной чётности в слабых взаимодействиях.

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 задачах выбора вместимости и количества автобусов на городском маршруте..... 113

Абрашитов В. С., Жуков А. Н., Алмаметов Э. Х.

О реконструкции промышленного здания с устройством дополнительного встроенного этажа 115

Алексеев К. Н., Захаров Е. В.

Некоторые особенности влияния базальтовой фибры на ударную вязкость мелкозернистого бетона 118

Альдебенева Е. П., Шнейдмиллер В. Р.

Исследование способов создания активных помех в рамках ведения радиоэлектронной борьбы 121

Аронов Л. В.

Расчет переходного процесса при включении электропривода в однофазной электрической цепи переменного тока 124

Брацук А. А., Иванова Л. А., Яншина Э. Р.

Зависимость величины электромагнитного излучения мобильных телефонов от марки производителя и года выпуска..... 127

Буяков Е. А., Рыбаков А. В.

Дефекты конструкции плиты пола цеха покраски ООО «ВяткаСтальКонструкция»..... 130

Васильев А. А., Горин Л. Н., Игошин Д. Н., Арнаут Г. Н.

Анализ горючих материалов двигателя внутреннего сгорания..... 133

Васильев А. А., Игошин Д. Н., Горин Л. Н.

Влияние кавитационно-абразивного износа на шнековые насосы..... 135

Демкин В. И., Бодрова А. А., Логвин В. И., Звягинцев Б. И.

Быстрый метод пространственно-векторной широтно-импульсной модуляции..... 137

Коновалов Д. И., Ширваньянц Г. Г.

Метод ультразвукового упрочнения поверхностей узлов и деталей авиационных газотурбинных двигателей как одна из перспективных технологий в авиастроении 141

Костюкевич П. А., Сипаро К. А.

Морские перевозки экспортных минеральных удобрений: тенденции и перспективы..... 147

Мухамадиева К. Б.

Перспективы внедрения инновационных систем хранения данных искусственным интеллектом... 153

Нгуен Хыу Хау, Комаров Ю. Я.

Проблема обеспечения безопасности дорожного движения в провинции Винь-Фук (Социалистическая Республика Вьетнам) 154

Оладько В. С., Микова С. Ю., Нестеренко М. А., Садовник Е. А.

Причины и источники сетевых аномалий..... 158

Орешкин А. Ю., Куранов Д. В., Клочков Д. П.

Выявление скрытых повреждений стальных конструкций, имеющих огнезащитное покрытие, в процессе проведения экспертизы промышленной безопасности опасных производственных объектов..... 161

Орешкин А. Ю., Куранов Д. В., Клочков Д. П.

Модернизация способа измерения высотных отметок конструкций при проведении экспертизы промышленной безопасности 164

Пернебеков С. С., Балабеков З. А., Саматаев Т. К., Тезекбаева Н. Р.

Основные причины изменения технического состояния машин 166

Поезжаева Е. В., Федотов А. Г., Заглядов П. В.

Применение датчиков в сборочных роботизированных системах..... 168

Полуянович Н. К., Медведев М. Ю., Щуровский В. А.

Метод по координатного контроля контактных характеристик микропрофиля дорожного покрытия 171

Попов А. Ю., Реченко Д. С., Шагов Д. А., Голов Д. В., Артеменко Н. С. Изменение угла сдвига при повышении скорости шлифования.....	174	Ульянов Р. С., Шиколенко И. А., Одноров Е. П. Применение учебного макета ремонтно-механического цеха на базе технологий «умный дом», для проведения лабораторных работ по теории автоматического управления	197
Попов О. Н. Оптимизация конструкции измерительного устройства, реализующего неразрушающий контроль полимерных материалов.....	177	Чепкасова О. А., Селезнева А. А., Садилов А. И., Хмелев С. В. Техническое диагностирование устьевого арматуры с применением метода магнитной памяти металла.....	200
Садилов А. И., Слосев Д. А., Селезнева А. А., СЧепкасова О. А. Анализ характерных дефектов печей нагрева нефти по результатам технического диагностирования.....	181	Чернухин С. А., Абдуллин Р. А., Абдрахманов А. А., Сафин Г. Г. Обзор конструкций и область применения дробилок	202
Свечников А. А. Повышение эксплуатационной надежности турбокомпрессора дизеля 10Д100	182	Шибeko Р. В., Соколов Е. О. Железнодорожное весоизмерительное устройство	206
Селезнева А. А., Садилов А. И., Чепкасова О. А., Лосев Д. А. Методы технического диагностирования промышленных трубопроводов для оценки технического состояния.....	185	Шибeko Р. В., Соколов Е. О. Система поддержания микроклимата в серверном помещении банковского расчетно-кассового центра.....	209
Скидан Д. Е. Системы видеосопровождения для беспилотного летательного аппарата.....	187	Шинкин В. Н. Разрушение стальных труб при дефекте «раскатанный пригар с риской».....	213
Теньковская Т. С. Разработка электронного учебного пособия «Компьютерные сети».....	191	Шувакин А. Е., Сигайлов М. В. Ориентированный подход при осуществлении производственного контроля за соблюдением требований промышленной безопасности на объектах газораспределения и газопотребления	225
Титанов А. В., Чернухин С. А., Абдрахманов А. А., Сафин Г. Г. Тенденции развития технологических установок для проходки восстающих.....	194	Яншина Э. Р., Брацук А. А., Иванова Л. А. Исследование зависимости получения травмы работниками железнодорожного пути от стажа работы.....	228

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

О задачах выбора вместимости и количества автобусов на городском маршруте

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

В статье рассматривается задача выбора вместимости и количества подвижного состава на городском автобусном маршруте. От решения этой задачи зависят экономические результаты работы автотранспортных предприятий, так и показатели обслуживания пассажиров, такие как затраты времени на ожидания пассажирами посадки, наполнение автобусов пассажирами, вероятность отказа в поездке. Задача выбора вместимости и количества автобусов возникает при открытии новых маршрутов, при составлении заявок на пополнение парка, а также как вспомогательная при распределении автобусов по маршрутам. При решении задачи необходимо учитывать факторы влияющие на них, а так же такие вопросы как возможность получения исходной информации; стохастическую природу перевозочного процесса; необходимость оптимизации двух взаимосвязанных параметров — количества и вместимости автобусов на маршруте; требование снижения трудоемкости подготовки исходных данных и получение решения; существующие технологические ограничения на эксплуатацию на маршруте автобусов.

Анализ и исследование перечисленных факторов дают возможность определить, место маршрутных микроавтобусов в транспортной системе городов, пути сокращения затрат времени на поездку пассажиров.

Ключевые слова: организация, городской, автобус, перевозока, маршрут, пассажир, задача, количество, микроавтобус, показатель, вместимость.

При организации городских автобусных перевозок, одной из основных задач является определение потребности маршрутов в подвижном составе. Эта задача состоит из двух подзадач: выбор вместимости и количества автобусов и распределение их по маршрутам. От решения основной задачи зависят как экономические результаты работы автотранспортных предприятий, так и показатели обслуживания пассажиров, такие как затраты времени на ожидания пассажирами посадки, наполнение автобусов пассажирами, вероятность отказа в поездке. При определении потребности городских маршрутов в подвижном составе исходят из имеющихся ресурсов. Методы определения потребностей в подвижном составе должны обеспечивать единство исходной и выходной информации и увязку критериев оптимальности данной задачи с другими задачами организации перевозок.

Задача выбора вместимости и количества автобусов возникает при открытии новых маршрутов, при составлении заявок на пополнение парка, а также как вспомогательная при распределении автобусов по маршрутам. В общем случае комплексная задача определения потребности в подвижном составе представлена на рис 1 [1, с. 51].

Задача распределения автобусов по маршрутам решается при разработке более совершенных планов пере-

возок, изменении условий эксплуатации, уточнении данных о пассажиропотоках и изменениях в структуре автобусного парка, вызванных закупкой или списанием части подвижного состава. Кроме этого, данная задача решается при оперативном перераспределении автобусов между маршрутами в процессе диспетчерского управления перевозками.

Отличие задачи распределения автобусов по маршрутам от задачи выбора их вместимости и количества состоит в том, что при распределении автобусов исходят из фактического количества автобусов и их марочной структуры у перевозчиков. Класс автобусов для маршрутов выбирают исходя из выпускаемого промышленностью разных стран подвижного состава. В итоге в обеих задачах, в конечном счете, определяют для каждого маршрута вместимость и количество автобусов. При решении задач выбора и распределения автобусов по маршрутам, по мнению ряда ученых, необходимо учитывать следующее:

- возможность получения исходной информации (данные пассажиропотоков);
- стохастическую природу перевозочного процесса;
- необходимость оптимизации двух взаимосвязанных параметров: количества и вместимости автобусов на маршруте;
- требование снижения трудоемкости подготовки исходных данных и получение решения;

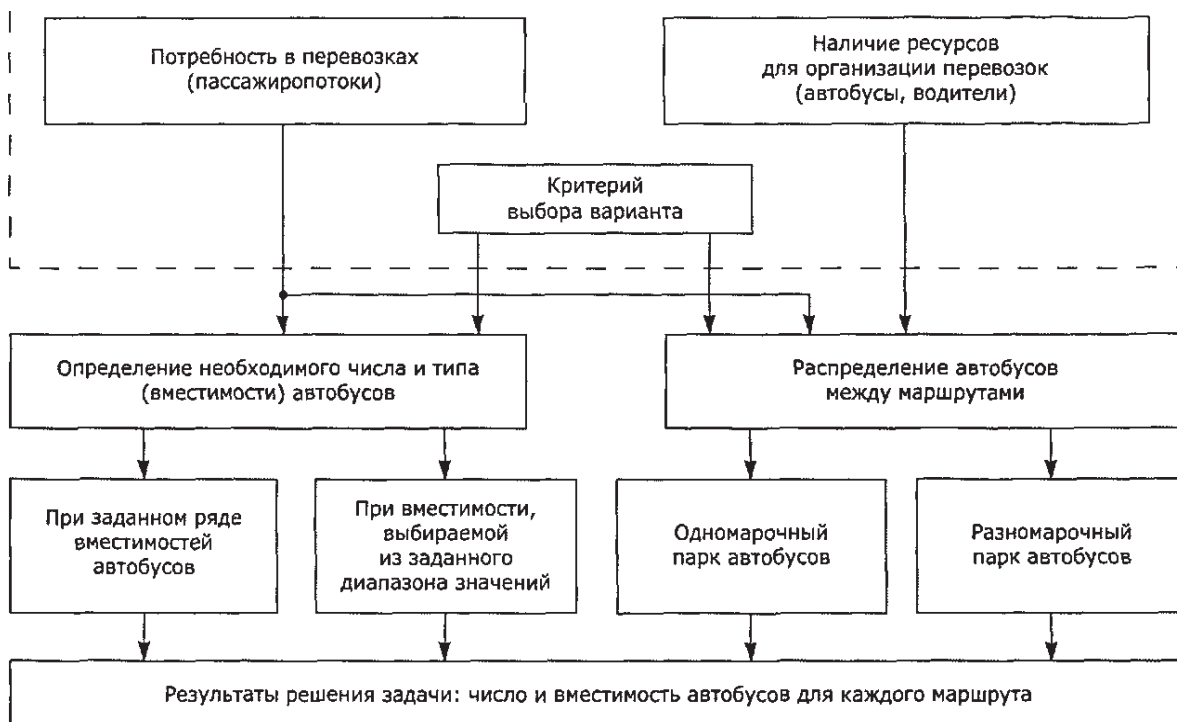


Рис. 1. Комплексная задача определения потребности городских автобусных маршрутов в подвижном составе

– существующие технологические ограничения на эксплуатацию на маршруте автобусов (ограничения на эксплуатацию по дорогам в населенных пунктах, нагрузка на дорожное полотно, возможность разворота транспортных средств и т.п.).

Использование методов, отвечающих предъявленным требованиям, позволяет решать эти задачи научно-обоснованным инженерным расчетом.

На выбор вместимости и количества автобусов и на распределение их по маршрутам влияет большое количество факторов, которые условно можно разделить на пять групп (рис.2).

- экономические (капитальные затраты на приобретение автобусов и на создание материально-технической базы для их ремонта, хранения, текущие эксплуатационные затраты, а также затраты времени пассажиров в стоимостном выражении);
- социальные (стоимостная оценка потери пассажира-часа, подвижность городского населения, наличие достаточного количества водителей);

– технические (динамические показатели автобусов, техническое состояние дорог и дорожных сооружений, пропускная способность улиц и остановочных пунктов);

– эксплуатационные (закономерности формирования пассажиропотоков, максимально допустимый интервал движения, наличие материальных ресурсов, климатические условия) [2, с. 52].

Параметры системы автобусных перевозок служат исходными предпосылками для расчетов, а характеристики этой системы позволяют оценить эффективность полученных результатов.

Проблема выбора населением способа передвижений (распределение по видам транспорта) считается в теории транспортного планирования одной из сложных задач, поскольку ее решение определяет достоверность транспортных расчетов, величину и эффективность вкладываемых капитальных вложений.

Уровень удовлетворения потребностей пассажиров в транспортном обслуживании характеризуется системой показателей качества перевозок, главными из которых явля-

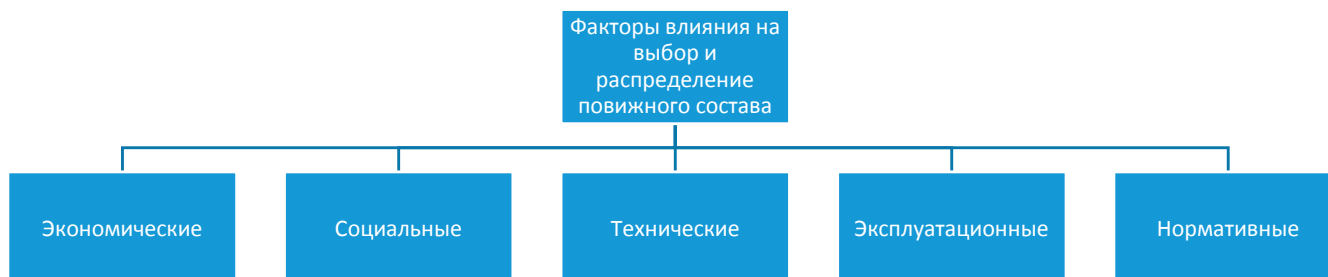


Рис. 2. Факторы влияния на выбор вместимости, количества и распределения автобусов по маршрутам

ются: время, затрачиваемое пассажиром на передвижение; регулярность движения транспортных средств; наполнение подвижного состава; возможность прямой, беспересадочной поездки; безопасность движения; информирование пассажира (объявление остановочных пунктов, вывешивание схемы маршрута, наличие информационных расписаний на остановочных пунктах) и др. Базой для измерения качества транспортного обслуживания служит система установленных нормативов. С точки зрения пассажира качество обслуживания (особенно в крупных городах) во многом определяется общими затратами времени на поездку.

Особое место в транспортной системе городов занимает особо малый класс — маршрутные микроавтобусы, они перевозят меньшее число пассажиров по сравнению с другими видами городского транспорта, их роль определяется специфичностью сферы использования. Опыт ряда городов Казахстана, а также результаты изучения спроса населения, проведенного в середине 80-х годов, показывали, что 10–20% пассажиров в городах предпочитали бы другим видам транспорта микроавтобусы [2, с.28]. Считается, что этот класс подвижной состав на 10–15% сокращает средние затраты времени на поездку и обеспечивает более комфортные условия для определенного числа пассажиров, так как скорость сообщения маршрутных микроавтобусов в 1,5–2 раза выше, чем у маршрутных автобусов. По данным опроса пассажиров в среднем по причине комфортабельности и скорости маршрутные микроавтобусы выбрали 74% респондентов [4].

Особенностью маршрутов с применением микроавтобусов является то, что это не самостоятельная, а вспомогательная форма обслуживания, предназначенная, с одной стороны, разгрузить массовый пассажирский

транспорт, а с другой — повысить качество транспортного обслуживания. В различных городах используют такие способы организации движения с применением микроавтобусов, как дублирующие маршруты, частично дублирующие и самостоятельные.

Исследования, проведенные в 70–80 гг., показали, что при использовании в системе городского пассажирского транспорта общего пользования микроавтобусов перспективными являются самостоятельные маршруты, предназначенные для освоения небольших, но стабильных в течение дня пассажиропотоков с малыми интервалами между транспортными средствами и перемещения на относительно короткие расстояния по направлениям, лишённым транспортных связей.

В настоящее время проведенный анализ показал, что этот вид транспорта, считавшийся в середине 80-гг. перспективным, получил огромное распространение. И теперь для органов местного самоуправления крупнейших городов нужно решать проблему пересмотра доли микроавтобусов в структуре городского пассажирского транспорта общего пользования и их оптимального соотношения на городских маршрутах. Одна из главных причин, позволившая микроавтобусам получить, большое, распространение, и популярность у населения Казахстана и стран СНГ, это доступная цена. Малым частным транспортным предприятиям выгоднее купить два — три автобуса особо малого и малого класса, которые быстро окупятся и в дальнейшем принесут им большую прибыль, чем один автобус большого класса. Кроме этого, иметь в активах автобусы только одного большого класса не всегда эффективно в связи с особенностью пассажиропотоков на разных маршрутах и их часовыми спадами.

Литература:

1. Герами, В.Д. Организация и управление городскими пассажирскими перевозками: Учеб.пособ./ В.Д. Герами, Г.В. Духаревич. — М.: МАДИ, 1994. — 144с
2. Мун, Э.Е. Организация перевозок пассажиров маршрутными такси /Э.Е. Мун, А.Д. Рубец. — М.: Транспорт, 1986. — 136с.
3. Отчет акимата г. Караганды «Изучение объемов пассажирских перевозок и расчет затрат перевозчиков города Караганды»

О реконструкции промышленного здания с устройством дополнительного встроенного этажа

Абрашитов Валентин Султанович, кандидат технических наук, профессор;

Жуков Александр Николаевич, кандидат технических наук, доцент;

Алмаматов Эльдар Халилович, магистрант

Пензенский государственный университет архитектуры и строительства

Производственное здание построено в 1980 г. и эксплуатируется как очистные сооружения с размещением в нем насосной и компрессорной станций. Общие

габаритные размеры здания составляют 19,2x119 м. В здании устроен деформационный шов с двумя рядами несущих конструктивных элементов. Здание имеет

подвал и два этажа; имеется подвальное помещение высотой 7,02 м с отметкой пола — 2,400 м и второй этаж; пристроено одноэтажное здание компрессорной с размерами 12,85x30,3 м и высотой помещения 8,3 м. Основное здание очистных сооружения корпуса имеет габаритные размеры 19,2x84,81 м.

Фундаменты под колонны здания выполнены в различных конструктивных решениях:

1. в виде сплошной монолитной плиты, имеющей глубину заложения — 6,000 м, типа ФП-1 размерами 19,2x54,6 м с толщиной 600 мм из бетона класса прочности В15. По плите выполнены подстаканники для установки железобетонных колонн высотой 600 мм и размерами 1200x1200 мм. Под плитой устроена бетонная подготовка толщиной 100 мм из бетона класса прочности В3,5. В стаканах имеются отверстия размером 550x750 мм и высотой 650 мм для установки в них железобетонных колонн сечением 400x600 мм;

2. железобетонные монолитные столбчатые фундаменты с шириной подошвы 2,4x3,0 м и 1,8x3,0 м из бетона класса прочности В15, имеющие глубину заложения — 6,750 м;

3. для помещения компрессорной — фундаменты под колонны стаканного типа монолитные железобетонные с размером подошвы 1,8x2,4 м и отметкой заложения подошвы на глубине — 1,950 м.

Каркас здания рамный, состоящий из сборных железобетонных колонн сечением 400x600 мм и 400x400 мм. Ригели применены для промышленных зданий и имеют высоту поперечного сечения 800 мм. Панели перекрытий размерами 400x1485x5550 мм предназначены для восприятия расчетных нагрузок. Колонны выполнены на два этажа: подвальный этаж высотой 2,4 м и первый этаж высотой 4,2 м. Сечения данных колонн в нижней части высотой 6,320 м составляет 400x600 мм, а в верхней части высотой 1,780 м составляет 400x400 мм. В здании расположено одноэтажное помещение компрессорной, для которого применены колонны сечением 500x500 мм на один этаж, а в качестве несущих конструкций покрытия применены двускатные балки покрытия. В качестве ограждающих конструкций для всего здания применены самонесущие панели из ячеистого бетона толщиной 240 мм. Оконные переплеты здания выполнены из деревянных несущих элементов и стекла $\delta=5$ мм. Общая высота колонны здания компрессорной составляет 9,3 м, а высота помещения компрессорной 8,4 м.

Покрытие здания имеет также несколько конструктивных решений:

1. выполнено из сборных несущих железобетонных элементов в составе каркаса верхнего этажа, а именно из железобетонных ригелей и ребристых железобетонных плит. По ним устроена кровля, совмещенная с покрытием и имеющая внутренний водосток. Состав кровли следующий:

— водоизоляционный слой из нескольких слоев рубероида на битумной мастике;

— стяжка из цементно-песчаного раствора;

— утеплитель из газобетона;

— пароизоляция из одного слоя рубероида;

— несущая ребристая железобетонная плита перекрытия.

2. выполнено из несущих двускатных железобетонных балок пролетом 12 м и уклоном верхнего пояса 1:12, по которым уложены ребристые железобетонные плиты покрытия размером 3x6 м и толщиной 300 мм. Состав кровли этой части здания соответствует составу кровли в выше упомянутом решении.

При разработке конструктивных решений балочной площадки [1–4] на отметке 0,000 м и установке нового технологического оборудования на отметке —2,400 м возникает необходимость устройства новых фундаментов под дополнительные колонны балочной площадки.

Фундаменты части здания, в которой необходима установка нового технологического оборудования, выполнены из стакана размерами по верху 100x1200 мм и размером понизу 1900x1900 мм и фундаментной плиты с размером 2500x3500 толщиной 400 мм с глубиной заложения около —4,400 м. Под фундаментными плитами устроены бетонная подготовка толщиной 100 мм. Горизонтальные трещины в фундаментных блоках вдоль продольной стены помещения образовались вследствие разрушения фундаментной балки, поэтому требуется выполнить усиление фундамента и наружной стены. По торцу помещения компрессорной, разделяемого с вышеуказанным помещением температурным швом и стеной из каменной кладки, устроены под колонны монолитные фундаменты размером поверху 1200x1200 мм и высотой 1200 мм и фундаментной плитой размером 1800x2400 мм и высотой плиты 600 мм. Отметка заложения фундаментов компрессорной составляет —1,950 м. Вследствие разности отметок заложения фундаментов смежных помещений имеется дополнительная осадка верхних — на нижние. Отмечено также, что под данной стеной фундамент устроен из фундаментных блоков типа ФБС с толщиной 600 мм, которые опираются прямо на насыпной грунт без наличия фундаментной балки. Необходимо выполнить усиление фундамента под стену.

Выявлено также, что в каркасе имеется два ряда колонн, по которым должен быть устроен деформационный шов. Однако имеем в этом месте два фундамента с разной глубиной заложения. С одной стороны имеем фундаментную плиту толщиной 600 мм с глубиной заложения —6,000 м, с другой — отдельно стоящие фундаменты с глубиной заложения —6,750 м. Выявлено наличие трещин в каменных перегородках на втором этаже части здания. Отмечено, что наличие почти всех трещин связано с разной величиной осадки фундаментов, попадания в основание фундаментов технологической влаги из-за протекания технологического оборудования. Вскрытие шурфов показало, что в подвале на отметке —4,800 м при вскрытии бетонного пола толщиной 150–200 мм над бетонной плитой фундаментов стала появляться вода. Так

имеется горизонтальная трещина в каменной перегородке с шириной раскрытия до 5 мм в помещении вентиляционной камеры. Как следствие, отмечена наклонная сквозная трещина в перегородке на втором этаже здания с шириной раскрытия до 20 мм в коридоре. В месте прохождения деформационного шва имеются вертикальные трещины в перегородке второго этажа.

Необходимо отметить, что в месте прохождения деформационного шва наружные и внутренние стены должны разрезаться температурным швом толщиной до 20 мм. Однако этого при строительстве сделано не было, что обуславливает возникновение вертикальных трещин. Имеются трещины в каменных стенах лестничной клетки. Данные трещины также появились из-за разности осадок фундаментов по стенам лестничной клетки. Отмечено, что по наружным стенам здания имеются места с разрушенной отмосткой, как раз в месте нахождения лестничной клетки. При обследовании выявлены места проседания и разрушения бетонного пола, в том числе, и в компрессорной. Проседание пола в компрессорной вызвано наличием на нем тяжелого оборудования, в виде вала, которое раздавило пол и его необходимо убрать из помещения. Отмечено наличие технологической влаги на полу в подвале здания в осях 9–10 и Б-В. Рекомендуется избегать протечек технологической влаги внутри используемых помещений.

Обследование и освидетельствование состояния несущих конструктивных элементов здания выявило наличие в них следующие дефектов и повреждений. Отмечено повреждение полки плиты перекрытия подвала, пробитое отверстие в полке плиты перекрытия подвала. Имеются оголения арматуры в виде отслоения и разрушения защитного слоя бетона. Выявлено разрушение защитного слоя арматуры в плите перекрытия. При обследовании было выполнено определение прочности бетона плит перекрытия, ригелей, колонн и фундаментов. Выявлено, что прочность бетонных конструктивных элементов соответствует проекту. Отмечено, что состояние несущих конструктивных элементов работоспособное, и они способны воспринимать эксплуатационные нагрузки. Разрушения защитного слоя бетона плит перекрытия необходимо заделать по известным техническим решениям. Выявлено наличие следов протечек кровли здания, которые на момент обследования подвергались ремонту. Рекомендуется покрыть следы протечек по потолку и стенам медным купоросом и заново окрасить побелкой.

В качестве ограждающих конструкций здания выполнены стены и перегородки из каменной кладки глиняным кирпичом пластического формования прочностью кирпича не менее М75 на цементно-песчаном растворе М25. Большой частью наружной стены выполнены из навесных панелей из ячеистого бетона. Отмечены разрушения парапетной части каменной кладки лестничной клетки на глубину до 100 мм. Имеются локальные разрушения верхней части каменной кладки на глубину до 100 мм. Имеются

в здании разрушения навесных стеновых панелей. Все эти разрушения наружных стен произошли из-за отсутствия водозащитных металлических отливов над кладкой и панелью из ячеистого бетона, когда они выступают от поверхности вышележащей конструкции. Все эти конструктивные элементы являются самонесущими и могут легко быть отремонтированы нанесением штукатурного раствора с гидрофобными добавками. Необходимо устроить металлические отливы при их отсутствии над выступающими элементами каменной кладки. Отмечено, что состояние оконных переплетов из дерева уже ограниченно работоспособное и их необходимо заменить на окна из ПВХ.

Таким образом, состояние большинства конструктивных элементов здания работоспособное и они могут воспринимать эксплуатационные нагрузки. Рекомендуется выполнить в здании капитальный ремонт и необходимую реконструкцию при замене технологического оборудования.

При выполнении реконструкции технологического оборудования необходимо устроить новую рабочую площадку из металлических конструкций. Фундаменты под рабочую площадку и полы под технологическое оборудование на отметке –2,400 м рекомендуется совместить.

Для защиты основания фундаментов от атмосферной влаги необходимо восстановить вокруг наружных стен здания асфальтобетонную отмостку шириной до 1000 мм и уклоном от стен здания до 3%.

В месте прохождения деформационного шва по наружным стенам и перегородкам здания выполнить разрезку стен швом толщиной 20 мм и с заполнением его гидроизоляцией или монтажной пеной.

Выявить протечки технологической влаги в помещениях и устранить их.

Все имеющиеся трещины в стенах заинъецировать, установить металлическую сетку и оштукатурить цементно-песчаным раствором толщиной 30 мм.

Разрушенные каменные наружные стены переложить красным глиняным кирпичом марки М100 на цементно-песчаном растворе марки М50 на глубину 1/2 кирпича, установить на выступающие каменные стены металлические отливы. Разрушенный наружный слой панелей оштукатурить гидрофобным цементно-песчаным раствором, либо раствором на жидком натриевом стекле составом 1:5 (жидкое стекло: вода).

В помещениях здания убрать ненужные тяжести и другие детали и выровнять просевшие от дополнительной нагрузки полы с применением раствора на жидком натриевом стекле состава 1:10 (жидкое стекло: вода).

У железобетонных конструктивных элементов, имеющих разрушение защитного слоя и оголение арматуры, рекомендуется восстановить защитный слой раствором марки М150.

Имеющиеся следы протечек кровли на потолке и стенах рекомендуется обработать медным купоросом и затем покрасить влагостойкой краской.

Литература:

1. СП50–101–2004. Проектирование и устройство оснований и фундаментов зданий и сооружений. М., 2005–128 с.
2. Общие правила проектирование стальных конструкций. М., 2005–132с.
3. Руководство по инженерно-техническому обследованию, оценке качества и надежности строительных конструкций зданий и сооружений. РТМ 1652–9–89. ПроектНИИ Спецхиммаш. М., 1989. — 124 с.
4. Положение об организации и проведении реконструкции, ремонта и технического обслуживания зданий, объектов коммунального и социально-культурного назначения. Нормы проектирования. ВСН 58–88 (р) /Госкомархитектуры. М.: Стройиздат, 1990. — 32 с.

Некоторые особенности влияния базальтовой фибры на ударную вязкость мелкозернистого бетона

Алексеев Константин Николаевич, младший научный сотрудник;
Захаров Евгений Васильевич, кандидат технических наук, научный сотрудник
Институт горного дела Севера имени Н. В. Черского СО РАН (г. Якутск)

Как известно, одним из способов повышения прочностных показателей строительных материалов на цементном вяжущем является введение в их состав различных армирующих наполнителей, в том числе базальтового волокна (фибры диаметром 10–20мкм) [1, 2].

Проведенными в ИГДС СО РАН исследованиями установлено, что дисперсное армирование мелкозернистого бетона базальтовым волокном является эффективным средством повышения прочности при изгибающих нагрузках [3]. Была показана перспективность использования базальтовой фибры для получения композиционных материалов с высокими эксплуатационными свойствами [3, 4]. В настоящее время сохраняется актуальность дальнейшего проведения работ в этом направлении, к примеру, значительный научный и практический интерес представляют исследования в области

изучения энергетических показателей разрушения композиционных строительных материалов армированных базальтовой фиброй. В связи с этим, были проведены исследования влияния базальтового волокна на изменение ударной вязкости мелкозернистого бетона.

Ударная вязкость мелкозернистого бетона определялась по методу Шарпи, в основном, применяемом для металлов (ГОСТ 9454–78) и пластмасс (ГОСТ 4647–80). Сущность испытаний заключалась в том, что лежащий на двух опорах образец подвергался удару маятника, причем линия удара находилась посередине между опорами. Ударная вязкость образцов (Дж/м²) определялась как отношение работы, затраченной на его разрушение, к площади образца в плоскости удара (рис. 1).

Ввиду отсутствия, каких либо стандартов при исследовании образцов бетона и горных пород на маятниковых

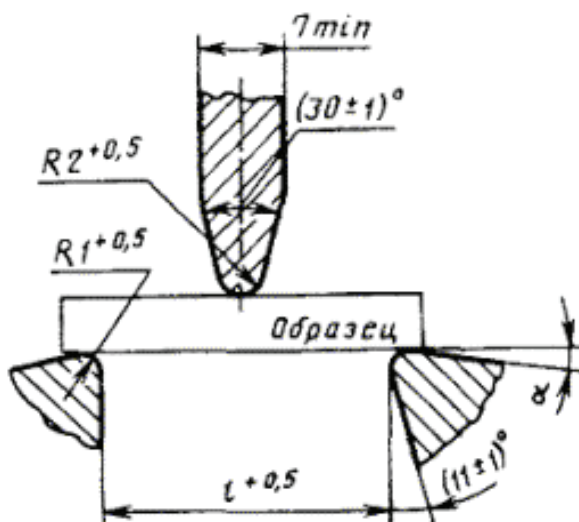


Рис. 1. Испытание по методу Шарпи

копрах, размеры исследуемых образцов подбирались опытным путем [5]. Оптимальные геометрические размеры испытываемых образцов, для испытаний на маятниковом копре БКМ-5-2 с максимальным запасом энергии 50 Дж, составили — 25×25×100 мм. Молот маятника выбирался таким образом, чтобы работа разрушения образца

составляла не менее 10%, но не более 80% запаса энергии маятника. Таким образом, после предварительных испытаний, был выбран молот с запасом энергии 10 Дж. Для более точного разлома образца, в плоскости удара с противоположной стороны наносился U-образный пропилен, концентратор напряжений глубиной 2 мм (рис. 2).



Рис. 2. Образцы размерами 25 × 25 × 100 мм с U-образным концентратором напряжений

В ходе изготовления образцов использовались следующие материалы:

- Рубленное базальтовое волокно (БВ) производства ОАО «Ивотстекло», СБ 12-р-13-к (длина 12мм, Ø 13мкм, крахмальный замасливатель), ТУ 5952–036–05328981–2005;

- Цемент марки М400, производства ОАО ПО «ЯКУТЦЕМЕНТ»;

- Песок (П) речной, карьер «Пригородный» (г. Якутск), сод. ГИП = 0.39%, насыпная плотность 1400кг/м³, Мк = 1,2.

Содержание базальтового волокна в смеси варьировалось от 0 до 2% от массы цемента (табл. 1). Уплотнение фиброцементной смеси проводилось на виброплощадке СМЖ — 539. Образцы выдерживались в эксикаторах

при 100% влажности среды и температуре 20±1°С. Ударная вязкость определялась в возрасте 7 суток.

После разрушения образца рассчитывалась площадь поверхности образованная в месте среза, затем зная затраченную работу (определяемую по шкале копра), вычисляли ударную вязкость разрушения образца (Дж/м²) образца по формуле:

$$\mathcal{E}_n = \frac{W}{2 \cdot S}, \tag{1}$$

где, W — затраты энергии на разрушение образца по маятнику, Дж; S — площадь образованной поверхности, м².

Результаты проведенных испытаний приведены на рисунках 3, 4 и таблице 1.

Таблица 1. Физико-технические характеристики исследуемых составов мелкозернистого бетона

Состав Ц/П	Масса Ц, кг/м ³	Масса П, кг/м ³	В/Ц	Сод БВ., %	УВ., Дж/м ²	Sm*, Дж/м ²	Vm**, %	Отн, %
1/1	860,2	1021,2	0,4	0	735,5	25,4	3,4	100
				1	780,8	58,2	7,5	106,2
				2	988,1	106,9	10,8	134,3
1/2	539,2	1280,2	0,65	0	641,5	15,2	2,4	100
				1	696,5	29,5	4,2	108,6
				2	759,0	65,1	8,6	118,3

*Sm — среднее квадратическое отклонение ударной вязкости исследуемых образцов в серии, ГОСТ 53231–2008;
 **Vm — коэффициент вариации.

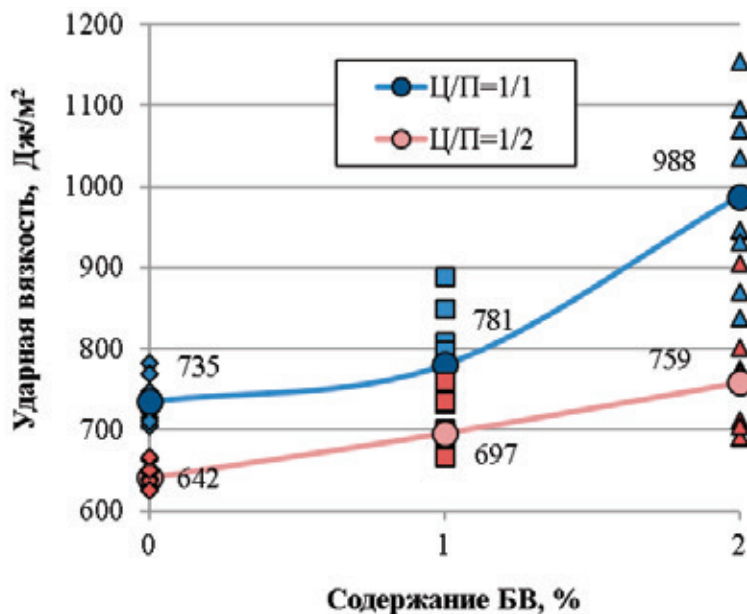


Рис. 3. Изменение ударной вязкости образцов мелкозернистого бетона в зависимости от содержания базальтового волокна и объёмного соотношения Цемента/Песка

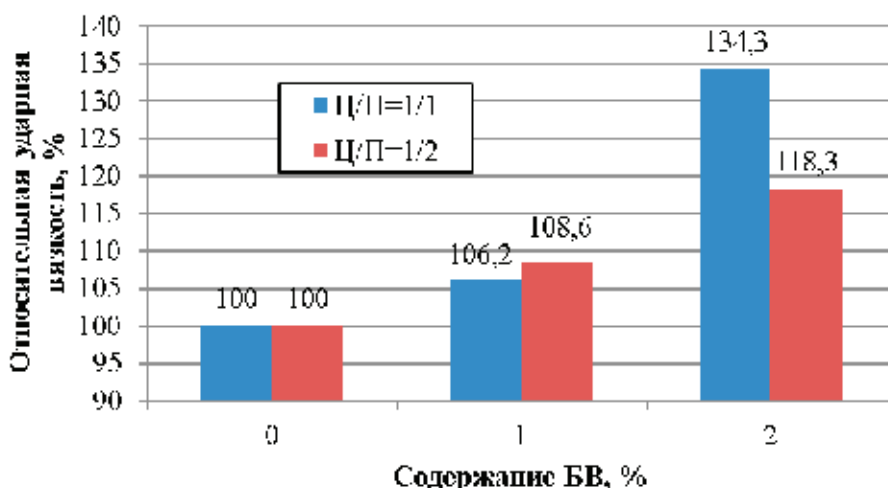


Рис. 4. Относительное изменение ударной вязкости образцов мелкозернистого бетона в зависимости от содержания базальтового волокна и объёмного соотношения Цемента/Песка

Как видно из графиков представленных на рисунках 3 и 4 при введении базальтовой фибры в количестве 2% от массы вяжущего, ударная вязкость бетона возрастает на 18–35% от исходной, в зависимости от объёмного соотношения цемента и песка.

Полученные закономерности могут быть использованы при разработке бетонов с высокими эксплуатационными свойствами, например фибро-армированных торкретбетонов, более стойких к ударным нагрузкам.

Литература:

1. Рабинович, Ф. М. Композиты на основе дисперсно-армированных бетонов. Вопросы теории и проектирования, технологии и конструкции / Ф. М. Рабинович. М.: Изд-во АСВ, 2004. 560 с.
2. Боровских, И. В. Высокопрочный тонкозернистый базальтофибробетон // Автореферат дисс... канд. техн. наук. — Казань, 2009. — 21 с.
3. Алексеев, К. Н. Некоторые особенности влияния технологии введения базальтового волокна (Ø 13 мкм) на предел прочности мелкозернистого бетона при изгибе / Алексеев К. Н. // «Проблемы горных наук: взгляд мо-

- лоды учёных» матер. Республ. науч. конф. молодых ученых и специалистов, посвящ. памяти академика РАН Н. В. Черского. — Якутск: Изд-во АКСаАН, 2014. — с. 6—10.
4. Алексеев, К. Н. Перспективы применения базальто-фиброармированных теплозащитных набрызгбетонных покрытий в условиях рудников криолитозоны / Алексеев К. Н. // «Геокриология — прошлое, настоящее, будущее»: матер. Всерос. науч. молодежного форума посвящ. 50-летию ИМЗ СО РАН. — Якутск: Изд-во ИМЗ СО РАН, 2010. — с. 147—149.
 5. Захаров, Е. В. Определение энергоемкости разрушения известняков на маятниковом копре /Е.В. Захаров// «ЭРЭЛ-2011»: Материалы Всероссийской конференции научной молодежи. — Якутск: Изд-во ООО «Цумори Пресс», 2011. — Том 1. — с. 83—86.

Исследование способов создания активных помех в рамках ведения радиоэлектронной борьбы

Альдебенева Екатерина Петровна, студент;

Шнейдмиллер Виктор Робертович, студент

Научный руководитель: Саноян Ашот Геворкович, доцент

Самарский государственный аэрокосмический университет имени академика С. П. Королева

В работе представлен ряд актуальных аспектов радиоэлектроники и радиоэлектронной борьбы.

Подробно раскрыта проблематика принципиальных и технических ограничений, связанных с созданием активных помех. Рассмотрены этапы развития радиоэлектронной борьбы. Выявлены перспективные пути развития технических систем управления вооружением.

Работа может быть рекомендована студентам старших курсов, аспирантам, физикам-исследователям и инженерам различной отраслевой направленности, специализирующихся в области создания радиолокационных систем и методов обеспечения радиоэлектронной безопасности.

В настоящее время радиоэлектронные средства (РЭС) составляют основу технических систем управления войсками и оружием во всех родах войск. Внедрение РЭС в систему ПВО значительно улучшило её эффективность, так, например: во вторую мировую войну для поражения одного самолета, требовалось расходовать 500—600 снарядов, а это огромные материальные вложения, сейчас же требуется 1—2 боевых зенитных управляемых ракет.

Развитие подобных технологий привело к созданию нового направления борьбы — радиоэлектронная борьба (РЭБ).

Она включает в себя:

- радиоэлектронное подавление
- меры по повышению помехозащищенности;
- мероприятия по электромагнитной совместимости;
- радиотехническую маскировку.

Сущность РЭБ заключается во временном или постоянном снижении эффективности применения средств разведки, оружия, боевой техники противника путем радиоэлектронного или огневого подавления (уничтожения) его радиоэлектронного оборудования, систем управления, разведки, связи. Также РЭБ включает меры по радиоэлектронной защите (РЭЗ) своих информационных систем и радиоэлектронной разведке.

Насыщение современного поля боя информационными системами определяет исключительно важную роль

радиоэлектронной борьбы в современных и будущих войнах. Опыт военных учений последнего времени показал, что даже если одна из противоборствующих сторон имеет подавляющее превосходство в высокоточном оружии, она не может гарантированно рассчитывать на победу, если ее управляющие структуры оказываются подавлены средствами РЭБ.

Таким образом, РЭБ, в настоящее время, является неотъемлемой частью любых боевых действий.

В рамках настоящей работы рассмотрены элементы радиоэлектронной борьбы. Представлены принципы действия активных и пассивных помех.

Этапы становления РЭБ

Развитие РЭБ можно разделить на три этапа.

Первый этап — до 1980 г., когда РЭБ играло небольшую роль в боевых действиях. Операции РЭБ носили поддерживающий характер и заключались в воздействии помехами на вражеские средства разведки и связи.

Второй этап — 1980—1993 гг. Создание концепции комплексного применения сил и средств РЭБ для воздействия на системы боевого управления и связи противника. Она подразумевала согласованное применение средств радиоэлектронного подавления, разведки, дезинформации и огневого поражения для борьбы с вра-

жескими радиоэлектронными системами. Однако несовершенство средств автоматизации, малая пропускная способность каналов связи и отсутствие интегрированной системы управления войсками не позволили использовать весь потенциал РЭБ в боевых операциях.

Третий этап развития РЭБ начался в 1993 г. И длится до настоящего времени. Была создана оперативно-стратегическая теория «информационной войны». Технические средства РЭБ значительно усовершенствовались: завершилась их автоматизация; были созданы интегрированные комплексы связи, разведки, управления и РЭБ.

Таким образом, если на первом этапе РЭБ была одним из видов поддержки ударных сил, на втором — составной частью боевых действий каждого вида вооруженных сил, то на третьем — компонентом информационной войны и одной из составляющих военного потенциала. Данная тенденция наглядно демонстрирует важность исследования и создания средств РЭБ. В частности, особое внимание для изучения требуют активные и пассивные помехи, так как являются ключевыми понятиями в РЭБ

Активные помехи

Активные помехи создаются передатчиком помех, которые настраиваются на частоты подавляемой РЭС противника. Эффект подавления достигается за счет превышения мощности помехи над мощностью сигнала на входе приемного устройства, подавляемой РЭС, либо за счет выбора параметров помеховых сигналов (соответствующей модуляции помехового сигнала).

На рис. 1 представлен типичный случай создания активных помех. Самолет-поставщик помех (ПП) прикрывает помехами самолет-цель (Ц) от ПВО. В зависимости от вида помех эффект прикрытия может быть различным. Сигнал нельзя полностью прикрыть, его можно или замаскировать помехой, или подделать. Отсюда имеются два вида помех:

- маскирующие помехи, с помощью которых отметка цели маскируется так, что её невозможно выделить на фоне помех;
- имитирующие помехи, создающие на экранах РЛС отметки, аналогичные отметкам цели.

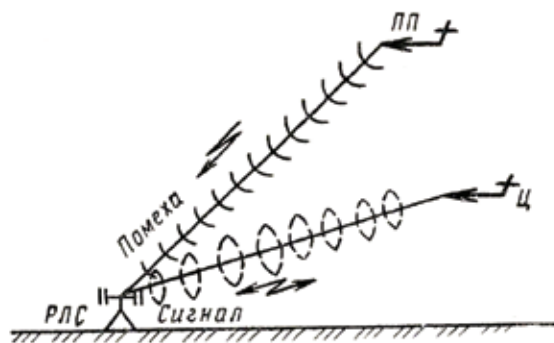


Рис. 1. Принцип создания помех наземным РЛС (Ц—цель, ПП—поставщик помех)

Маскирующие помехи

Скрыть цель можно двумя вариантами:

- Используя большую мощность, можно закрыть весь экран РЛС.
- Можно затемнить некоторые части экрана РЛС.

В наших интересах сделать так, чтобы противник не только не видел ЛА, но и не догадывался о его существовании. Для

этого необходимо замаскировать помехи так, чтобы их нельзя было отличить от естественных помех (рис 2, б) При создании маскирующих помех РЛС, работающей в режиме кругового обзора, отметка цели не наблюдается на засвеченных помехами участках экрана РЛС. На рис. 2, а мы можем наблюдать цель на экране РЛС без помех в ясную погоду. На рис. 2, в мы уже видим маскирующие помехи в действии, на экране РЛС цели не видно, так как её заслонили помехи.

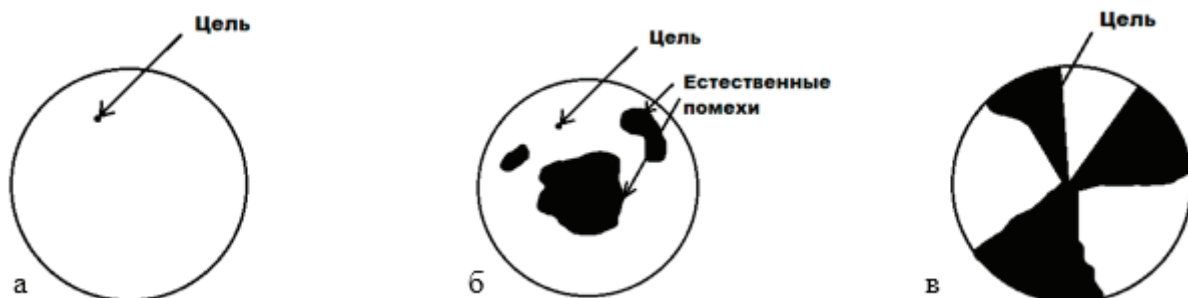


Рис. 2. Экран РЛС кругового обзора: без помех (а); при действии естественных помех (б); при действии имитирующих помех (в)

Передатчики маскирующих помех генерируют радиосигналы, модулированные случайным напряжением (шумом) по амплитуде, частоте или фазе. Находит также применение и так называемая прямошумовая помеха, которая представляет собой шумовой радиосигнал, спектр которого равномерен в определенной полосе частот.

Для создания прямошумовой помехи напряжение источника шумов (например, шумящего диода) подается на усилитель с полосой пропускания Δf_n .

Затем помеховый сигнал усиливается в усилителе мощности и излучается в пространство с помощью антенны. В данном случае сигнал не моделируется, а осуществляется только усиление шумов в заданном диапазоне Δf_n .

Непрерывным условием подавления РЭС маскирующими помехами является попадание в спектральных составляющих помех в полосу пропускания подавляемого приемника. Это можно устроить путем настраивания передатчика на рабочую частоту приемника.

Имитирующие помехи

Имитирующие помехи вносят ложную информацию в подавляемое РЭС противника. Так, при подавлении РЛС они создают на экране РЛС большое количество ложных отметок (Рис. 3).

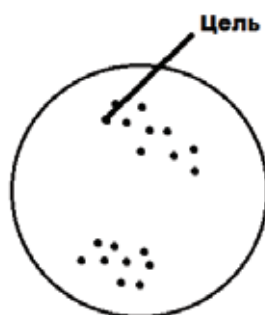


Рис. 3. Экран РЛС кругового обзора при действии имитирующих помех

Для создания подобных помеховых меток, аналогичных сигналу цели, помеховый сигнал должен быть подобен полезному сигналу.

Самым простейшим случаем является создание помеховых отметок путем ретрансляции зондирующего сигнала (сигнал сверхвысокочастотной электромагнитной энергии большой мощности, сформированный передатчиком и излученный в пространство антенной) РЛС с определенной временной задержкой. При этом на экране РЛС наряду с отметкой цели появляется помеховая отметка.

Более эффективна многократная ответная помеха, которая представляет собой серию радиоимпульсов, излучаемых в ответ на принятый сигнал подавляемой РЛС.

Такая помеха создает на экране РЛС ряд следующих друг за другом помеховых отметок.

Заключение

В данной работе были рассмотрены этапы развития РЭБ, и примеры ведения боя. Так же были подробно освещены способы создания помех. На базе этих знаний, можно двигаться в сторону развития создания помех, или же приборов, которые будут устранять технику противника. Или же уйти в защиту, и рассматривать способы обороны.

Однако стоит помнить, что наука не стоит на месте, и решение выше изложенных проблем, возможно, будет найдено не в радиоэлектронике, а на стыке наук.

Литература:

1. Палий, А. И. Радиоэлектронная борьба [Текст] / А. И. Палий. — М.: Вузовская книга, 2009. — 360с.
2. Куприянов, А. И. Теоретические основы радиоэлектронной борьбы [Текст] / А. И. Куприянов, А. В. Сахаров. — М.: Вузовская книга, 2007. — 356 с.

Расчет переходного процесса при включении электропривода в однофазной электрической цепи переменного тока

Аронов Леонид Вячеславович, инженер
Рязанский государственный радиотехнический университет

В статье рассмотрена проблема расчета переходных процессов при коммутации электропривода в однофазной электрической сети переменного тока промышленной частоты. Приводится схема замещения электрической цепи содержащей электропривод и выводится описывающая её система дифференциальных уравнений. Получено численное решение системы дифференциальных уравнений электрической цепи методом Рунге-Кутты 4-го порядка.

Ключевые слова: математическая модель, переходные процессы, численное решение дифференциальных уравнений, электропривод, численные методы.

Процессы коммутации силового оборудования сопровождаются переходными процессами. Результатом их являются искажения и скачки напряжений и токов в электрических сетях, которые приводят к ухудшению параметров электромагнитной совместимости и способны нанести вред соседним электроприемникам. При работе электропривода в составе устройства необходимо обеспечить электромагнитную совместимость с внутренними цепями, в том числе цепями управления, телеметрии, вторичного электропитания и сигнальными шинами. Расчет переходных процессов является одной из актуальных проблем управления электроприводом, т.к. это позволяет спрогнозировать их последствия и принять меры для защиты, как внутренних цепей устройства, так и для электрических сетей.

Методы расчета переходных процессов можно разделить на приближенные, основанные на эмпирических формулах и дающие примерное представление о коммутационных переходных процессах и точные, в основе которых лежит решение дифференциальных уравнений электрической цепи. Для расчета переходных процессов в цепи имеющей несколько реактивных элементов необходима уже система дифференциальных уравнений, которую можно решить двумя способами: классическим и операторным [1]. Результатом является точное аналитическое решение, описывающее закономерности изменения токов и напряжений на участках цепи.

По мере усложнения топологии электрической цепи и увеличении в ней количества реактивных элементов, аналитическое решение также усложняется. В ряде случаев система дифференциальных уравнений может изначально не иметь аналитического решения или же сложность её может быть такова, что получить решение фактически невозможно. В этом случае прибегают к численному моделированию переходных процессов электрической цепи.

Рассмотрим простейшую схему замещения цепи с электроприводом однофазного переменного (50 Гц) тока. Подобный электропривод широко распространен в бытовых приборах: стиральных машинах, холодильниках, пылесосах и т.д., а также имеет распространение на предприятиях малого и среднего бизнеса, вследствие его невысокой стоимости и простоты эксплуатации. Схема замещения представлена на рисунке 1, непосредственно электропривод моделируется активным сопротивлением R_2 и индуктивностью L_2 , подводящая линия электропитания активным сопротивлением R_1 и индуктивностью L_1 . Для коррекции коэффициента мощности вводится конденсатор C .

Соответственно в цепи протекает три неизвестных тока (рисунок 1). На основе законов Кирхгофа и учитывая законы коммутации [1] составим систему дифференциальных уравнений (СДУ), описывающую переходные процессы в схеме:

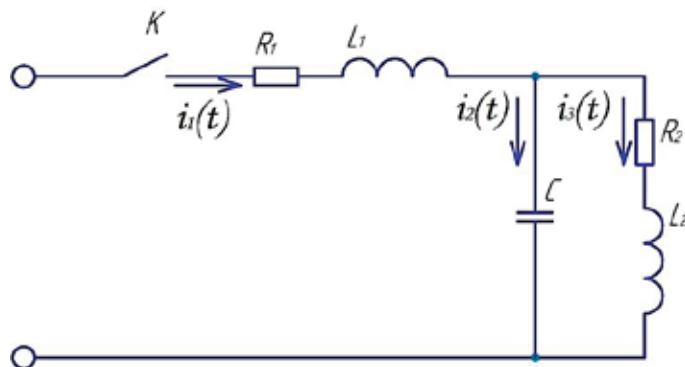


Рис. 1. Схема замещения цепи с электроприводом

$$\begin{cases} R_1 \cdot i_1(t) + L_1 \cdot \frac{di_1(t)}{dt} + u_C(t) = u_{BX}(t) \\ R_2 \cdot i_3(t) + L_2 \cdot \frac{di_3(t)}{dt} - u_C(t) = 0 \\ i_1(t) - i_2(t) - i_3(t) = 0 \end{cases} \quad (1)$$

Учитывая, что ток второй ветви равен

$$i_2(t) = C \cdot \frac{du_C(t)}{dt},$$

Преобразуем выражение (1) к виду:

$$\begin{cases} R_1 \cdot i_1(t) + L_1 \cdot \frac{di_1(t)}{dt} + u_C(t) = u_{BX}(t) \\ R_2 \cdot i_3(t) + L_2 \cdot \frac{di_3(t)}{dt} - u_C(t) = 0 \\ i_1(t) - C \cdot \frac{du_C(t)}{dt} - i_3(t) = 0 \end{cases} \quad (2)$$

Выразим производные искомых токов и напряжений:

$$\begin{cases} \frac{di_1(t)}{dt} = \frac{1}{L_1}(u_{BX}(t) - R_1 \cdot i_1(t) - u_C(t)) \\ \frac{di_3(t)}{dt} = \frac{1}{L_2}(u_C(t) - R_2 \cdot i_3(t)) \\ \frac{du_C(t)}{dt} = \frac{1}{C}(i_1(t) - i_3(t)) \end{cases} \quad (3)$$

Преобразуем систему дифференциальных уравнений (3) к виду [2]:

$$\frac{dx(t)}{dt} = Ax(t) + b(t)$$

В результате получаем СДУ в матричной форме:

$$\begin{bmatrix} \frac{di_1(t)}{dt} \\ \frac{di_3(t)}{dt} \\ \frac{du_C(t)}{dt} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -\frac{R_1}{L_1} & 0 & -\frac{1}{L_1} \\ 0 & -\frac{R_2}{L_2} & \frac{1}{L_2} \\ \frac{1}{C} & -\frac{1}{C} & 0 \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} i_1(t) \\ i_3(t) \\ u_C(t) \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \frac{u_{BX}(t)}{L_1} \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix} \quad (4)$$

Рассмотрим переходный процесс при включении схемы (замыкании ключа К, рисунок 1), в этом случае начальные условия:

$$\begin{bmatrix} i_1(t) \\ i_3(t) \\ u_C(t) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}.$$

Таким образом, решение системы (4) сводится к отысканию решения задачи Коши при нулевых начальных условиях. Решение можно производить любым известным численным методом [3], например: методом Эйлера, Рунге-Кутта, Кутта-Мерсона и т. д.

Для численного решения применим метод Рунге-Кутта 4-го порядка [3], адаптировав его для решения СДУ:

$$K_1^i = Ax_i(t_i) + b(t_i)$$

$$K_2^i = A \left(x_i \left(t_i + \frac{h}{2} \right) + \frac{h}{2} K_1^i \right) + b \left(t_i + \frac{h}{2} \right)$$

$$K_3^i = A \left(x_i \left(t_i + \frac{h}{2} \right) + \frac{h}{2} K_2^i \right) + b \left(t_i + \frac{h}{2} \right)$$

$$K_4^i = A \left(x_i(t_i + h) + hK_3^i \right) + b(t_i + h)$$

$$x_{i+1}(t_{i+1}) = x_i(t_i) + \frac{h}{6} (K_1^i + K_2^i + K_3^i + K_4^i)$$

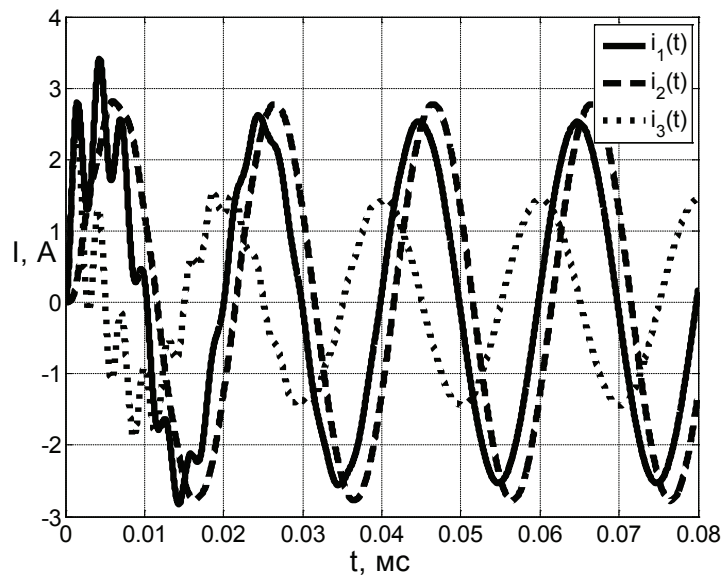


Рис. 2. Переходный процесс в цепи с электроприводом (фаза синусоиды $\phi=0^\circ$)

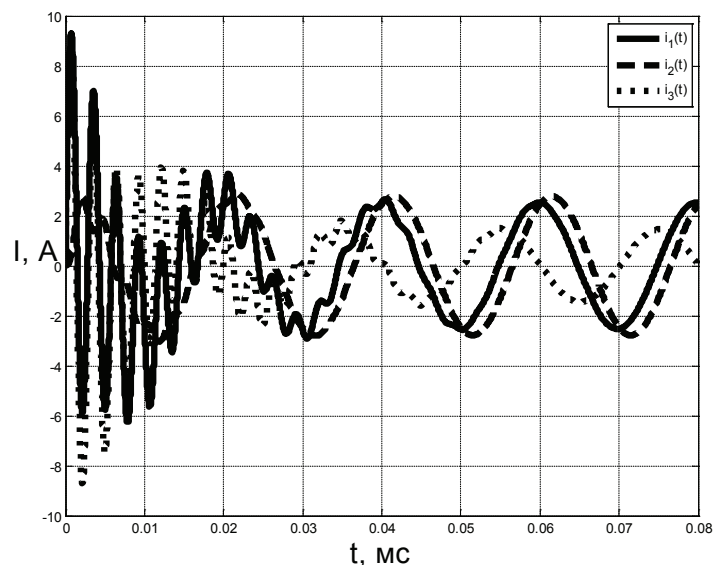


Рис. 3. Переходный процесс в цепи с электроприводом (фаза синусоиды $\phi=90^\circ$)

Для примера, произведем расчет переходного процесса при следующих параметрах цепи: $R_1 = 20\text{ Ом}$, $L_1 = 10\text{ мГн}$, $C = 10\text{ мкФ}$, $R_2 = 100\text{ Ом}$, $L_2 = 100\text{ мГн}$.

На рисунках 2,3 приведены результаты расчета переходных токов в цепи с электроприводом (рисунок 1), при включении моменты времени соответствующие фазам 0° и 90° синусоиды питающего напряжения.

В обоих случаях имеет место бросок тока, причем при включении в момент прохождения синусоиды через нуль, бросок тока составляет 20%, а при включении в момент максимума 210%. Графики иллюстрируют временные диаграммы тока при переходном процессе, по которым возможно определить длительность процесса, его гармонический состав и амплитуду создаваемых им скачков тока. Метод расчета позволяет проводить численное моделирование переходных процессов при различных параметрах схемы замещения и реализуем с помощью стандартных математических пакетов (например, Mathcad, Matlab) на персональном компьютере.

Литература:

1. Бессонов, Л. А. Теоретические основы электротехники [Текст] / Л. А. Бессонов — М.: Высшая школа — 1964 г. — 750 с.
2. System of differential equations [Электронный ресурс] / Режим доступа: <http://www.math.utah.edu/~gustafso/2250systems-de.pdf>
3. Алексеев, Е. Р. Решение задач вычислительной математики в пакетах Mathcad 12, Matlab 7, Maple 9 [Текст] / Е. Р. Алексеев, О. В. Чеснокова — М.: ИТ Пресс — 2006 г. — 469 с.

Зависимость величины электромагнитного излучения мобильных телефонов от марки производителя и года выпуска

Брацук Анна Андреевна, студент;
Иванова Лиана Александровна, студент;
Яншина Эльвира Рафаиловна, студент
Омский государственный технический университет

В данной статье мы рассмотрим влияние электромагнитных излучений мобильных телефонов, в зависимости от марки производителя и года выпуска.

Ключевые слова: *мобильные телефоны, электромагнитное излучение, плотность потока энергии, напряженность.*

В настоящее время сотовые телефоны плотно вошли в жизнь современного человека. Однако при этом мобильные телефоны являются источниками электромагнитного излучения (далее ЭМИ), которое может оказывать негативное влияние на здоровье человека. Так, напряженность магнитного поля мобильных телефонов может неблагоприятно влиять на мозговую активность и сон, провоцировать возникновение опухолей и преждевременное старение [1, 2]. Таким образом, контроль ЭМИ мобильных телефонов актуальным является.

В России существуют санитарно-гигиенические нормы, требованиям которых должны соответствовать сотовые телефоны [3, 4]. Оцениваемым параметром для условий непрофессионального воздействия, являются значения предельно допустимого уровня плотности потока энергии (далее ППЭ) 10 мкВт/см^2 вне зависимости от времени воздействия. В Европе и США для оценки воздействия ЭМИ используется параметр «Удельный коэф-

фициент поглощения электромагнитной энергии» (SAR), который нельзя трансформировать в российские стандарты, это делается лабораторным путем.

Целью данной работы являлось измерение уровня электромагнитного излучения мобильных телефонов различных производителей и годов выпуска, сопоставление полученных данных с допустимыми значениями ЭМИ, выявление наиболее безопасных с точки зрения ЭМИ мобильных телефонов.

В данной работе мы проводили измерение параметров ЭМИ мобильных телефонов с помощью измерителя уровней электромагнитных излучений ПЗ-41 (рис.1) и выбранной к нему антенны-преобразователя с частотой от 0,3–40 ГГц и измерителя параметров электрического и магнитного полей «ВЕ-метр-АТ 002» (рис.2)

В ходе работы были определены значения ППЭ и напряженности электрического поля (далее ЭП) в зависимости от марки и года выпуска сотового телефона



Рис.1. ПЗ-41



Рис. 2. «ВЕ-метр-АТ002»

в ждущем режиме и режиме звонка. Были определены ППЭ 34 сотовых телефонов наиболее популярных производителей различных годов производства. Полученные значения ППЭ приведены на рис.3.

Как видно из диаграммы, значения ППЭ в ждущем режиме гораздо ниже, чем в режиме звонка, также уровень ППЭ сильно отличается в зависимости от модели мобильного телефона. В режиме звонка ППЭ всех изученных телефонов соответствует санитарно-гигиеническим нормам, в то время как в режиме звонка ППЭ телефонов Samsung 2007 и 2009 годов выпуска, а также Nokia Lumia 2013 года выпуска превышают предельно допустимый уровень.

Напряжённость ЭП изученных телефонов составляют 0,5–1,5 В/м в режиме ожидания и от 0,6 до 11 В/м в ре-

жиме звонка. В обычном режиме ни у одного из исследуемых устройств напряжённость ЭП не превышает допустимых значений, принятых в России — 3 в/м. А в режиме звонка допустимые значения напряжённости ЭП превышают следующие марки телефонов: htc (2014), Samsung duos (2007), Nokia (2013), Samsung (2008), Nokia lumia (2014), Nokia xpressmusic (2007), iPhone4s (2011), Samsung (2009), Nokia N-series (2010).

На рис.4 приведены значения ППЭ наиболее распространённых в России марок телефонов (iPhone, Nokia и Samsung) различных годов выпуска. В ходе данного исследования мы выяснили, что производители таких марок, как: iPhone и Samsung добились снижения уровня ЭМИ производимых телефонов, в то время как производители марки Nokia не улучшили данный показатель.

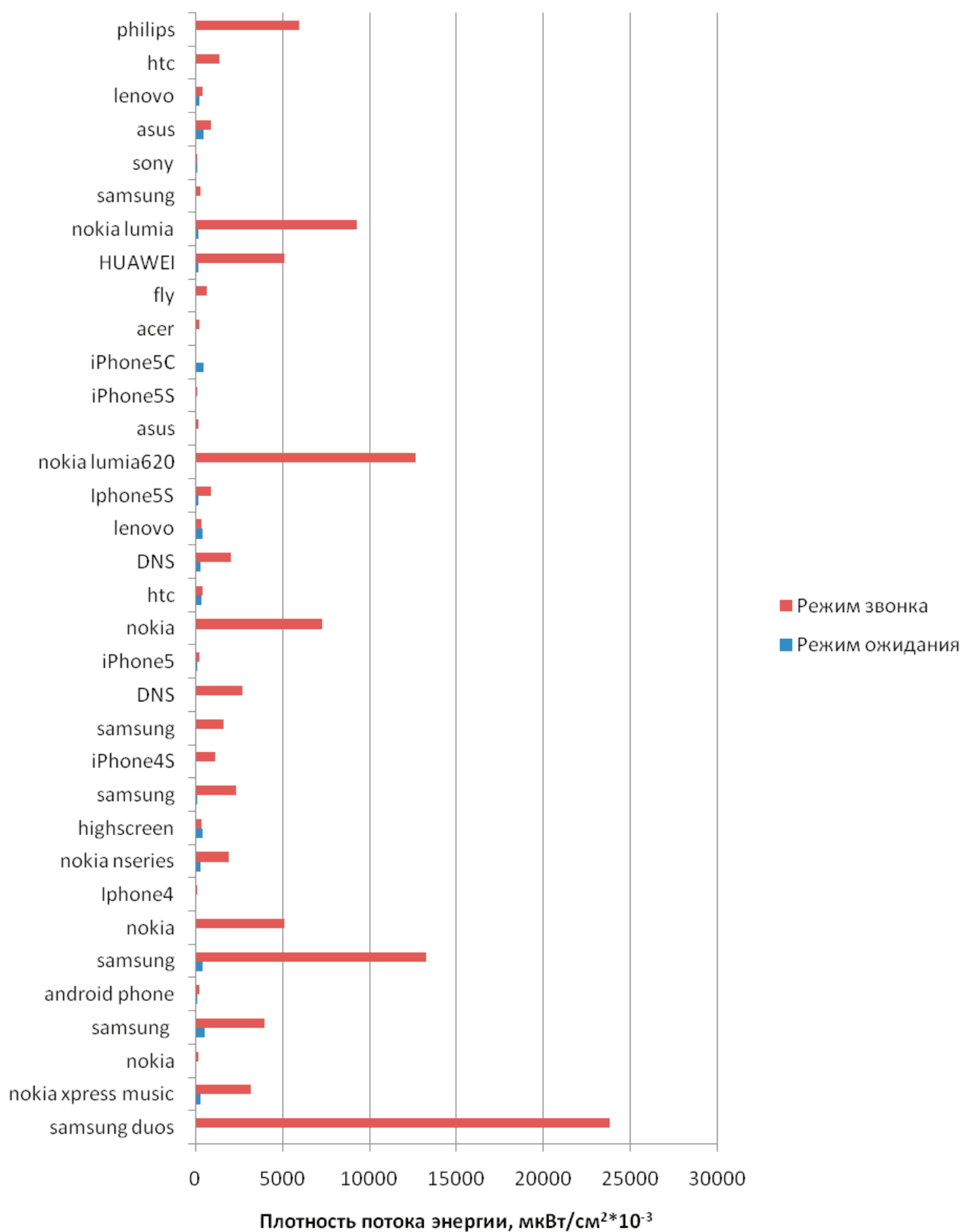


Рис. 3. ППЭ мобильных телефонов в ждущем режиме и режиме звонка

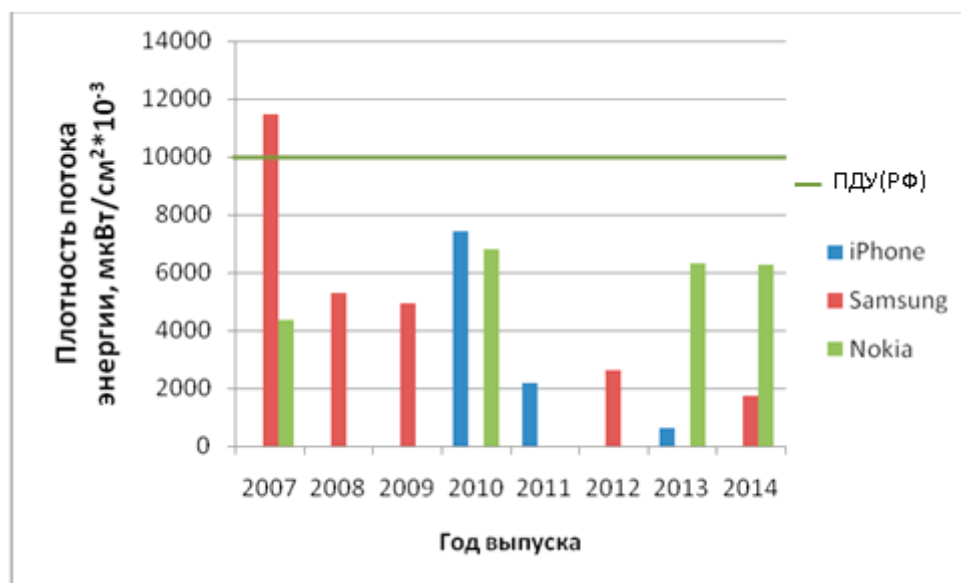


Рис. 4. ППЭ мобильных телефонов производителей iPhone, Samsung и Nokia в режиме звонка в зависимости от года выпуска

Таким образом, мы выяснили, что основное воздействие ЭМИ мобильного телефона идет во время совершения звонков, в то время как в режиме ожидания данное воздействие на порядок ниже. В большинстве случаев уровень ЭМИ зависит в большей степени не от марки,

а от года выпуска телефона: чем старше телефон, тем выше уровень ЭМИ. Производимые в настоящее время мобильные телефоны соответствуют санитарно-гигиеническим требованиям, принятым в России.

Литература:

1. Пасько, В. В., Шевченко П. П., Карпов С. М., Яценко И. А. Воздействие электромагнитного излучения мобильного телефона на нервную систему человека. Успехи современного естествознания, 2014, № 6, 54–55.
2. Рыбалко, С. Ю., Грецкий И. А., Бобрик Ю. В., Верко Н. П., Яценко С. Г. Медико-биологические аспекты воздействия электромагнитного излучения мобильного телефона. Крымский журнал экспериментальной и клинической медицины. 2011. № 1–1., с. 118–124.
3. СанПиН 2.2.4/2.1.8.055–96 «Электромагнитные излучения радиочастотного диапазона (ЭМИ РЧ)» от 8 мая 1996 г.
4. СанПиН 2.1.8/2.2.4.1190–03 «Гигиенические требования к размещению и эксплуатации средств сухопутной подвижной радиосвязи» от 1 июня 2003 г.

Дефекты конструкции плиты пола цеха покраски ООО «ВяткаСтальКонструкция»

Буяков Евгений Александрович, эксперт
ООО «Инженерные решения» (г. Киров)

Рыбаков Алексей Владимирович, эксперт
ООО «Промтеплоэнергис» (г. Киров)

В октябре 2014 года было осуществлено обследование строительных конструкций цеха покраски ООО «ВяткаСтальКонструкция» на предмет визуального осмотра и технического освидетельствования, с определением прочностных характеристик бетона неразрушающими методами, состояния плиты пола.

Общие сведения об объекте: цех покраски ООО «ВяткаСтальКонструкция» — отдельно стоящее од-

ноэтажное здание промышленного назначения, прямоугольной формы с пристроенным котельным помещением. Габариты в осях составляют 12,0х36,0 м. Здание одноэтажное с металлическим каркасом. Общей площадью: 432 м², входящее в комплекс производственных зданий ООО «ВяткаСтальКонструкция», находящееся по адресу: РФ, 610040, Кировская область, г. Киров, ул. Мостовая, 28А.

Цель работы: определение причин возникновения дефектов и повреждений плиты пола — трещин.

На рассмотрение были представлены документы в составе рабочей и исполнительной документации. Дата разработки проекта: 2013 год. Исполнительная документация на выполненные работы: апрель-сентябрь 2014 года. Период строительства объекта: 2013–2014 год. На момент обследования строительно-монтажные и отделочные работы на объекте не завершены.

Было проведено визуальное определение технического состояния плиты пола, фиксация выявленных дефектов и повреждений конструкции. Инструментальное техническое обследование, включающее определение прочностных характеристик бетона плиты с применением неразрушающих и разрушающих методов контроля прочности бетона (отрыв со скалыванием, ультразвуковой метод, метод ударного импульса) непосредственно на объекте, выявление фактически выполненного конструктивного решения — геометрические размеры, армирование, соответствие проектным решениям. Выполнен отбор образцов материала плиты для лабораторного исследования физико-механических параметров — прочности, плотности, водопоглощения, пористости, содержания стальной анкерной фибры в бетоне-матрице.

По результатам обследования установлено: в соответствии с проектной документацией, представленной Заказчиком, в проекте принята следующая конструкция стале-фибробетонной плиты пола:

- плита из тяжелого бетона по ГОСТ 26633–91 класса В25 П4 (ПЗ в соответствии с проектом производства работ) толщиной 200мм;

- для плиты принято комбинированное армирование — сплошная нижняя сетка из арматуры класса А240 (А400) диаметром 6мм с ячейкой 75x75мм (100x100мм) и дисперсное армирование стальной анкерной фиброй FIBREX 2ФЛ 10,6/0,7/40 из расчета 25кг/м³.

- поверхность плиты упрочнялась сухой упрочняющей смесью, мембранным отвердителем MasterKure 113/114;

- плита имеет один деформационный шов в осях «9»-«9'» по всей высоте плиты шириной 10мм;

- продольные температурно-усадочные швы выполнены в виде рабочего шва с разрывом арматурной сетки с последующим пропилом верхней части сечения плиты на глубину 70мм шириной 3мм, шаг пропилов — 8м.

- поперечные температурно-усадочные швы выполняются после бетонирования также пропилом верхней части сечения плиты на глубину 70мм шириной 3мм, шаг пропилов — 8м.

При обследовании выполнено определение прочности бетона плиты и поверхностного слоя, установлено, что:

- плита выполнена из тяжелого бетона по ГОСТ 26633–91 класса В12,5, поверхностный слой имеет прочность В25-В45;

- толщина плиты находится в диапазоне 180–240мм;
- для плиты выполнено комбинированное армирование — сплошная нижняя сетка из арматуры класса

А400 диаметром 6мм с ячейкой 100x100мм и дисперсное армирование стальной анкерной фиброй FIBREX 2ФЛ 10,6/0,7/40 количеством 24,1–27,9 кг/м³ (оценка произведена по нескольким образцам — 4шт.) со средним значением 25,8кг/м³;

- поверхность плиты имеет упрочненный верхний слой;

- плита имеет один деформационный шов в осях «9»-«9'» выполненный с отступлением от проекта;

- продольные температурно-усадочные швы выполнены в виде пропила верхней части сечения плиты на глубину 30–70мм, шаг пропилов — 4м;

- поперечные температурно-усадочные швы выполнены также пропилом верхней части сечения плиты на глубину 30–70мм, шаг пропилов — 4м;

- дефектов и повреждений плиты, связанных с неустойчивым положением основания не выявлено (временная нагрузка на плиту не прикладывалась).

При обследовании плиты пола выявлено наличие системы ортогональных трещин различной шириной раскрытия как совпадающих с распилами на температурно-усадочные швы, так и образованных произвольно (см. рисунок 1).

Шаг трещин составляет 2–12м, ширина раскрытия трещин 2–8мм. Исследование трещин при помощи ультразвукового прибора «Пульсар 1.0» показало, что трещины имеют преимущественно сквозной характер. Измерение глубины трещин производилось как по принятой в России схеме, так и по стандарту BS 1881 р.203. С целью выявления причин образования трещин был проведен комплекс инженерных исследований, в результате установлено:

- отклонения по степени заполнения бетона заполнителем от требований ГОСТ 26633–91;

- применение песка не соответствующего требованиям ГОСТ 26633–91;

- капиллярная структура бетона как мелкопористая.

- средняя плотность образцов бетона составляет 2,1т/м³;

Анализ системы трещин и характер их образования позволил сделать вывод о наиболее вероятной причине их образования — влажностная усадка (уменьшение в объеме). Также период образования трещин характерен для проявления усадки — после набора прочности.

Наиболее значимые факторы, повлиявшие на усадку бетона:

- водоцементное отношение (применен бетон с характеристикой подвижности П4 — осадка конуса 16–20см) — выявлена значительная капиллярная пористость (водопоглощение 20%), что свидетельствует о наличии избыточной воды как фактор, увеличивающий усадку, также пористость приводит к снижению прочности бетона;

- применение пылеватого песка, (исследования показали, что применен очень мелкий песок, что согласуется с паспортом, предоставленным производителем бетонной смеси);



Рис. 1. Характерные дефекты конструкции пола

– снижение содержания крупного заполнителя увеличивает усадку (в соответствии с рецептурой смеси содержание крупного заполнителя 48–50% — по результатам исследований 30–31%);

– снижение плотности бетона увеличивает усадку (плотность бетона 2,1т/м³, при традиционной плотности для тяжелых бетонов 2,2–2,5т/м³);

– отсутствие сцепления бетона с основанием (применена гидроизоляция пленкой);

– свободное деформирование бетона при усадке (в данной конструкции затруднено, так как температурно-усадочные швы из-за своей конструкции не смогли компенсировать усадочные деформации);

– коэффициент армирования (только нижняя сетка с защитным слоем 2см) — в случае применения одной сетки она должна располагаться выше нижней трети сечения, в противном случае сетка не оказывает сопротивления усадке бетона;

– класс бетона (использование фибры для эффективного повышения прочности предъявляет чрезвычайно высокие требования к качеству уплотнения грунтового основания и подбору состава бетонной смеси) — к сожалению в настоящее время отечественная нормативная база применения металлической фибры для устройства полов не развита, отсутствуют стандартизированные практические рекомендации по приготовлению составов бетонных смесей).

Таким образом, образование значительной усадки стало возможно по причине совпадения нескольких неблагоприятных факторов:

– использование литого бетона с повышенной подвижностью по основанию не обеспечивающего необходимого сцепления — в соответствии с проектным решением бетон отделен от основания полиэтиленовой пленкой, что выполнено в действительности и установлено при обследовании — данное обстоятельство в значительной сте-

пени повлияло на проявление усадки и является одной из основных причин повреждения бетона;

– использование бетона пониженной прочности (В12,5 вместо В25), что также установлено при обследовании) привело к снижению эффекта армирования фиброй из-за недостаточной анкеровки ее в слабом бетоне — (2 случая по СП 52–104–2006 п.6.2.6 длина анкеровки фибры с учетом изменения класса бетона составит: $L_{i,an} = \eta_a d_{i,red} R_{i,ser} / R_{b,ser} = 0.6 * 0.7 * 4600 / 92.5 = 20.88 \text{ мм} \geq L_f / 2 = 20 \text{ мм}$), следует отметить, что в соответствии с нормами I минимальный класс бетона матрицы В20, в случае меньшей прочности фибра практически не влияет на изменение прочностных характеристик бетона-матрицы (в пределах 10%);

– свободные деформации усадки для плиты пола такого размера оказались невозможны, разделение температурно-усадочными швами выполнено с отступлением от проекта — глубина прорезей и конструкция стыков,

– наибольшие деформации имеют место в сечениях примыкания к колоннам и стенам, что косвенно подтверждает в качестве причины деформаций влажностную усадку;

– армирование выполнено только в нижней части сечения и не оказало сопротивления деформированию от усадки верхних слоев бетона, высыхающих наиболее неравномерно;

– напряжения в бетоне от усадки, определенные как для материала без учета фибры и арматуры могут составить 2:

$$\sigma_{bt} = \varepsilon_{bt} * \nu_{bt} * E_b = 0,0004 * 0,5 * 21500 = 4,3 \text{ МПа},$$

при сопротивлении бетона растяжению $R_{bt,ser} = 0,975 \text{ МПа}$, т.е. образование трещин возможно с большой вероятностью, так как свободная усадка бетона в плите невозможна, при этом ширина раскрытия трещин составит не менее 0,4мм/м или 0,8–5мм при расстоянии между трещинами 2–12м, что в целом подтверждается данными обследования.

– снижение прочности бетона предположительно связано с нарушением рецептуры (снижение содержания крупного заполнителя, увеличение содержания мелкого заполнителя, повышенное содержание воды), технологии укладки (недостаточное уплотнение и пове-

шенная капиллярная пористость) набора прочности (отсутствие ухода за бетоном и повышенная экзотермия турецкого цемента при которой происходит быстрое образование крупных непрочных кристаллов цементного камня).

Литература:

1. СП 52–104–2006 «Сталефибробетонные конструкции»
2. СНиП 52–01–2003 «Бетонные и железобетонные конструкции»
3. В.М. Бондаренко «Железобетонные и каменные конструкции» ФГУП «Издательство «высшая школа», 2002 год

Анализ горючих материалов двигателя внутреннего сгорания

Васильев Алексей Анатольевич, старший преподаватель;

Горин Леонид Николаевич, старший преподаватель;

Игошин Денис Николаевич, аспирант;

Арнаут Георгий Николаевич, студент

Нижегородский государственный инженерно-экономический университет

Применение горючих материалов на нефтяной основе в будущем времени приведет к дефициту топлива, таких как бензин и дизельное топливо, вследствие истощения мировых запасов нефти. Для предотвращения «остановки» транспортных средств предлагается применять альтернативные виды топлива на растительной основе (рапсовое, подсолнечное и льняное масла), которые возможно добывать путем использования пахотных земель.

Ключевые слова: горючие материалы, нефть, рапсовое масло, подсолнечное масло, льняное масло, дизельное топливо, транспортное средство.

В последние годы в большинстве стран мира решается задача поиска заменителей топлива нефтяного происхождения, запасы которого резко сокращаются, а потребности в топливе растут. Потребление углеводородных топлив в общем энергетическом балансе мира увеличивается, что ведет к поиску альтернативных источников горючего топлива.

Решение этой проблемы пытаются достичь путем сокращения потребления топлива автомобилями, за счет совершенствования рабочего цикла ДВС, но вряд ли может быть достигнуто. Это связано с тем, что известные способы улучшения экономичности, такие как совершенствование топливных систем, систем зажигания, управление процессом газообмена, применение наддува и рециркуляция отработавших газов были уже применены в различных двигателях внутреннего сгорания. Но данные улучшения недостаточно эффективны для кардинального решения проблемы, так как расход топлива уменьшается незначительно.

Растущий интерес к альтернативным видам топлива для легковых и грузовых автомобилей обусловлен следующими существенными выводами: альтернативные виды топлива дают меньше выбросов, усиливающих смог, загрязнение воздуха и глобальное потепление; большин-

ство альтернативных видов топлива производится из неисчерпаемых запасов; использование альтернативных видов топлива позволяет любому государству повысить энергетическую независимость и безопасность.

В мире на данный момент примерно 900 млн. единиц автомобильной техники и приблизительно на 30% состоит из грузовых автомобилей, а на 70% — из легковых и автобусов. Ежегодный прирост автомобилей, с учетом вывода из эксплуатации устаревших и неработоспособных транспортных средств, составляет около 20 млн. Потребление горючего материала на нефтяной основе одним среднестатистическим автомобилем — 2,2 т/год. Таким образом, требуется 6–8 млрд. тонн нефти [2, с. 20–25].

По данным оценки британской компании “British Petroleum” мировые запасы нефти на 2014 год составляют 239,8 млрд. тонн [6].

Уже сейчас абсолютно ясно, что XXI век станет закатом нефтяной эпохи, так как наблюдается снижение темпов добычи нефти в ряде стран, включая Россию, и снижение ее рентабельности наблюдается уже сегодня. И это является основной причиной увеличения стоимости нефтепродуктов, как следствие, накладывает определенные ограничения на развитие экономик отдельных стран и мировой экономики в целом. Большой процент механиче-

ской работы, которую использует человек в своей деятельности, вырабатывается двигателями внутреннего сгорания. Данный факт, заставляет задумываться о поиске альтернативного источника энергии, причем не нефтяного происхождения.

Еще сравнительно недавно аналитики делали вывод, что в ближайшее время растительные масла не смогут составить конкуренцию нефтепродуктам. Стоимость топлив на основе растительных масел и сейчас почти в 3 раза выше, чем нефтяных. Но возможность использования таких топлив интересен с экономической точки зрения только для стран, в избытке располагающих растительными маслами и поэтому в эру дизельных двигателей зависит от мировых рыночных цен на нефтепродукты. Ранее возможность широкого использования растительных масел в качестве дизельных топлив допускалась лишь в критических ситуациях. В настоящее время такой ситуацией становится угроза глобального экологического кризиса. Поэтому поиск альтернативного вида топлива становится более актуальным с течением времени.

К примеру, для замены дизельного топлива могут быть использованы растительные масла. Наиболее перспективными, на данный момент, являются [1, с. 175; 3, с. 50–54; 4; 5]:

1. Рапсовое масло.

Рапс, с экономической точки зрения, позволяет сохранить плодородие и рационально использовать пустующие земли. А также:

- задерживает питательные вещества в почве и улучшает её структуру, хорошо перерабатывает органические удобрения.
- самое распространенное растительное масло и наиболее устойчиво к влиянию низких температур.
- не содержит соединений серы;
- не токсично, не загрязняет грунтовые воды и водоемы (при утечках полностью разлагается в почве в течение трех недель);
- рапсовое масло — самое безопасное горючее (точка воспламенения 325° С)

Преимущество отдается рапсовому маслу, полученному из рапсовых семян способом холодного прессования.

Для производства энергоносителей на базе рапсовых культур не нужны дополнительные субсидии. Ну, а при увеличении площади возделывания рапсовой культуры можно рассчитывать и на снижение цен, на масло у производителей.

2. Подсолнечное масло.

В условиях современности привлекательным представляется использование в качестве топлива для ДВС подсол-

нечного масла. Это обусловлено тем, что это масло традиционно является наиболее распространенным растительным маслом: объем его производства составляет более 70% от общего объема производства растительных масел. Подсолнечное масло может быть использовано в качестве топлива для дизелей, как в чистом виде, так и в виде смеси с дизельным топливом. Из масла получают метиловый эфир, который применяется как самостоятельное топливо или как биодобавка к дизельному топливу. Возможны и другие пути использования этого биотоплива. Но наиболее простым способом применения этого масла представляется работа дизеля на смесях дизельного топлива и подсолнечного масла. Эти два компонента хорошо смешиваются в любых пропорциях, образуя стабильные смеси. Подбором состава этих смесей можно обеспечить такие свойства, близкие к свойствам стандартного дизельного топлива.

3. Льняное масло.

Жирнокислотный состав льняного масла несколько отличается от аналогичного состава наиболее распространенного подсолнечного масла. Так, если подсолнечное масло богато линолевой кислотой, то льняное масло — линоленовой кислотой, имеющей три ненасыщенные связи. В связи с этим льняное масло менее стабильно в окислительных процессах по сравнению с подсолнечным маслом. Низкая окислительная стабильность и высокая окисляемость льняного масла обуславливает его ограниченное время хранения. Если срок хранения подсолнечного нерафинированного масла составляет 38 недель, то у льняного нерафинированного масла — лишь 26 недель, однако просроченное льняное масло может быть использовано в качестве моторного топлива.

Поиском альтернативного вида топлива уже интересуются многие в особенности, предприятия, которые используют много механизированной энергии.

Важно отметить, что перечисленные выше источники топлива не используются в коммерческих целях, поскольку их эффективность невысока на данном этапе развития науки. Ученные утверждают, что ко второй половине 21 века около 30–40% транспортных средств не будут использовать в качестве топлива нефтепродукты. Несомненно, в будущем альтернативное топливо получит распространение, но еще неизвестно какое, так как их преимущества и недостатки до конца не изучены. [7]

Специалисты все более смело и уверенно утверждают, что роль нефти в автомобильной промышленности постепенно будет уменьшаться. Поэтому серьезный технологический прорыв в области альтернативной энергии мы сможем увидеть только в середине века, а окончательно распрощаться с нефтью в конце этого столетия.

Литература:

1. Топлива для современных и перспективных автомобилей: Учеб. пособие / С.В. Беляев, В.В. Беляев; ПетрГУ. — Петрозаводск, 2005 г. — 236 с.
2. Ковалев, В. Е., Гусев А.Л., Шалимов Ю. Н. Оптимизация процессов получения синтез-газа с позиции экономики. // Международный научный журнал «Альтернативная энергетика и экология», № 6, 2010 г.

3. Марков, В. А., Девянин С. Н., Шустер А. Ю, Работа транспортного дизеля на смесях дизельного топлива и подсолнечного масла / Известия Волгоградского государственного технического университета: межвуз. сб. науч. ст. № 7 (55) / ВолгГТУ. — Волгоград, 2009 г. — 88 с.
4. Евдокимов, А. Ю., Фукс И. Г. и др. (Государственная академия нефти и газа им. Губкина) Дизельные топлива... из растений? // Газета «Энергетика и промышленность России», № 3 (55) март 2005 г.
5. В. А. Марков, С. Н. Девянин, В. В. Маркова, Использование подсолнечного масла в качестве топлива для дизелей // «Транспорт на альтернативном топливе» № 5 (17) сентябрь 2010 г.
6. BP Statistical Review of World Energy June 2015. <http://www.bp.com/statistical-review-of-world-energy-2015> (дата обращения 6.11.2015 г.).
7. Альтернативные виды топлива для автомобилей. <http://365cars.ru/alternativnyie-vidyi-topliva> (дата обращения 6.11.2015 г.).

Влияние кавитационно-абразивного износа на шнековые насосы

Васильев Алексей Анатольевич, старший преподаватель;

Игошин Денис Николаевич, аспирант;

Горин Леонид Николаевич, старший преподаватель

Нижегородский государственный инженерно-экономический университет (г. Княгинино, Нижегородская обл.)

Решение проблемы кавитационно-абразивный износа шнековых насосов, является одной из важнейших задач повышения их эксплуатационной износостойкости. Уменьшение этого износа может происходить до тех пор, пока скорость кавитационного износа больше скорости абразивного, учитывая характер зависимостей интенсивности данного износа от содержания в воде взвешенных наносов.

Ключевые слова: насос, жидкости, интенсивность кавитации, кавитационно — абразивный износ.

The effect of cavitation — abrasive wear on the screw pumps

Vasiliev Alexey Anatolievich, senior lecturer;

Igoshin Denis Nikolaevich, postgraduate student;

Gorin Leonid Nikolaevich, senior lecturer

Nizhny Novgorod State Engineering-Economic University (Knyaginino)

A solution to the problem of cavitation — abrasive wear of screw pumps is one of the most important tasks of improvement of their operating durability. The reduction of this wear can occur as long as the speed of cavitation wear of the abrasive more speed, given the nature of the dependency of the intensity of the wear and tear from water is suspended sediments.

Keywords: pump, fluid, intensity of cavitation, cavitation — abrasive wear.

Шнековые насосы обеспечивают равномерную подачу перекачиваемой жидкости. Основными элементами шнековых насосов являются подвижная часть — ротор и неподвижная — статор, а также электродвигатель, приводящий во вращательное движение ротор. При вращении ротора внутри статора между ними образуются расширяющиеся полости для нагнетаемой жидкости, благодаря чему она перемещается из всасываемой полости в нагнетаемую.

Основными неисправностями насоса являются:

- вибрация;
- повышенный уровень шума и изменение его тональности;
- увеличение потребляемой мощности;

— пульсация давления в гидравлической системе.

К повышенной вибрации насоса приводит кавитация (лат. *cavita* — пустота) — физико-химический процесс, в результате которого вода испаряется, а затем вновь превращается в жидкость [1]. Кавитация является причиной возникновения недопустимого шума и изменения тональности работы насоса, а так же нежелательной вибрации, снижающей работоспособность насоса или приводящей к её полной утрате.

Интенсивность кавитационного изнашивания шнековых насосов зависит от формы кавитации, продолжительности работы насосного агрегата в кавитационном режиме и степени ее развития. Степень повреждения в результате кавитации определяется следующими факторами:

– Интенсивность кавитации — чем больше падение давления, тем выше возможность кавитации шнековых насосов.

– Материалы используемые в зоне возникновения кавитации — твердые материалы менее подвержены кавитации.

– Продолжительность воздействия кавитации — чем чаще возникает кавитация на одной и той же поверхности, тем большая вероятность разрушения рабочего органа шнекового насоса.

– Конструкция рабочих органов в зоне кавитации.

При наличии абразивных частиц в рабочей среде наблюдается так же абразивное изнашивание рабочих органов насосного агрегата. При одновременном про-

явлении кавитационного и абразивного изнашивания шнековых насосов общий износ увеличивается.

Вследствие различия механизма протекания кавитационного и абразивного изнашивания насоса, в зависимости от концентрации наносов в воде и износостойкости рабочих органов насоса, совместный кавитационно-абразивный износ протекает по специфическим законам [2].

На рис. 1 линии $a_1 a_2$, $b_1 b_2 b_3$, $c_1 c_2 c_3$ относят к условиям, когда кавитационный износ протекает с значительным «инкубационным» периодом. Линия $a_1 a_2$, характеризует износ в том случае, когда продолжительность его меньше длительности «инкубационного» периода. Кавитационный износ в этом случае отсутствует и наблюдается обычный гидроабразивный.

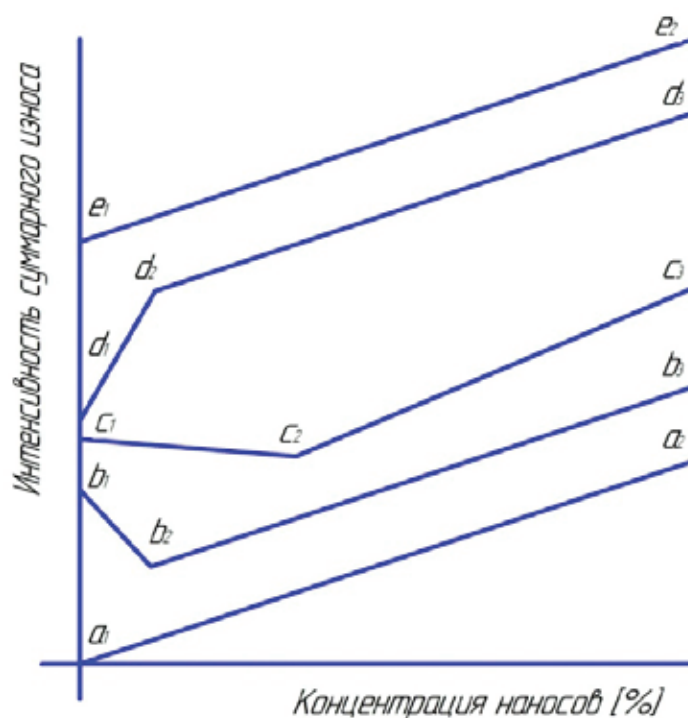


Рис. 1. Характер зависимостей интенсивности кавитационно-абразивного износа от содержания в воде взвешенных наносов [3]

На участке $b_1 b_2$ по мере увеличения содержания наносов в воде, наблюдается уменьшение общего износа. Это происходит потому, что кавитационный износ начинается с образования микротрещин в поверхностном слое металла, которые впоследствии распространяются вглубь и приводят к выколу относительно больших объемов металла. При абразивном же износе происходит сошлифование тонкого слоя металла, что предотвращает поверхность от зарождения кавитационных трещин и выкола.

Уменьшение кавитационно-абразивного износа может происходить до тех пор, пока скорость кавитационного износа несколько больше скорости абразивного. Как только в результате увеличения концентрации взвешенных наносов скорость абразивного износа начинает превышать

скорость кавитационной эрозии, на участке $b_2 b_3$ происходит возрастание интенсивности общего износа.

Линия $c_1 c_2$ характеризует износ в том случае, когда скорость кавитационного износа значительно опережает скорость абразивного. В этот момент интенсивность воздействия абразивных частиц недостаточна для изменения хода кавитационного износа. На участке $c_2 c_3$ увеличивается совместный износ в результате увеличения концентрации абразивных частиц в рабочей среде.

Линия $d_1 d_2 d_3$ характеризует условия, когда интенсивность кавитационной эрозии очень велика, а изнашиваемый материал очень пластичен (медь, алюминий, свинец и т.п.). В данном случае под воздействием кавитации поверхность металла покрывается беспорядочно нагроможденными наплывами пластически выдавленного металла.

Наличие в рабочей среде абразивных частиц способствует удалению наплывов и износ резко увеличивается (линия d_1 , d_2). При дальнейшем увеличении концентрации наносов этот эффект оказывается слабее (линия d_2 , d_3).

Линия e_1 , e_2 соответствует самой большой интенсивности кавитационной эрозии. Наличие в рабочей среде абразивных частиц сказывается лишь в простом наложении абразивного износа на кавитационный.

Литература:

1. Жеребков, С. К. Крепление резины к металлам. — М.: Госхимиздат. — 1956. — 163с.
2. Федоткин, И. М., Гулый И. С. Кавитация, кавитационная техника и технология, их использование в промышленности (теория, расчеты и конструкции кавитационных аппаратов). Ч.1. — К.: Полиграфкнига. — 1997. — 940 с
3. Карелин, В. Я. Износ лопастных гидравлических машин от кавитации и наносов. — М.: Машиностроение. — 1970. — 173 с.

Быстрый метод пространственно-векторной широтно-импульсной модуляции

Демкин Василий Иванович, кандидат технических наук, доцент;

Бодрова Анна Александровна, магистрант;

Логвин Василий Игоревич, магистрант;

Звягинцев Богдан Игоревич, магистрант

Национальный исследовательский университет «МИЭТ» (г. Москва)

Широтно-импульсная модуляция — процесс управления мощностью, подводимой к нагрузке, путём изменения скважности импульсов, при постоянной частоте.

Напряжение переменного тока зависит от двух параметров: амплитуды и частоты. Важно контролировать эти два параметра. Наиболее эффективно контролировать эти параметры с помощью методов широтно-импульсной модуляции.

Метод пространственно-векторной широтно-импульсной модуляции один из самых популярных методов в последнее время (SVPWM) [2], [3]. Этот метод в результате дает более высокую величину выходного опорного напряжения по сравнению с синусоидальной ШИМ. Однако, метод пространственно-векторной широтно-импульсной модуляции использующийся в трехуровневых преобразователях более сложный из-за большого количества переключения состояний инвертера.

Пространственно-векторная широтно-импульсная модуляция

В пространственно-векторной широтно-импульсной модуляции выходное напряжение аппроксимируется с помощью трех выходных векторов, исходящих из углов треугольника, содержащего опорный вектор в пространственно-векторной диаграмме инвертера. Когда опорный вектор переходит из одной области в другую, он может вызвать резкое изменение выходного вектора. Кроме того, мы должны рассчитать переключающую последовательность и время переключения состояний при каждом изменении направления опорного напряжения.

Основным преимуществом этого метода является то, что он будет генерировать меньше гармонических искажений в выходных напряжении и токе [1].

Основной принцип предлагаемого метода SVPWM

В работе представлен простой и быстрый метод, который делит пространственно-векторную диаграмму пятиуровневого инвертера в две стадии на несколько небольших шестиугольников, каждый шестиугольник — это пространственно-векторная диаграмма двухуровневого инвертера.

Мы должны сделать два упрощения: во-первых, пространственно-векторная диаграмма пятиуровневого преобразователя состоит из шести пространственно-векторных диаграмм трехуровневого инвертеры. Во-вторых, каждая из этих диаграмм для трехуровневого инвертера делится на шесть пространственно-векторных диаграмм инвертера второго уровня [1].

Первая коррекция вектора опорного напряжения

Зная местоположение заданного опорного вектора напряжения, выбираем один шестиугольник из шести небольших, которые содержат пространственно-векторную диаграмму пятого уровня на рис. 1. Там существуют некоторые области, которые перекрываются двумя соседними маленькими шестиугольниками. Эти области будут разделены поровну между двумя шестиугольниками, как показано на рис. 2. Каждый шестиугольник идентифицируется по количеству определенных S , как приведено в табл. 1

После выбора одного шестиугольника, мы делаем перемещение опорного вектора V^* в сторону центра этого шестиугольника, как это показано на рис. 3. Это перемещение сделано путем вычитания центрального вектора выбранного шестиугольника от первоначального опорного вектора.

В таблице 3 даны компоненты D и Q опорного напряжения V^{3*} после перемещения для всех шести шестиугольников. Индекс (3) или (5) выше компоненты указывает на трех- или пятиуровневый случаи соответственно.

Таблица 1. Выбор шестиугольников в зависимости от угла φ

Шестиугольник «S»	Расположение опорного напряжения вектором фазового угла « θ »
1	$-\frac{\pi}{6} < \theta < \frac{\pi}{6}$
2	$\frac{\pi}{6} < \theta < \frac{\pi}{2}$
3	$\frac{\pi}{2} < \theta < 5\frac{\pi}{6}$
4	$5\frac{\pi}{6} < \theta < 7\frac{\pi}{6}$
5	$7\frac{\pi}{6} < \theta < 3\frac{\pi}{2}$
6	$3\frac{\pi}{2} < \theta < -\frac{\pi}{6}$

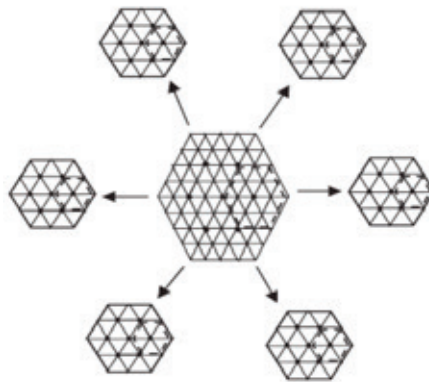


Рис. 1. Декомпозиция пространственно-векторной диаграммы пятиуровневого инвертора

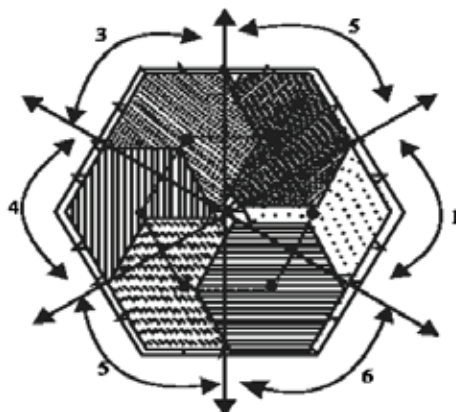


Рис. 2. Разделение пересекающихся областей

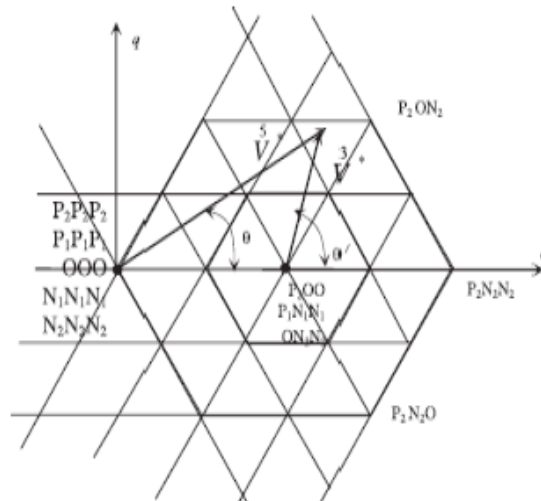


Рис. 3. Первый перенос вектора опорного напряжения

Вторая коррекция вектора опорного напряжения

Имеется выбранная схема инвертора третьего уровня, знаем расположение перемещенного вектора, выбран один шестиугольник среди шести небольших, которые содержат эту трехуровневую схему (рис. 4). Здесь также перекрывающиеся области поровну разделены между двумя шестиугольниками. После выбора одного шестиугольника, мы делаем перемещение опорного вектора V^* по

направлению к центру этого шестиугольника, как показано на рисунке 5.

Этот перевод сделан путем вычитания центрального вектора шестиугольника из исходного опорного вектора. В таблице 4 даны компоненты D и Q опорного напряжения V^{2*} после переноса для всех шести шестиугольников. Индекс (2) или (3) над компонентом указывает на двух- или трехуровневый случай соответственно.

Таблица 2. Первая коррекция вектора опорного напряжения

S	V_d^{3*}	V_q^{3*}
1	$V_d^{5*} - \frac{1}{2} \cos(0)$	$V_q^{5*} - \frac{1}{2} \sin(0)$
2	$V_d^{5*} - \frac{1}{2} \cos(\frac{\pi}{3})$	$V_q^{5*} - \frac{1}{2} \sin(\frac{\pi}{3})$
3	$V_d^{5*} - \frac{1}{2} \cos(\frac{2\pi}{3})$	$V_q^{5*} - \frac{1}{2} \sin(\frac{2\pi}{3})$
4	$V_d^{5*} - \frac{1}{2} \cos(\pi)$	$V_q^{5*} - \frac{1}{2} \sin(\pi)$
5	$V_d^{5*} - \frac{1}{2} \cos(\frac{4\pi}{3})$	$V_q^{5*} - \frac{1}{2} \sin(\frac{4\pi}{3})$
6	$V_d^{5*} - \frac{1}{2} \cos(\frac{5\pi}{3})$	$V_q^{5*} - \frac{1}{2} \sin(\frac{5\pi}{3})$

Определение времени задержки

После скорректированного опорного напряжения V^{2*} и определения соответствующего шестиугольника, мы можем применить обычный двухуровневый метод пространственно векторной ШИМ для расчета времени за-

держки; единственное различие между двухуровневой SVPWM и пятиуровневой SVPWM — в первых двух уравнениях появляется коэффициент 4, как показано в формулах (1–3). Оставшаяся процедура осуществляется как для обычного метода SVPWM для двухуровневого инвертора, и получаются два импульса одинакового уровня.

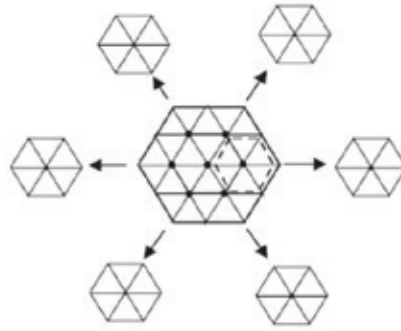


Рис. 4. Декомпозиция пространственно-векторной диаграммы трехуровневого инвертора на 6 шестиугольников

Таблица 3. Первая коррекция вектора опорного напряжения

S	V_d^{2*}	V_q^{2*}
1	$V_d^{3*} - \frac{1}{4} \cos(0)$	$V_q^{3*} - \frac{1}{4} \sin(0)$
2	$V_d^{3*} - \frac{1}{4} \cos(\frac{\pi}{3})$	$V_q^{3*} - \frac{1}{4} \sin(\frac{\pi}{3})$
3	$V_d^{3*} - \frac{1}{4} \cos(\frac{2\pi}{3})$	$V_q^{3*} - \frac{1}{4} \sin(\frac{2\pi}{3})$
4	$V_d^{3*} - \frac{1}{4} \cos(\pi)$	$V_q^{3*} - \frac{1}{4} \sin(\pi)$
5	$V_d^{3*} - \frac{1}{4} \cos(\frac{4\pi}{3})$	$V_q^{3*} - \frac{1}{4} \sin(\frac{4\pi}{3})$
6	$V_d^{3*} - \frac{1}{4} \cos(\frac{5\pi}{3})$	$V_q^{3*} - \frac{1}{4} \sin(\frac{5\pi}{3})$

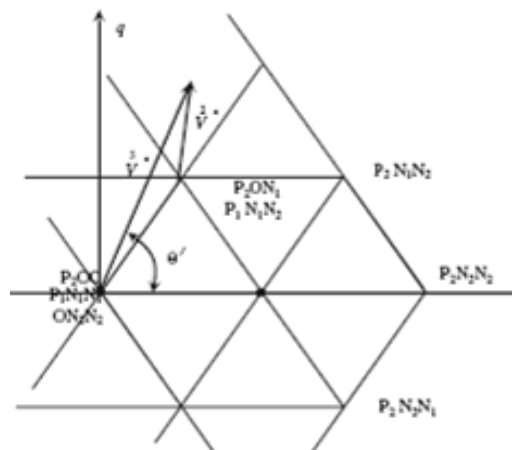


Рис. 5. Второй перенос вектора опорного напряжения

$$T_1 = 4 \cdot \left[\frac{|V^{2*}| \cdot T_s \cdot \sin(\frac{\pi}{3} - \alpha)}{\sin(\frac{\pi}{3})} \right] \quad (1) \quad T_2 = 4 \cdot \left[\frac{|V^{2*}| \cdot T_s \cdot \sin(\alpha)}{\sin(\frac{\pi}{3})} \right] \quad (2)$$

$$T_0 = T_s - T_1 - T_2 \quad (3)$$

Литература:

1. Y. Liu, X. Wu, L. Huang, Implementation of three level inverter using a novel Space vector modulation 342 The European Physical Journal Applied Physics algorithm, Proc. IEEE Conf. on Power System Technology, Power Con 2002, 13–17 Oct. 2002, Vol.1, pp. 606–610.
2. S. Wei, B. Wu, A General space vector PWM control algorithm for multilevel inverters, Eighteenth Annual IEEE on Applied Power Electronics Conference and Exposition, APEC'03, 9–13 Feb. 2003, Vol. 1, pp. 562–568
3. G. S. Perantzakis, F. H. Xepapas, S. N. Manias, Efficient predictive current control technique for multilevel voltage source inverters, Proc. 11th EPE European Conference on Power Electronics and Applications, Dresden, 2005

Метод ультразвукового упрочнения поверхностей узлов и деталей авиационных газотурбинных двигателей как одна из перспективных технологий в авиастроении

Коновалов Дмитрий Игоревич, студент
Московский физико-технический институт

Ширваньянц Григорий Геннадиевич, аспирант
Московский авиационный институт

В настоящий момент изготовление газотурбинных двигателей (ГТД), несмотря на достигнутое высокую степень их технического совершенства, является одной из интенсивно развивающихся отраслей промышленности. На их основе создаются стационарные газотурбинные установки для выработки электроэнергии, приводы для наземного и водного транспорта. Уже сегодня требуется модернизировать и создавать двигатели пятого поколения с повышенными физико-механическими свойствами.

В конструкциях перспективных ГТД военного и гражданского назначения предполагается использование компрессоров низкого (КНД), высокого (КВД) давления и турбин с применением в них блисков, импеллеров и моноколёс. Состояние поверхностного слоя конструкционного материала, применяемого в деталях и сборочных единицах (ДСЕ), представляет собой важный фактор, определяющий эксплуатационные характеристики изделия. Это вызвано тем, что разрушение конструкционного материала детали обычно начинается с её поверхности, а это приводит не только к потере необходимой прочности, но и к ухудшению условий нормальной работоспособности детали.

Упрочнение поверхностного слоя конструкционного материала позволяют решить многие важнейшие технические задачи, но разработка и реализация таких технологических методов упрочнения представляет собой исключительно сложную проблему науки и производства.

Надёжность ГТД и механизмов во многом зависит от усталостной прочности тяжело нагруженных при работе деталей. Усталостные разрушения деталей практически всегда начинаются с поверхностного слоя, где обычно имеется значительное количество различных дефектов. Упрочнение методом поверхностного пластического деформирования является эффективным технологическим способом повышения усталостной прочности деталей.

В мировой практике, при производстве ГТД используются установки для ультразвукового упрочнения деталей. Основным узлом данной установки является колебательная система, состоящая из магнитострикционного или пьезокерамического преобразователя, рабочей камеры, в которую помещается обрабатываемая деталь и стальные шарики. Все ультразвуковые устройства оснащаются надёжной звукоизоляцией.

В процессе ультразвукового упрочнения поверхностный слой подвергается пластической деформации-наклепу. При этом повышается сопротивление деформации и твердость поверхности, изменяется микрогеометрия поверхности, уменьшается количество микроконцентраторов напряжений. Меняется величина и знак остаточных напряжений.

Глубина и степень наклёпа, в значительной степени влияют на прочность деталей. Под степенью наклёпа понимается отношение микротвёрдости поверхностного слоя к микротвёрдости сердцевины, выраженное в процентах.

Существенную роль играет величина и знак остаточных напряжений. В процессе эксплуатации растягивающие напряжения складываются с действующими циклическими растягивающими напряжениями, ускоряется процесс разупрочнения и образования усталостных трещин.

Ультразвуковое упрочнение позволяет улучшить такие эксплуатационные характеристики поверхностного слоя, как опорная поверхность, контактная жёсткость и коэффициент трения скольжения.

К достоинствам ультразвукового упрочнения следует также отнести возможность применения данной технологии для упрочнения поверхностного слоя деталей, имеющие сложнопрофильную геометрию. При этом достигается выгодное распределение внутренних напряжений

в металле и такое структурное состояние, при котором удастся повысить в два-три раза запас прочности деталей, работающих при переменных нагрузках, и увеличить срок их службы в десятки раз.

Данная статья описывает исследование технологического процесса ультразвукового упрочнения моноколёс и лопаток. А именно исследование величины и глубины залегания остаточных напряжений в поверхностном слое образцов деталей после ультразвукового упрочнения.

Для того чтобы оценить эффективность упрочняющей ультразвуковой обработки шариками проточной части лопаток и моноколес была использована специальная установка «Stressonic», французской марки SONATS. Оценка производилась по критерию остаточных напряжений и был определён следующий порядок исследований:

1. Из листа проката материала ВТ-6 толщиной 4мм вырезают фрезерованием пластины размером 200x200мм, из которых в свою очередь электроэрозионным методом вырезают образцы размером 20x4xH четырех типов:

$H = 4\text{мм}$ (прокат), $H = 3_{-0,1}\text{мм}$, $H = 2_{-0,1}\text{мм}$, $H = 1,7_{-0,2}\text{мм}$.

2. Образцы всех типов последовательно размещают в гнездах прямоугольной формы на технологической лопатке и закрепляют в соответствии с технологией.

3. Производят обработку в течение установленного времени.

4. Обработанные образцы исследуют на распределение остаточных напряжений.

5. Результаты анализируют, устанавливают закономерность распределения напряжений по сечениям лопаток различной толщины.

6. На упрочнённом моноколесе проводятся усталостные испытания.

7. Анализируются результаты усталостных испытаний моноколеса.

8. По результатам усталостных испытаний и результатам определения распределения остаточных напряжений принимается решение об эффективности технологии ультразвукового упрочнения моноколёс.

Для гарантии надёжности изделия, при разработке конструкторской и технологической документации, при обеспечении технологических процессов необходимо учитывать и контролировать такие параметры качества, как шероховатость, наклёп и остаточные напряжения в поверхностном слое детали. Требования к качеству поверхности деталей подлежат проверке при сертификации производства.

Центральный институт авиационного моторостроения (ЦИАМ) разработал «Руководство по нормированию остаточных напряжений в поверхностных слоях» опытных и серийных деталей ГТД. Устанавливаемые нормы регламентируют:

- величину максимальных напряжений сжатия в поверхностном слое;
- глубину распространения сжимающих напряжений;
- величину максимальных подслоиных растягивающих напряжений.

ЦИАМ регламентирует методику определения, проведения контроля, оценку результатов контроля и назначение норм на остаточные напряжения для деталей двигателей.

В «Руководстве» приводятся формулы статистической обработки результатов измерений остаточных напряжений с целью выявления среднего значения нормируемой величины и её допустимого отклонения. Также приводятся рекомендуемые нормы на параметры остаточных напряжений в лопатках турбин и компрессоров.

Механическим методом по Давиденкову определяют напряжения 1-го рода. Механический метод определения остаточных напряжений основан на вырезке из детали образца и послойном удалении исследуемых слоев путём электрохимического травления. При этом происходит нарушение равновесия, в результате чего образец деформируется. По величине изменения деформации оставшейся части образца, с изменением глубины залегания исследуемых слоёв, рассчитывают остаточные напряжения.

В основу расчётов остаточных напряжений положен принцип обратных напряжений, поскольку измеряется деформация образца, возникающая как результирующая составляющая сил, действующих вдоль вновь образовавшихся поверхностных слоёв в результате электрохимического травливания исследуемых слоёв. Процесс травления подобран таким образом, что не создаёт побочной деформации образца.

Механический метод получил наибольшее распространение не только из-за своей простоты, но и вследствие того, что он использует представления о напряжениях и деформациях механики твёрдого тела как при расчётах деталей на прочность, жёсткость и устойчивость.

При механической обработке детали остаточные напряжения в разных направлениях могут отличаться не только по величине, но и по знаку. При дробеструйных методах упрочнения и виброобработке остаточные напряжения в разных направлениях одинаковы, если снята наследственность предыдущих операций.

Обычно определяют распределение остаточных напряжений по глубине залегания исследуемых слоев вдоль главных направлений, совпадающих с направлением действия рабочих нагрузок или с направлением обработки поверхности.

Наиболее простыми являются измерения в призматических образцах, в предположении об одноосном напряжённом состоянии образца.

В случае потребности определения плоского напряжённого состояния, необходимо вырезать на плоскости три образца под углом 45° . Вырезка образцов не должна вносить изменения в поверхностное напряжённое состояние, подлежащее исследованию. Вырезку образцов необходимо производить электроэрозионным методом проволокой на «мягких» режимах.

Не допускается в процессе изготовления образцов приносить воздействия, способные нарушить собственное напряжённое состояние образца: дорабатывать напиль-

ником, гнуть, наносить царапины и вмятины на исследуемую поверхность.

Процесс ультразвукового упрочнения моноколес на базе специальной установки «Stressonic», французской марки SONATS, представляет следующую последовательность:

1. Моноколесо помещается в ультразвуковую камеру;
2. В ультразвуковую камеру помещается необходимое для обработки количество дроби;

3. Закрывается верхний колпак;
4. Включается программа обработки моноколеса на ЭВМ установки;
5. По завершении цикла обработки установка в автономном режиме завершает процесс упрочнения;
6. Открывается верхний колпак;
7. Из ультразвуковой камеры извлекается дробь;
8. Моноколесо извлекается из ультразвуковой камеры.

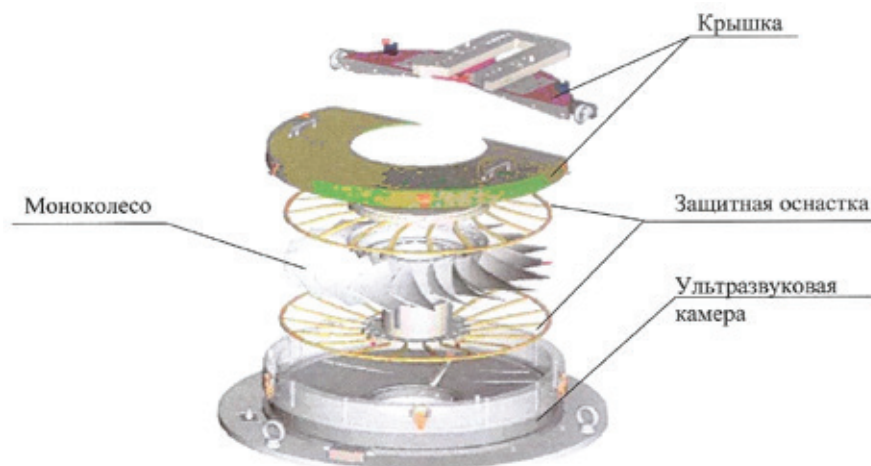


Рис. 1. Схема установки моноколеса в ультразвуковой камере

Режим обработки моноколеса представлен в следующей последовательности:

1. Управляющая программа обработки — «Big Blisk»;
2. Номинальная частота генератора — 20кГц;
3. Давление воздуха в сети $P= 40-45\text{МПа}$ ($4-4,5\text{кгс}/\text{см}^2$);
4. Частота вращения детали — $0,5\pm 0,2\text{об}/\text{мин}$;
5. Время обработки детали — 11 часов;
6. Диаметр и материал микрошариков — 1,5мм из стали 100С6 аналогШХ15 (ГОСТ 3722-81);
7. Масса шариков — $170\pm 0,1\text{гр}$;
8. Срок службы микрошариков — 110 часов.

По окончании обработки производится визуальный осмотр обработанных поверхностей на предмет оценки

сплошности покрытия и равномерности упрочняющей обработки. Не допускается:

- наличие неупрочнённых зон в местах подлежащих упрочнению;
- наличие рисок, забоин и следов постороннего механического воздействия на поверхности детали, после упрочнения.

Для оценки глубины и степени наклёпа, а также структуры и глубины изменённого в результате ультразвукового упрочнения поверхностного слоя в металлографической лаборатории проводились исследования на четырёх образцах из сплава ВТ-6.

При внешнем осмотре упрочнённых поверхностей всех четырёх образцов видно, что поверхность на образце № 1 с более грубым рельефом, чем у трёх остальных (Рис. 2).

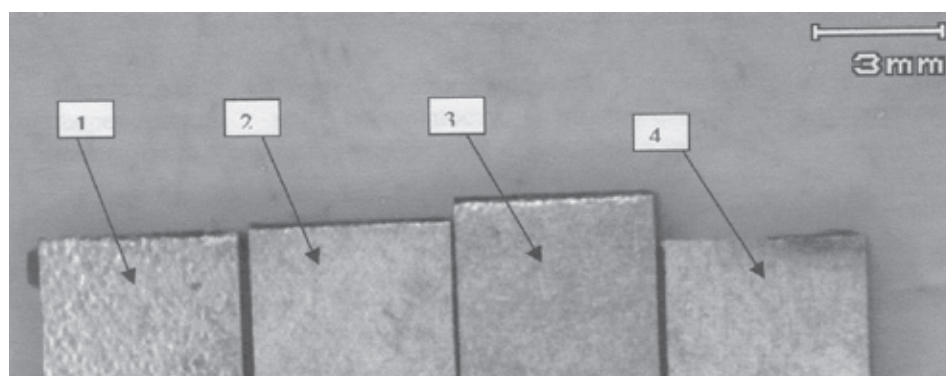


Рис. 2. Внешний вид всех упрочненных поверхностей

Исследованием микрошлифов изготовленных в поперечном сечении установлено:

– микроструктура материала всех четырёх образцов соответствует 3–4-му типу 9–ти типной шкалы микроструктур титановых сплавов.

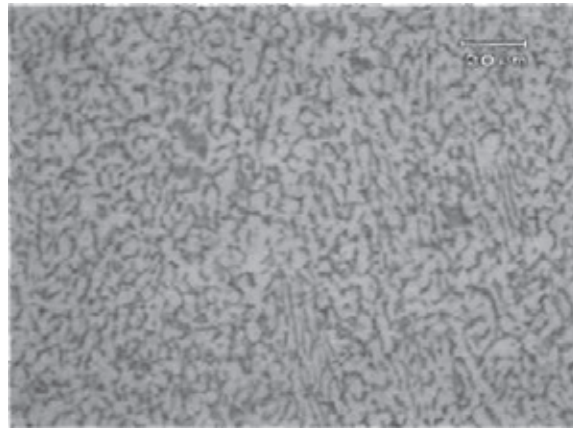


Рис. 3. Характерная микроструктура образцов

– макроструктура материала всех четырех образцов соответствует 4–5 баллу 10-ти бальной шкалы макроструктур титановых сплавов, на смешанном фоне;

– на поверхности образцов и в сердцевине различия в микроструктуре не наблюдается.

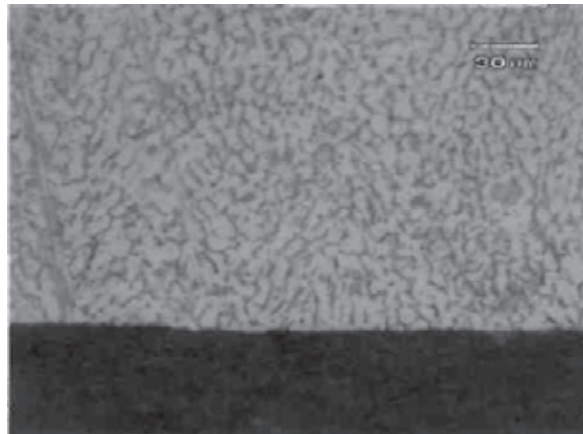


Рис. 4. Характерная микроструктура на поверхности образцов

Результаты замеров микротвёрдости, которые производились непосредственно на поверхности, подвергаемой

ультразвуковому упрочнению, и в сердцевине образцов, приведены в таблице 1.

Таблица 1

№ образца	Микротвёрдость, HV кгс\мм ²			Степень наклепа, %
	Поверхность	Сердцевина	На гл. ~0,02мм	
1	393	351	352	12
2	383	331	334	15
3	386	346	346	11
4	387	361	361	7

Для определения остаточных напряжений проводились исследования на комплексе МерКулОн «Тензор-3».

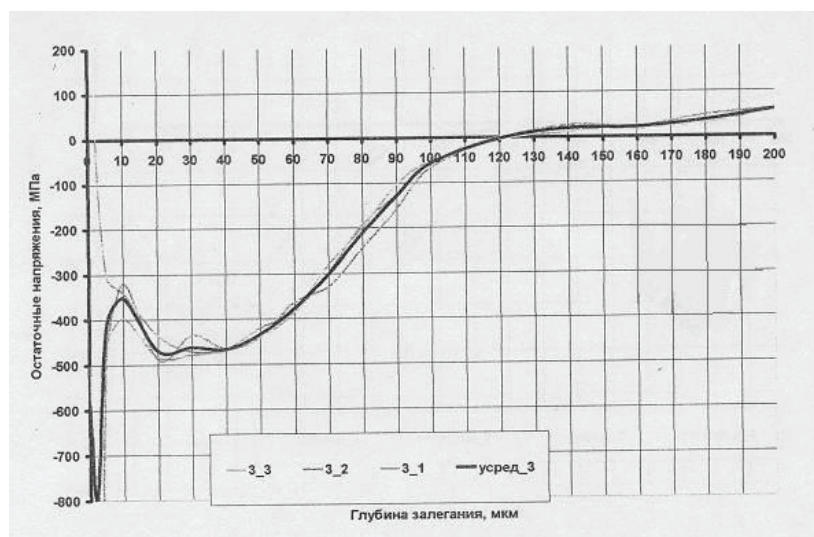


Рис. 5

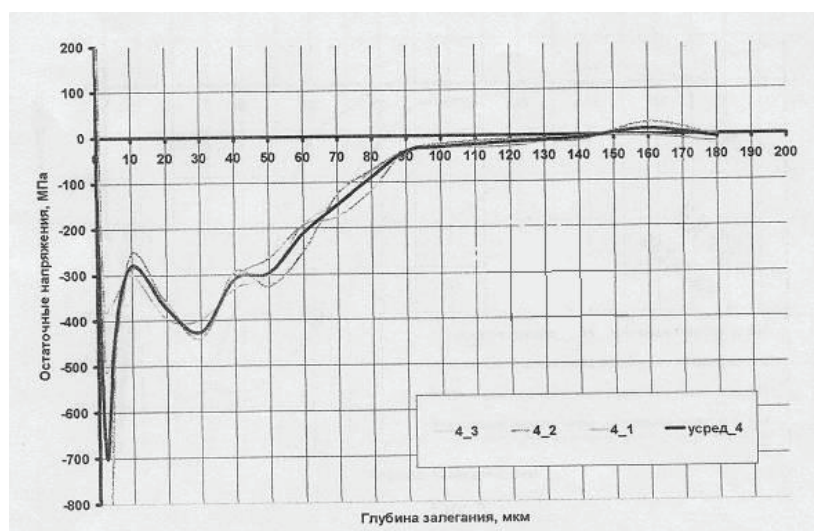


Рис. 6

На графиках Рис. 5 и Рис. 6, приведены эпюры остаточных напряжений на трёх образцах пластин 3 и 4 соответственно. На глубине более 5мкм наблюдается хорошая воспроизводимость результатов. Рассчитана средняя эпюра остаточных напряжений.

На глубине менее 5мкм большое влияние на процесс травления оказывает нестабильность окисленного слоя на поверхность титана, который является запорным слоем для прохождения электрического тока в момент его включения при определении остаточных напряжений.

На Рис. 7 показаны усредненные эпюры остаточных напряжений для всех четырёх пластин.

Усталостным испытаниям подвергались 6 лопаток, изготовленные в следующей последовательности:

- фрезеровка-ручная полировка;

- виброполировка на установке «Rosler»;
- ультразвуковое упрочнение на специальной установке «Stressonic», французской марки SONATS.

Испытания проводились при изгибных колебаниях по основному тону с симметричным циклом нагружения в условиях комнатной температуры по режиму:

- напряжение в наиболее напряжённом месте профиля пера лопаток $\sigma_n = 37 \text{ кгс/мм}^2$;
- база $N = 2 \times 10^7$ циклов.

Для испытаний лопатки препарировались тензорезисторами с базой 3мм. Уровень напряжения при испытании задавался по тензорезистору, фиксирующему больший уровень напряжений.

В таблице 2 приведены параметры нагружения лопаток при усталостных испытаниях.

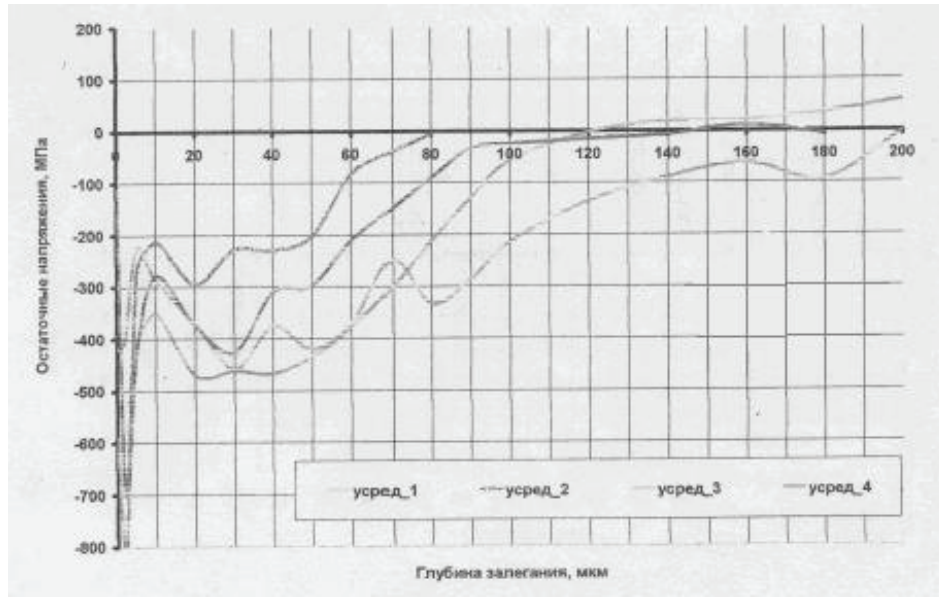


Рис. 7

Таблица 2

№ п/п лопатки	σк (кгс/мм ²)	Ат.л. вх.кр. (мм)	f _{1.0} (Гц)		№ (циклы) × 10 ⁶
			Начало	Конец	
1	37	16,50	289	289	20,0
2	37	16,28	286	286	20,0
3	37	16,35	288	288	20,0
4	37	16,80	288	288	20,0
5	37	16,70	289	289	20,0
6	37	17,24	289	289	20,0

Результаты металлографических исследований, проведённых на четырёх образцах из сплава ВТ-6 показали:

- Глубина упрочненного поверхностного слоя на всех четырёх образцах не более 0,02 мм, со степенью наклёпа 7–15%.

- Каких-либо структурных изменений на поверхности в месте упрочнения не наблюдается.

По результатам исследования остаточных напряжений можно судить об упрочнении поверхностного слоя на глубину до 100мкм.

Усталостные испытания лопаток моноколеса выдержали заданный режим испытаний без признаков разрушений.

Проведенные испытания и исследования показали, что технология ультразвукового упрочнения на базе специ-

альной установки «Stressonic», французской марки SONATS удовлетворяет техническим требованиям производства моноколеса.

Очевидно, что использование технологии ультразвукового упрочнения при создании ДСЕ двигателей 5-го поколения станет неотъемлемой частью технологического процесса их изготовления. Также в серийных ГТД для повышения экономической эффективности их использования необходимо проводить мероприятия по увеличению назначенного ресурса основным деталям и увеличению времени межремонтного ресурса. Внедрение технологии по упрочнению поверхностей основных деталей ГТД положительным образом отразится на их надежности, тем самым позволит решить данные задачи.

Литература:

1. Пат. 2340867 РФ, МПК G 01B 7/16 Способ определения остаточных напряжений в деталях с электропроводными покрытиями и устройство для его осуществления / Меркулова Н. С., Гринченко М. И., Иванова Т. О. Федеральное государственное унитарное предприятие «Московское машиностроительное производственное предприятие «Салют» (РФ) — Оpubл. 10.12.2008 г.

2. Подзей, А. В., Сулима А. М., Евстигнеев М. И. Технологические остаточные напряжения. Под редакцией А. В. Подзея. М. Машиностроение. 1973 г. 216 с.
3. Кузнецов, Н. Д., Цейтлин В. И., Волков В. И. Технологические методы повышения надежности деталей машин (справочник) // М. Машиностроение, 1993г, С.161–162).

Морские перевозки экспортных минеральных удобрений: тенденции и перспективы

Костюкевич Полина Андреевна, научный сотрудник;
Сипаро Константин Алексеевич, научный сотрудник

Проектно-изыскательский и научно-исследовательский институт морского транспорта «Союзморниипроект» (г. Москва)

Рассмотрено современное состояние и перспективы развития перевозок экспортных минеральных удобрений через морские порты России и сопредельных государств. Даны предложения по совершенствованию логистических схем перевозок.

Ключевые слова: минеральные удобрения, экспорт, морские порты.

Рынок минеральных удобрений — один из немногих высоко конкурентных мировых рынков, в которых Россия участвует как полноправный игрок, занимая ведущие места и оказывая влияние на общую конъюнктуру.

Общее мировое производство минеральных удобрений характеризуется медленным, но стабильным ежегодным ростом в 3–4%. В 2014 г. в мире было выпущено около 184 млн. тонн (по массе питательного продукта) всех видов минеральных удобрений, а также произошли изменения в потреблении. Так, потребность в азотных и калийных удобрениях возросла в 2014 году на 0,8% и 1,7% соответственно, в то время как спрос на фосфорные удобрения сократился и их потребление снизилось на 1,3%.

Динамика производства удобрений в РФ

Российская Федерация обладает огромными, самыми крупными в мире запасами калийных солей — оцениваемых в 19700 млн. т., что составляет примерно половину мировых запасов. По производству калийных удобрений Россия занимает второе после Канады место или около 16% мирового производства. Подавляющая доля (98%) в производстве калийных удобрений в России приходится на хлористый калий, содержание K_2O в котором составляет около 60%. Сравнительно небольшие объемы калийных удобрений приходятся на сульфат калия (содержание K_2O составляет 50%). Суммарная мощность по производству калийных удобрений в России в настоящее время составляет более 7,5 млн. тонн в пересчете на K_2O .

Производство минеральных удобрений является крупнейшей подотраслью химической промышленности. Это одна из наиболее прибыльных и финансово-устойчивых отраслей не только в химическом комплексе, но и в промышленности в целом.

На сегодняшний день России принадлежит значительная доля в удовлетворении мирового спроса на минеральные удобрения. Основными рынками сбыта отечественного товара остаются Бразилия (19,3%), Китай (12,3%), США (10,5%), Украина (5,6%) и Индия (3,3%). В составе химических грузов, перевозимых морем, минеральные удобрения составляют около 90%.

Российская промышленность производит практически все виды традиционных минеральных удобрений, пользующиеся спросом, как на внутренних, так и на внешних рынках. Значительную долю в производстве удобрений занимают сложные минеральные удобрения (такие, как аммофос, диаммофос, азофоска и т.п.), отличающиеся от одинарных тем, что содержат два или три питательных вещества. Преимущество сложных удобрений заключается в том, что их состав может меняться в зависимости от требований рынка.

Российская химическая отрасль насчитывает около 40 производителей различных минеральных удобрений. Около 60% итогового объема производимых удобрений приходится на сложные (или комплексные) — азотно-фосфорные, азотно-калийно-фосфорные и т.п. Остальные 40% поступают на рынок в качестве однокомпонентных — азотные, калийные или фосфорные. Основное производство минеральных удобрений реализуется ведущими холдингами в данной отрасли: «Еврохим», «Уралхим» и «Акрон». За 2014 г. «Еврохим» создал СП «ЕвроХим Мигао» в Китае и завершил проходание шахты на Усольском. Объединенная химическая компании «Уралхим» занимала порядка 16% на данном рынке, холдинговая компания «Акрон» — 12%. Фосфорные удобрения в нашей стране производят 15 предприятий. Лидирующее положение принадлежит ОАО «Аммофос» (г. Череповец Вологодской области), на долю которого приходится около 40% всего выпуска

фосфорных удобрений в РФ. Одним из крупнейших производителей калийных удобрений в России является ОАО «Уралкалий» (г. Березники Пермского края), производство которой достигло рекордных результатов в 2014 г. — 12,1 млн. тонн минеральных удобрений.

Показатели России достигли своего максимума в конце прошлого года — объем производства вырос до 19,6 млн. тонн, что превысило рекордный результат 2011 года на 0,9 млн. тонн. В общих чертах последнее десятилетие характеризуется высокими показателями, резкий спад был отмечен только в период кризиса в 2009 г. (рис. 1).

На сегодняшний день наибольший объем производства в отрасли приходится на азотную и калийную секции, причем последняя имеет ярко выраженную положительную динамику. Так, показатели производства в калийном секторе за последний год увеличились примерно на 15% и достигли максимального показателя за 14 лет (рис. 2.).

Почти 50% исходных удобрений (по стоимости), производимых в России, являются азотными, 30% — калийными и 20% — фосфорными. В экспорте значительная доля однокомпонентных удобрений отправляется навалом, а комплексных в готовом виде в таре. Большая часть рынка однокомпонентных удобрений (более 50%) приходится на калийные.

География производства минеральных удобрений в стране не претерпевает каких-либо изменений на протяжении последних десятилетий. Основным центром производства удобрений является Урал (2/5 общероссийского производства). В то же время сокращается роль Центра, Северо-Запада, Поволжья, Волго-Вятского района в производственной части.

Можно выделить следующие проблемы отрасли:

- устаревшее технологическое оснащение производства, не обеспечивающее необходимых предпосылок для

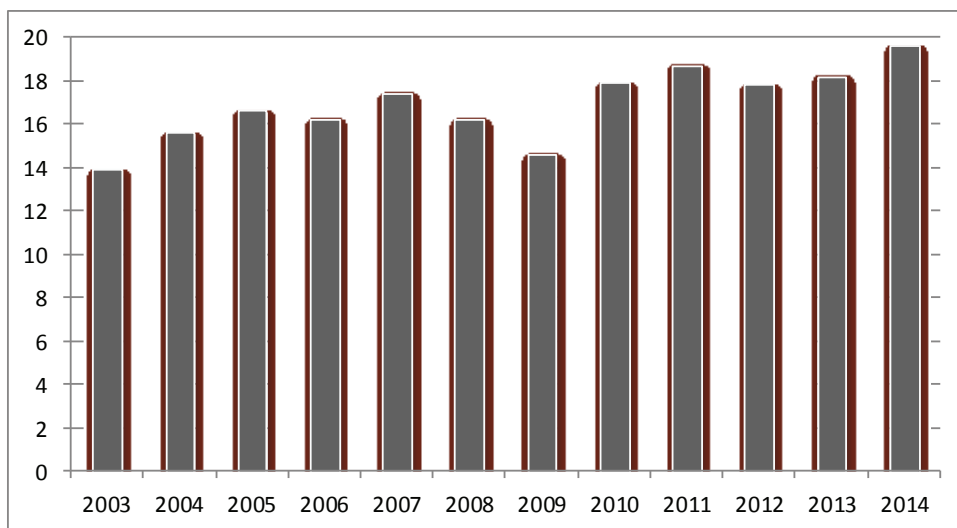


Рис. 1. Динамика производства минеральных удобрений в России, млн. тонн

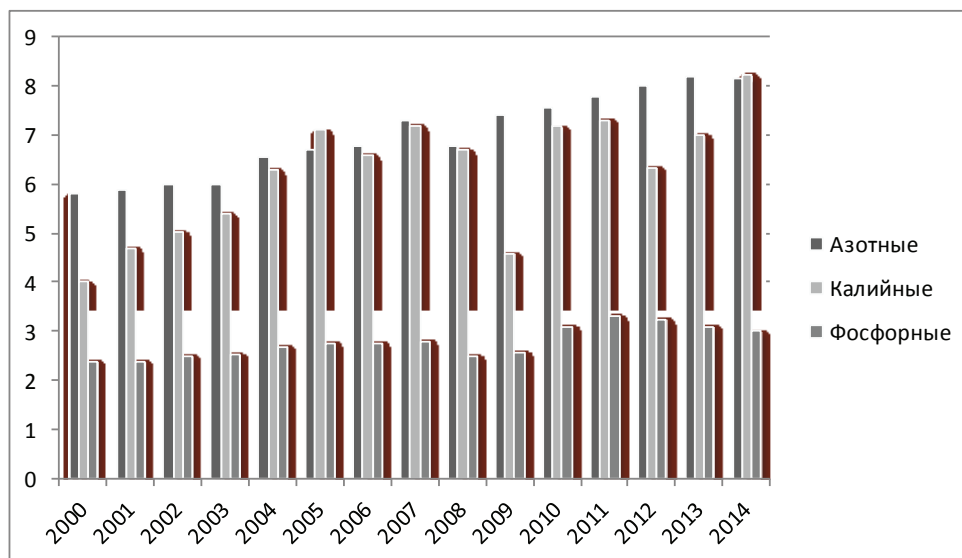


Рис. 2. Производство минеральных удобрений в России по видам, млн. тонн

наращивания выпуска конкурентоспособной (по качественным и ценовым параметрам) продукции; высокая степень износа оборудования;

- высокие показатели энергопотребления, значительная теплоемкость производства (доля энергоносителей в себестоимости продукции составляет от 25 до 50%);
- несбалансированная система тарифов.

В случае сохранения неоправданно высокой энергоемкости и при росте издержек, связанных с повышением цен на газ, электроэнергию, тарифов на железнодорожные перевозки и фрахта при морской транспортировке может произойти снижение рентабельности производства минеральных удобрений, а также доходов от экспорта.

Морской экспорт удобрений

На сегодняшний день морские перевозки в среднем составляют примерно 2/3 общих объемов экспорта. Данный способ транспортировки товаров позволяет максимально выгодно экспортировать в силу существующих плюсов. Во-первых, морские перевозки являются более рентабельными, нежели перевозки железнодорожным и автотранспортом и гибкими в плане траектории движения, во-вторых, обладают высокими показателями по грузоподъемности.

За период с 2008–2014 г. объем перевалки минеральных удобрений навалом (в физических тоннах) в морских портах увеличился с 20,54 млн. тонн до 23,94 млн. тонн, в том числе в портах России — 11,73 млн. тонн до 14,69 млн. тонн (таб. 1)[1,2].

В 2014 г. наибольшие объемы минеральных удобрений перегрузили следующие порты: Санкт-Петербург — 7,58 млн. тонн и Мурманск — 2,86 млн. тонн. Динамика перевалки минеральных удобрений в основных российских портах демонстрирует общую тенденцию к повышению показателей за исключением отрицательного падения динамики в Новороссийске (рис. 3).

В первом полугодии 2015 года объемы перевалки составили 64,23%, что на 5,67% больше соответствующего периода прошлого года (таб. 2). В тоже время из-за отсутствия в России достаточного количества специализированных портовых перегрузочных мощностей из всех товаров российского экспорта перевалка минеральных удобрений в наибольшей доле выполняется в портах сопредельных государств Балтии и Украины.

статистика перевалки через порты России минеральных удобрений по основным бассейнам за 4 года имеет относительно стабильные показатели, так, преобладающая часть этого экспорта перегружается через порты Балтийского бассейна (рис. 4).

Таблица 1. Объемы перевалки минеральных удобрений за 2008–2014 гг., млн. тонн

	Всего, минеральных удобрений	Порты России	Порты Украины	Порты Балтии
2008	20,54	11,73	4,38	4,43
2009	19,75	10,06	4,14	5,54
2010	22,66	12,79	3,29	6,57
2011	23,99	12,5	3,29	8,2
2012	19,6	10,4	2,3	6,9
2013	21,24	12,91	1,79	6,54
2014	23,94	14,69	1,20	8,06

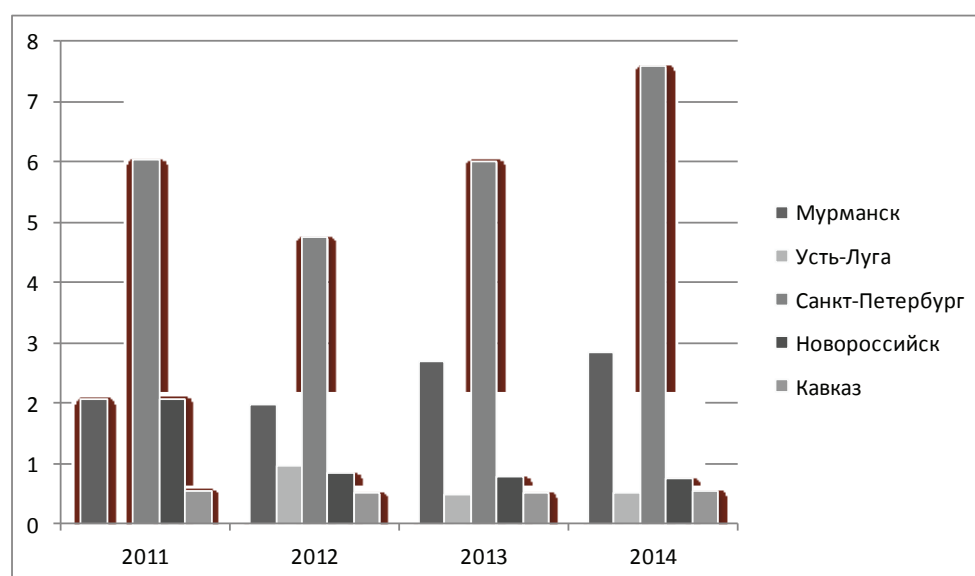


Рис. 3. Перевалка минеральных удобрений за период 2010–2014 гг., млн. физических тонн

Таблица 2. Соотношение объемов перевалки российских внешнеторговых грузов в морских портах России и сопредельных государств

Наименование грузов	1-е полугодие 2014 г.		1-е полугодие 2015 г.	
	Порты РФ	Порты Балтии и Украины	Порты РФ	Порты Балтии и Украины
Зерно	94,88%	5,12%	94,05%	5,95%
Наливные грузы	90,20%	9,80%	93,59%	6,41%
Металлы	89,36%	10,64%	91,04%	8,96%
Сухогрузы	83,82%	16,18%	85,02%	14,98%
Уголь	81,62%	18,38%	82,59%	17,41%
Минудобрения	58,86%	41,14%	64,23%	35,77%
Руда	57,46%	42,54%	65,33%	34,67%

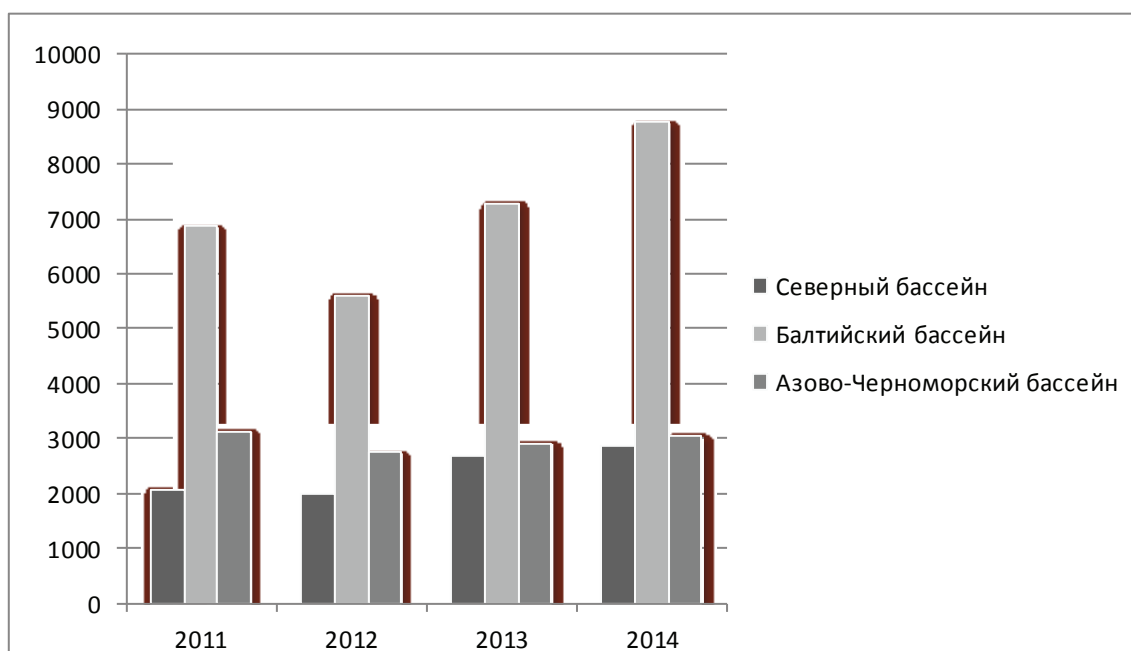


Рис. 4. Объемы перевалки минеральных удобрений по бассейнам, тыс. тонн

На сегодняшний день Балтийский бассейн является лидером по суммарному объему перевалки всех видов грузов. Подобные показатели объясняются близостью к европейским странам и промышленным районам России. Российские удобрения преимущественно продаются на условиях FOB [3]. Когда покупатель оплачивает морской фрахт и несет затраты по выгрузке в иностранном порту назначения [4].

Эти затраты на тонну груза на морских судах малотоннажной группы значительно превосходят затраты при использовании крупнотоннажного флота. В настоящее время основные конкуренты России на мировом рынке удобрений Канада, США, КНР повсеместно переходят на использование океанского флота при экспортных поставках в страны перечисленных регионов мира [5,6]. Порты России на Балтике, в целом, имеет большие глубины, чем основные порты страны на юге РФ. В значительной мере это является причиной более интенсивного развития перевалки удобрений в портах Балтики [7,8].

Порты Балтийского бассейна обладают широкой инфраструктурой, созданной для повышения эффективности перевалочных работ по минеральным удобрениям [9]. Так, ведущим портом в перевалке минеральных удобрений является Санкт-Петербург, в котором объем минеральных удобрений на экспорт 2014 г. составил 7582,6 тыс. тонн, что превышает показатели 2013 г. на 1559,9 тыс. тонн. С 2003 г. в п. Санкт-Петербург действует Балтийский балкерный терминал, построенный для перевалки калийных и азотно-фосфорных удобрений. Максимальная мощность перевалки составляет 6,2 млн. тонн, но по факту за 2014 г. было перегружено 7,6 млн. тонн удобрений (по данным морской администрации порта). Порт Усть-Луга располагает терминалом ООО «Смарт Балк Терминал» (70% принадлежит «Фосагро», 30% — «Ультрамару») для удобрений в объеме 2,0 млн. тонн (с возможностью расширения до 3 млн. тонн), который позволяет заместить портовые мощности, расположенные в Финляндии и странах Прибалтики. «Смарт Балк Терминал» обрабатывает до

180 вагонов-минераловозов в сутки, что в пересчете составляет около 12 тыс. тонн минеральных удобрений. Также в Усть-Луге построен терминал ООО «ЕвроХим Терминал Усть-Луга» мощностью 7 млн. тонн, включающий в себя 3 причала длиной 773,2 м, а также 2 склада вместимостью по 100 тыс. м³. Скорость погрузки судов составляет до 15 тыс. тонн в сутки.

Ведется строительство комплекса ООО «Балтийский терминал удобрений», ориентированного на удобрения и генгрузы в объеме 4 млн. тонн. В проекте участвует китайская корпорация China International Marine Containers, которая будет поставлять созданные по спецзаказу контейнеры для транспортировки и хранения продукции.

Второе место по перевалке занимает Азово-Черноморский бассейн с ведущим по объемам перевалки минеральных удобрений портом Туапсе. Показатели 2014 г. составляют 1710,9 тыс. тонн, перевалка 2013 г. — 1617,1 тыс. тонн. По итогам 2014 года в Азово-Черноморском бассейне произошло увеличение перевалки минеральных удобрений на 4,6%, а по итогам 1-го квартала 2015 г. перевалка минеральных удобрений увеличилась на 37,5%.

На сегодняшний день самым крупным в Азово-Черноморском бассейне проектом является развитие сухогрузного района порта Тамань, основанием, для строительства которого является федеральная целевая программа «Развитие транспортной системы Российской Федерации на период 2010–2015 гг». В рамках проекта планируется строительство терминалов для обработки различных навалочных грузов, в том числе минеральных удобрений.

Перевалка минеральных удобрений в Северном бассейне за 2014 г. увеличилась на 6,2%, а в 1-м квартале 2015 г. произошел спад на 21,4%. Крупнейшим портом Северного бассейна является порт Мурманск, который, в соответствии со Стратегией развития морской портовой инфраструктуры до 2030 г., в будущем будет одним из крупнейших портов РФ по перевалке как арктических, так и внешнеторговых грузов. В 2014 г. перевалка удобрений в п. Мурманск достигла показателей в 2860,5 тыс. тонн, таким образом превысив показатели 2013 г. на 167,2 тыс. тонн. Ведущими перевалочными пунктами в Северном бассейне являются ЗАО «Агросфера» с обширной причальной и ж/д инфраструктурой, а также ОАО «Мурманский балкерный терминал» с перевалочной мощностью 1,5 млн. тонн в год, который начал заниматься перегрузкой минеральных удобрений в 1 квартале 2015 г. на фоне падения перевалки руды на 29,1%.

Перспективы развития

Минеральные удобрения, как один из наиболее экспортных товаров, подразумевает наличие обширной инфраструктуры, специализирующейся на перевалке данного товара. Правильная организация хранения и перевозки удобрений имеет важное значение для снижения потерь и повышения эффективности транспортирования.

Перевозка больших объемов экспортных минеральных удобрений навалом на постоянных направлениях, как правило, является наиболее дешевым и экономически целесообразным способом транспортировки. Значительная часть удобрений уже в стране назначения расфасовывается и в таком виде распродается конечным потребителям, однокомпонентные удобрения во многих случаях в стране-назначения являются промежуточным сырьем для производства сложных комплексных удобрений.

В тоже время увеличивается доля готовых к непосредственному применению удобрений, экспортируемых в таре. Все большая часть этого грузопотока проходит через морские порты в укрупненных грузовых единицах (крытых крупнотоннажных контейнерах, автотрейлерах, сменных кузовах [10,11].

Контейнерная перевозка по схеме "дверь-дверь" от завода изготовителя до сельскохозяйственного потребителя товара обеспечивает лучшую сохранность данного товара, так как практически исключаются случаи подмочки удобрений при перевалке. Перегрузка контейнеров с одного вида транспорта на другой не вызывает пыления груза, оказывающего отрицательное экологическое воздействие на воздушную и водную среду, а также приводящее к некоторым потерям массы груза [12].

Увеличившиеся размеры океанских судов-контейнеровозов способствовали снижению составляющей себестоимости перевозки морем, что позволяет контейнеризировать дополнительные потоки навалочных и насыпных грузов, таких как лом, зерно, ферросплавы и пр. [13,14].

В последние годы возрастает роль и внешних факторов, стимулирующих контейнерные перевозки минеральных удобрений [15,16]. Значительная часть поставок отечественных минеральных удобрений идет как гуманитарная, продовольственная помощь в страны Африки и Ближнего Востока. Выполненный Комитетами ООН анализ эффективности помощи слаборазвитым странам, оказавшимся по различным причинам в трудной экономической ситуации показал, что для целого ряда регионов мира поставки удобрений по линии ООН с целью увеличения урожайности культур экономически эффективнее прямых поставок продовольствия, ибо дают большую отдачу на 1 вложенный доллар.

В страны Африки минудобрения по линии гуманитарной помощи следуют преимущественно транзитом через порты Египта, Марокко, Туниса, Алжира, Ливии в рамках закупок и под контролем различных правительственных, неправительственных, религиозных, а также международных организаций, включая комитеты ООН. Которые осуществляют адресную гуманитарную продовольственную помощь, финансируют эти мероприятия полностью или частично, дотируя закупки, и осуществляют контроль доставки готовых удобрений и контроль за распределением на местах.

В эти регионы минеральные удобрения в крупнотоннажных контейнерах быстрее и сохраннее доставляется

в пункты назначения и не теряет своего товарного вида. В то время, как по традиционной технологии в результате подмочки груза в процессе перевалки в иностранных портах и при дальнейшей сухопутной перевозке, а также разворовывания части груза при перевалках, неизбежно происходят потери части груза. Администрации портов перевалки транзита в развивающихся странах часто закрывают глаза на воровство, фактически потворствуя этому процессу.

За продвижением же опломбированных контейнеров с удобрениями зарубежным организациям проще осуществлять по номерной учет и контроль [17,18].

Кроме того, контейнеры под загрузку удобрениями подаются автотранспортом и прибывают в российские порты с грузом также на автомобилях. В пиковые периоды это улучшает ситуацию на припортовых железнодорожных станциях, обычно чрезмерно забитых специализированным подвижным железнодорожным составом [19, 20].

Наряду с этим на коротких морских линиях на Балтике, Каспии и Черном море нарастают экспортные перевозки готовых фасованных удобрений в автомобильно-паромном сообщении, когда автотранспорт следует от завода отправителя до получателя. [21].

На морском плече перевозки при этом используются паромы и накатные суда (ролкеры) [22].

Таким образом, можно выделить следующие пути совершенствования системы экспортных перевозок минеральных удобрений через морские порты:

Развития портовой инфраструктуры с целью увеличения объемов перевалки и рационализации процессов транспортировки грузов.

– Обеспечение необходимых условий для повышения конкурентоспособности российских портов.

– Решение проблемы синхронизации развития портовой и железнодорожной инфраструктуры и обеспечения их сбалансированности.

– Контейнеризация части экспортного грузопотока минеральных удобрений, следующего в смешанном сообщении от предприятия — экспортера до потребителя.

Оптимизация логистики экспортных перевозок в смешанных сообщениях позволит удовлетворить потребности российской экономики в перевалке грузов, в общем, и, в частности, минеральных удобрений, что в свою очередь минимизирует зависимость от портов сопредельных стран и позволит в полной мере реализовывать экспортный потенциал.

Литература:

1. Лернер, В. К., Сипаро К. А. Прогнозирование российских грузопотоков в направлении морских портов // Бюллетень транспортной информации. 2014. № 1. с. 0011–0016.
2. Сипаро, К. А. Перевалка российских внешнеторговых грузов в отечественных и зарубежных портах // Интегрированная логистика. 2014. № 3. с. 20.
3. Кириченко, С. А. Обновленные транспортные условия в международных договорах купли-продажи ИНКОТЕРМС-2000 // Национальная металлургия. 2002. № 4. с. 83–88.
4. Гагарский, Э., Тонких А., Кириченко С. Правовое регулирование перевозок грузов // Морской флот. 2007. № 5. с. 33–36.
5. Гагарский, Э. А. Порты XXI века // Международный экспедитор. 2012. № 3. с. 12–22.
6. Лернер, В. К. Будущее морских портов России // Морские порты России. 2010. № 7. с. 20.
7. Чимшир, В. И., Чимшир А. В. Основные аспекты формирования организационно-экономического механизма обеспечения конкурентоспособности морского порта // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. 2014. Т. 2. № 3 (68). с. 21–25.
8. Аракелов, Ф. Г., Гагарский Э. А., Кириченко С. А. Зарубежный опыт и актуальные проблемы обустройства международных транспортных коридоров, проходящих через морские порты России // Организация, экономика и коммерческая работа на морском транспорте. — М.: Мортехинформреклама, 1998. № 10 (22). С.1–24.
9. Лахметкина, Н. Ю. Взаимодействие железнодорожного и морского транспорта в условиях глобализации // Соискатель — приложение к журналу Мир транспорта. 2010. Т. 08. № 2. с. 8–11.
10. Гагарский, Э. А., Кириченко С. А., Полянцев Ю. Д., Дугин Г. С. Укрупненные грузовые единицы в транспортно-технологических системах — главный фактор энергоэффективного развития транспорта // Транспорт: наука, техника, управление. 2015. № 1. с. 68–70.
11. Кириченко, С. А., Цыганкова В. И. Логистические аспекты комбинированных перевозок сменных кузовов // Интегрированная логистика. 2014. № 3. с. 13–16.
12. Москвичев, О. В., Никонов Ю. С. Оценка потенциала и перспектив развития контейнерной транспортной системы // Железнодорожный транспорт. 2013. № 4. с. 37–39.
13. Гагарский, Э. А., Кириченко, С. А., Кириченко, А. С. Контейнеризация в ферросплавной промышленности // Бюллетень транспортной информации. 2011. № 5. с. 3–6.
14. Гагарский, Э. А., Кириченко С. А., Кириченко А. С. Развитие перевозок насыпных и навалочных грузов в универсальных контейнерах // Бюллетень транспортной информации. 2010. № 4. с. 14–18.

15. Гагарский, Э.А., Кириченко С.А., Полянцев Ю.Д., Дугин Г.С. Транспортно-технологические системы на основе укрупненных грузовых единиц — главный фактор энергоэффективного инновационного развития транспорта // Интегрированная логистика. 2013. № 6. с. 33–37.
16. Крутоног, Л.Г. Аспекты формирования логистических систем при организации внешнеторговых перевозок. Практика и тенденции // Транспорт: наука, техника, управление. 2015. № 5. с. 57–59.
17. Кириченко, С.А., Кириченко А.С. Антикризисная контейнеризация. // Вторичные металлы. 2009. № 3. с. 70.
18. Цыганкова, В.И. Информационные и интернет-технологии на транспорте и логистике // Интегрированная логистика. 2013. № 2 (111). с. 22–26.
19. Дугин, Г.С. Организация эффективного взаимодействия железных дорог и морских портов // Вестник транспорта. 2008. № 8. с. 16–18.
20. Гагарский, Э.А., Кириченко С.А. Развитие координации видов транспорта в современных условиях // Бюллетень транспортной информации. 2002. № 5.
21. Гагарский, Э.А., Кириченко С.А. Ролкерная транспортная-технологическая система в коридоре «Север-Юг»// Logistics & management. 2005. № 7. С.20–27.
22. Гагарский, Э.А., Кириченко С.А. Автопаромно-пассажирские перевозки на Балтике //Бюллетень транспортной информации. 2009. № 7. с. 3–7.

Перспективы внедрения инновационных систем хранения данных искусственным интеллектом

Мухамадиева Кибриё Бахадировна, ассистент,
Бухарский инженерно-технологический институт, Республика Узбекистан.

В статье рассмотрен вопрос целесообразности внедрения систем хранения данных, применяя искусственный интеллект, а также их классификация по функциональности и области применения.

Ключевые слова: системы хранения данных, методы организации хранения данных, инновационные системы, искусственный интеллект.

В настоящее время актуальным является вопрос о целесообразности внедрения систем хранения данных в информационную систему, а также их классификация с точки зрения функционального назначения и области применения. Прежде чем определить тип, наиболее подходящий в каждом конкретном случае системы хранения данных применяя искусственный интеллект, следует определить целесообразность такого решения в целом. Чтобы сделать это, посмотрим на то, какие задачи способно оно решить и какие выгоды оно может принести в инфраструктуру предприятия. Система хранения централизованное хранилище. Из этого следует целый ряд важных преимуществ:

- более экономное потребление памяти;
- высокая доступность данных;
- простота емкости расширяемости хранения;
- централизованный подход к управлению и мониторингу.

Рассмотрим более традиционный подход, в котором каждый существующий в инфраструктуре сервер использует собственный накопитель данных. Если рассматривается задача увеличения емкости, то необходимо увеличить емкость, вам нужно будет заменить физический диск сервера более емким, чтобы решить проблему передачи данных. Кроме того, сервер может физически не поддер-

живать необходимое количество накопителей. При использовании централизованного хранилища емкости могут быть выделены логически и изменяться в соответствии с растущими потребностями конкретного сервера. Кроме того, в случае централизованного хранилища, его емкость используется более рационально, равномерно распределяясь между серверами. Расширение возможностей хранилища и централизации гораздо проще: просто нужно добавить необходимое количество дисков в хранилище [2]. Использование системы хранения данных применяя искусственный интеллект также позволяет упростить и ускорить управление и мониторинг хранилища. Внедрение современных систем хранения данных применяя искусственный интеллект требуют значительных финансовых вложений и затрат во времени. С реализацией таких систем следует также учитывать, что существующая информационная системы хранения данных в то время будет работать в нештатном состоянии, что в свою очередь может привести к сбоям на предприятии. Для успешной реализации необходимо учитывать не только основные характеристики системы хранения данных, но и общую структуру всей информационной системы, которая, вероятно, претерпит значительные изменения в их организации. Несмотря на трудности в реализации, системы хранения

данных применяя искусственный интеллект может удовлетворить широкий спектр потребностей владельца информационной структуры. Когда рациональные затраты на внедрение подхода и техническое обслуживание возмещаются достигаемыми результатами за счет преимущества использования системы хранения данных искусственным интеллектом [1]. Организация в целях удовлетворения своих бизнес-системы хранения данных, как правило, использует самые последние серверные приложения. Современные серверные приложения, в свою очередь, для выполнения задач и достижения максимальной эффективности представляют высокие требования к информационной структуре организации. Эти требования распространяются не только на аппаратную мощность и производительность вычислительных ресурсов, но и степень отказоустойчивости, а также эффективность в распределении вычислительных ресурсов [2].

Рассмотрим задачи и проблемы, которые, как правило, в состоянии решить реализацией систем хранения данных применяя искусственный интеллект. Увеличение скорости доступа к данным является первым, но не самым важным преимуществом внедрения системы хранения данных применяя искусственный интеллект. Во многом этот пункт зависит от протоколов и физической средой для передачи данных. Здесь Важной функцией является обеспечение доступности данных. Именно поэтому большинство решений по реализации данной системы хранения данных на сегодняшний день сосредоточены на использовании инструментов, которые могут увеличить процент безотказной работы. В условиях ограниченных ресурсов и бюджетов в области разработки решений следует также стремиться к максимизации использования вычислительных ресурсов и консолидация данных. Если необходимо, решение может удовлетворить возможности распределения физических емкостей хранения на виртуальные. Это позволяет более гибкое выделение дискового пространства и управление, в качестве хранилища и всей

инфраструктуры. Также одним из важных преимуществ для решений по внедрению системы хранения данных является обеспечение расширяемости структуры. В удовлетворении потребностей развития и расширения компании, соответственно, растет и компьютерный парк. Это требует соответствующего увеличения емкости системы хранения данных. Таким образом, эффективность решения определяется также наличием простой и гибкой системы расширяемости для системы хранения данных [3].

Несмотря на все преимущества реализации сети хранения данных применяя новые информационные технологии, оно сопровождается значительными затратами, и интеграция такой системы должна сопровождаться тщательным анализом существующей инфраструктуры и потребностей заказчика. В процессе создания такой системы хранения данных должно быть достигнуто оптимальное соотношение трех основных показателей: максимальной, доступности, максимальной производительности, минимальной общей стоимости.

В случае распределенной информационной структуры выбор должен непременно падать на сети хранения данных нейронной сетью. Также физической средой передачи данных должна выступать оптическая сеть, позволяющая соединять распределенные центры обработки данных на максимальных скоростях и обеспечить высокий уровень доступности. Поскольку эти структуры часто используются крупными организациями, то факторы передачи данных в этом случае являются наиболее важными. Кроме того, бюджет, израсходованный на реализацию такой системы будет наиболее подходящим. Таким образом, были рассмотрены и классифицированы различные способы организации систем хранения данных применяя искусственный интеллект. В соответствии с типом доступа и методом организации сети хранения данных были установлены критерии отбора в отношении масштаба организации и автоматизации работы сети искусственным интеллектом.

Литература:

1. Лобанов, А. К. CITForum. Методы построения систем хранения данных. Эксперт департамента системных решений, Компания IBM Jet Info Online № 7, 2003/
2. Паклин Н.Б, Орешков В. И. С.П.: Системы хранения данных применяя искусственный интеллект Питер. 2013. 706с.
3. Петрунина, А. Организация хранения данных в информационной системе. Статья с конференции. 2015 г. 136–139с.

Проблема обеспечения безопасности дорожного движения в провинции Винь-Фук (Социалистическая Республика Вьетнам)

Нгуен Хыу Хау, студент

Комаров Юрий Яковлевич, кандидат технических наук, доцент
Волгоградский государственный технический университет

Статья посвящена оценке состояния транспортных дорог, организации и безопасности дорожного движения в провинции Винь-Фук (СРВ). Сделан ряд предложений по уменьшению факторов, способствующих образованию задержек транспортных потоков и снижению числа дорожно-транспортных происшествий (ДТП).

Ключевые слова: организация дорожного движения, дорожно-транспортные происшествия, город Винь-Фук (СРВ), транспортные магистрали

The paper focuses on assessment of situation/state of transport highways, traffic management and road safety in Vinh Phuc (province of Viet Nam). Several proposals are presented for reducing the factors that are responsible for delay in traffic flow and reduce the number of road accidents.

Keywords: Traffic management, road accident, province Vinh Phuc...

Расположенная недалеко от международного аэропорта Ной Бай и соединяющая северо-западные провинции с Ханоем и дельтой Красной реки, провинция Винь-Фук играет важную роль в стратегии экономического развития данного региона и страны в целом. В настоящее время провинция Винь Фук располагает 1238,6 км² природной территории, граничит на севере с провинциями Туен Куанг (Tuyen Quang) и Тхай Нгуен (Thai Nguen), с провинцией Фу Тхо (Phu Tho) на западе, к югу от Ханоя, на востоке — с ханойскими районами Сок Сон (Soc Son) и Донг Ань. В 2014 г. население провинции Винь-Фук составляло 1,03 миллионов человек и включало в себя семь этнических групп: Кинь, Сан-Диу, Нунг, Дао, Као Лан, Мьонг. В провинцию входят 9 административных единиц. Общая протяжённость коммуникаций провинции Вин-Фук составляет 3995 км дорог, 123 км рек и 31,7 км железных дорог. Система дорог спроектирована оптимально, соединяя отдалённые районы с центром, что также удобно для обращения товаров и передвижения людей внутри и за пределами провинции.

По состоянию на 2014 г. транспортная система Винь-Фука состоит из парка автомобилей — 3,5%, парка мотоциклов — 66,7% и парка велосипедов (официальный учёт не ведётся) — примерно 29,8%. Это значит, что на один автомобиль приходится 21 мотоцикл и 9 велосипедов. В 2014 г. парк автомобилей города увеличился на 950 единиц и достиг величины 21059 единиц, а число мотоциклов выросло на 9600 единиц и достигло величины 450700 штук. При таком сочетании автотранспорта очевидным является факт, что велосипедисты и мотоциклисты при остановке перед светофором на перекрестке «просачиваются» в промежутки между автомобилями, что, безусловно, снижает скорость движения автотранспорта после появления разрешающего сигнала светофора. Кроме того, в рассматриваемой провинции существует ряд проблем, связанных с безопасностью дорожного движения. Несмотря на инвестиционные вложения, транспортная инфраструктура не отвечает требованиям социально-экономического развития региона. Движение значительно затруднено из-за большого количества транспортных средств на дорогах. Водители зачастую сознательно нарушают правила дорожного движения. Следует отметить, что хотя число ДТП с серьёзными травмами и летальным исходом снижается в последние годы, оно все еще остается достаточно высоким.

Выделим основные факторы, влияющие на дорожно-транспортную ситуацию в провинции Винь-Фук.

1. Дорожная инфраструктура

Категория основной магистрали провинции Винь-Фук «Шоссе 2» была повышена до класса III. При этом остальные дороги отличаются гораздо более низким качеством и могут быть отнесены к IV, V классу. Часть дорог проходит через горную местность, часть не имеют асфальтового покрытия и являются грунтовыми. Все дороги никоим образом не для примитивных объектов и пешеходов, поэтому многие горизонтальные линии пересекаются в одном уровне, очень высок риск возникновения дорожно-транспортных происшествий (ДТП).

2. Увеличение транспортных средств

На конец 2014 года в провинции Винь-Фук зарегистрировано: 21059 автомобилей, 450700 мотоциклов. Ежедневно через Винь Фук по «Шоссе 2» проходит примерно 17000 транспортных средств из других провинций. При этом перевозится в среднем 5 человек на одном транспортном средстве. Количество транспортных средств, передвигающихся по «Шоссе 2», увеличивается, в частности на участке от Хоп-Тхинь в настоящее время интенсивность транспортных средств превышает в 7,6 раз запланированные при проектировании показатели.

3. Обучение и выдача водительского удостоверения (водительских прав)

В настоящее время в провинции Винь Фук находятся 14 автошкол и 7 тренировочных баз мотоциклистов. При этом только 3 из них оснащены современным оборудованием и соответствуют требованиям стандартов СРВ.

За 5 лет подготовки и проведения экзаменов было выдано 202855 удостоверений категории А, дающих право управления мотоциклом, и 31353 удостоверений на управление автомобилями (категории В, С, Д).

Дорожно-транспортные происшествия в период с 2010 по 2014 гг.

Положение с безопасностью дорожного движения в провинции с каждым годом осложняется. Причиной данного положения дел служат многие факторы, такие, как: неуважительное отношение к правилам дорожного движения со стороны водителей, постоянное увеличение количества транспортных средств и вследствие этого рост загруженности дорог и образование значительных «пробок», необходимость проведения современных ремонтных работ дорог.

Несмотря на то, что общее число дорожно-транспортных происшествий снизилось, растёт число се-



Рис. 1. Пример неправильного использования проезжей части улиц (строительный мусор на проезжей части)

рвёзных ДТП и количество летальных случаев в них. Порой погибает до 2–3 человек в одном ДТП. Основной причиной данного факта является высокий трафик движения и нарушение правил дорожного движения, прежде

всего, нарушение правил обгона и несоблюдение скоростного режима.

В таблице 1 приведены общие сведения о ДТП в провинции Винь-Фук

Таблица 1. Общая статистика ДТП в провинции Винь-Фук за период с 2010 по 2014 гг.

Год	Число ДТП	Количество	
		Погибших	Раненых
2010	136	130	96
2011	127	127	72
2012	108	104	79
2013	99	95	87
2014	81	93	59

В таблице 2 приведены характерные причины ДТП, произошедших в период с 2011 по 2013 гг.

Таблица 2. Причины, вызвавшие ДТП в период с 2011 по 2013 гг.

№	Причины	Количество	Процент
1	Превышение скорости	90	26,95
2	Неправильное расположение на проезжей части	13	3,89
3	Несоблюдение правил обгона	116	34,73
4	Нарушение правил поворота	14	4,19
5	Нарушение правил уступить дорогу	2	0,60
6	Нарушение правил маневра	81	24,25
7	Техническая неисправность ТС	3	0,90
8	Другие	15	4,49
	Итого	334	100

Из таблицы 2 следует, что несоблюдение правил обгона и превышение скоростного режима являются глав-

ными причинами ДТП, они составляют 34,73% и 26,95%, соответственно всех причин.

В таблице 2 не указаны ДТП, произошедшие по вине пешеходов, действия которых заслуживают отдельного анализа. Здесь только отметим, что пешеходы часто переходят улицу в том месте, где им угодно, а не там, где для этого существуют специально построенные пешеходные переходы. Кроме этого, на многих улицах городские власти запретили ставить мотоциклы на тротуарах перед зданиями, чтобы освободить тротуары для пешеходов, однако люди по-прежнему ходят по проезжей части, иногда сбиваясь в шеренгу по три-четыре человека, разговаривая по телефону или друг с другом и не

обращая внимания на транспортный поток на проезжей части. И хотя в последние годы в Винь-Фуке был построен целый ряд специальных пешеходных переходов, их сооружение не оказало ожидаемого эффекта на ликвидацию «пробок» и повышение безопасности для пешеходов.

В таблице 3 представлена статистика ДТП по возрасту пострадавших за период с 2011 по 2013 гг. В таблице 4 показано распределение ДТП по времени суток за 2011–2013 гг., а в таблице 5 приведено распределение ДТП по видам транспортных средств за 2011–2013 гг.

Таблица 3. Статистика ДТП по возрасту пострадавших за период с 2011 по 2013 гг.

Возраст пострадавших	Количество ДТП	Процент
Менее 18 лет	32	9,58
С 18 до 27 лет	71	21,26
С 27 до 55 лет	116	34,73
Более 55 лет	115	34,43
Итого	334	100

Из данной таблицы видно, что в провинции Винь-Фук чаще всего виновниками ДТП становятся не молодые люди с небольшим стажем вождения, а водители среднего

и старшего возраста, которые считают себя опытными и вследствие этого зачастую пренебрегают соблюдением правил движения и безопасности на дорогах.

Таблица 4. Распределение ДТП по времени суток за 2011–2013 гг.

Время	Количество ДТП	Процент
0h-6h	34	10,18
6h-12h	69	20,66
12h-18h	116	34,73
18h-24h	115	34,43
Итого	334	100

Таблица 5. Распределение ДТП по видам транспортных средств за 2011–2013 гг.

Вид транспортных средств	Число ДТП	%
Мотоцикл	161	48,20
Легковой	118	35,33
Грузовой	25	7,49
Автобус	21	6,29
Другие	9	2,69
Итого	334	100

Таким образом, в итоге проведенного анализа могут быть сделаны некоторые рекомендации по повышению безопасности дорожного движения в провинции Винь-Фук:

- усиление работы ГАИ и транспортной инспекции, особенно на дорогах, где часто происходят ДТП, и в ночное время по оценке общего состояния аварийности, изучению и устранению причин дорожно-транс-

портных происшествий, выявлению конфликтных точек улично-дорожной сети с повышенной вероятностью возникновения дорожно-транспортных происшествий, увеличению штрафов за нарушение правил дорожного движения, ужесточению наказаний за нарушение правил дорожного движения водителями и пешеходами;

- совершенствование организации дорожного движения: разделение полос для автомобилей, мотоциклов

и велосипедов; применение современных технических средств организации дорожного движения светофоров, знаков, дорожных разметок и т.д.;

— ускорение строительства новых улиц и дорог с высоким качеством;

— ужесточение контроля за состоянием водителей, особенно в возрасте 27–55 лет;

— усиление пропаганды правил дорожного движения в школах и образовательных учреждениях;

— развитие общественного транспорта.

Литература:

1. Открытая энциклопедия CPB [Электронный ресурс]. — 2015. Режим доступа: https://vi.wikipedia.org/wiki/Vinh_Phuc
2. Рапорт об основных ситуациях обеспечения безопасного дорожного движения, г. Винь-Фуке, 2014 (Bao cao tong ket tinh hinh, ket qua cong tac dam bao TTATGT thanh pho Vinh phuc giai nam 2014) / Полицейский отдел Винь-Фука. — Винь-фук, 2014. — 18 с.
3. Веб-портал провинций Винь-Фук (web-portal of Vinh Phuc province) [Электронный ресурс]. — 2015. Режим доступа: <http://www.vinhphuc.gov.vn/>
4. Рекомендации по обеспечению безопасности движения на автомобильных дорогах, г. Москва, 2002

Причины и источники сетевых аномалий

Оладько Владлена Сергеевна, кандидат технических наук, доцент;

Микова Софья Юрьевна, студент;

Нестеренко Максим Алексеевич, студент;

Садовник Евгений Александрович, студент

Волгоградский государственный университет

Рассмотрена проблема обеспечения безопасности корпоративных сетей организаций. В качестве основных причин нарушения безопасности и утечек информации разного уровня доступа, в организации, выделены действия злоумышленника. Показано, что для своевременного предотвращения атак злоумышленника и обеспечения безопасности и устойчивости функционирования сети организации необходимо проводить регулярный мониторинг состояния сети. Поскольку именно регулярный мониторинг состояния сети, позволит своевременно обнаруживать и отслеживать сетевые аномалии, а также проводить их подробный анализ, с целью выявления причин и источников аномалии. Проанализированы основные причины возникновения аномалий в сетевом трафике, к которым относят: сетевые атаки, ошибки пользователей, сбои и отказы аппаратного обеспечения, дефекты программного обеспечения, повреждения каналов связи. Рассмотрены способы проявления сетевых аномалий: видимые аномалии и аномалии, не имеющие видимых признаков. Выделены источники возникновения сетевых аномалий. Сделан вывод, что наиболее опасным источником сетевых аномалий являются действия злоумышленника. Показана и подробно проанализирована причинно-следственная связь между аномалиями и наиболее распространенными сетевыми атаками. Сделан вывод о возможности применения описания связи между атаками и аномалиями при написании правил и шаблонов алгоритмов обнаружения аномалий и атак.

Ключевые слова: сетевая атака, сеть, злоумышленник, информационная безопасность, мониторинг, сетевой трафик.

Настоящее время характеризуется активным развитием интернет-технологий и появлением большого числа гетерогенных и распределенных систем, которые повсеместно используются организациями (государственными и частными) при реализации бизнес — процессов и предоставлении услуг. В данных системах и сетях ежедневно обрабатывается, передается и хранится информация различного уровня доступа, к которой получают локальный и/или удаленный доступ множество пользователей. Зафиксированное число утечек информации и атак

злоумышленника на информационные и сетевые ресурсы ежегодно возрастает. Так по данным исследований аналитического центра компании InfoWatch за 2014 год [2] и первое полугодие 2015 года [3], число утечек информации в мире выросло на 22%, в России — на 73%, при этом более 39% утечек приходится именно на сеть, которая занимает лидирующее положение среди всех каналов. Поэтому, актуальной является задача обеспечения безопасности сетей и ресурсов организаций от утечек и угроз различной природы и характера.

В соответствии с [1], для своевременного предотвращения атак и обеспечения безопасности и устойчивости функционирования сети организации необходимо проводить регулярный мониторинг состояния сети и контролировать появления сетевых аномалий, поскольку именно они являются одним из основных признаков сбоев в работе сети и/или вторжения злоумышленника. Анализируя причины возникновения, источники и степень опасности сетевой аномалии, можно своевременно выявить нарушение и снизить риски от его последствий. Анализ литературных источников [4–6] показывает, что сетевые аномалии могут возникать по причинам, связанным с деятельностью злоумышленников, некомпетентностью и ошибками пользователей, неисправностью аппаратуры, повреждением каналов связи и дефектами программного обеспечения.

Существуют видимые аномалии, проявляющиеся в некорректной работе информационно-вычислительной системы в текущий момент времени и аномалии, не имеющие видимых признаков в текущий момент времени, но которые могут привести к сбоям спустя значительное

время. При этом наиболее опасными являются аномалии, которые возникают в результате проведения сетевой атаки. При этом целью любой сетевой атаки является вторжение злоумышленника в систему и получение доступа к конкретным данным или ресурсу. Поэтому сетевые атаки могут проводиться в несколько этапов и отличаться разным уровнем сложности. Например, некоторые виды атак требуют большое количество вычислительных ресурсов и высокого уровня подготовки злоумышленника, другие способен осуществить рядовой пользователь, даже не предполагающий, какие последствия может принести его деятельность. Следовательно, для минимизации ущерба от возможного вторжения в систему и своевременного предотвращения атаки на ранних стадиях проведения, важно четко выявлять в обнаруженной аномалии признаки атаки и проводить оценку возможных последствий.

В таблице 1 представлена разработанная причинно-следственная связь между атаками злоумышленников, сетевыми аномалиями и их последствиями для безопасности сети организации.

Таблица 1. Причины и последствия возникновения аномалий в сетевом трафике, источником которых является активность злоумышленника

Причина возникновения аномалии (источник)	Вид проявления аномалии	Последствия
Атаки на уровне приложений	эксплуатация известных уязвимостей и ошибок в программном обеспечении, сканирование и доступ к портам, ассоциированным с уязвимыми приложениями	злоумышленники могут получить доступ к АРМ пользователя сети, повысить привилегии, получить административный доступ
Авторутеры	скачек в трафике по потокам/с, с несколькими пакетами в потоках от одного доминирующего IP-адреса	установка rootkit и использование системы для автоматизации процесса вторжения, позволяет злоумышленнику просканировать сотни тысяч систем за короткий промежуток времени
Атаки типа «отказ в обслуживании» (DoS) и «распределенный отказ в обслуживании» (DDoS)	наблюдается интенсивный поток трафика с множества IP-адресов на порты маршрутизаторов и серверов	происходят нарушения нормального функционирования системы, нарушается доступность данных и сервисов, которые обычно дополняются нехваткой ресурсов, необходимых для работы сети, операционной системы или приложений.
TCP SYN Flood	создание большого числа частично открытых соединений, увеличения числа SYN-пакетов	нарушения нормального функционирования системы
Атаки «Ping of Death»	получении слишком больших IP-пакетов.	сбой, отказ, зависание и перезагрузка системы
Tribe Flood Network (TFN) и Tribe Flood Network 2000 (TFN2K)	генерация пакетов с подмененными IP-адресами источника, динамическое изменение размеров пакетов, IP-адресов и портов источника, появление в трафике большого числа пакетов на один IP-адрес	являются распределенными инструментальными средствами, обычно запускающими скоординированные DoS-атаки из многих источников на одну или несколько целей.

Stacheldraht	появление нелегального зашифрованного трафика, генерация пакетов с подмененными IP-адресами источника, динамическое изменение размеров пакетов, IP-адресов и портов источника, появление в трафике большого числа пакетов на один IP-адрес	происходит вторжение в большое количество систем для последующего использования их при атаке. Затем следует фаза DoS-атаки, в течение которой захваченные системы используются для атаки на один или несколько объектов
Атаки «IP spoofing»	подмена IP-адресов источника на адреса из доверенных зон	злоумышленник внутри сети или за ее пределами выдает себя за компьютер, которому можно доверять
Атаки «Man-in-the-middle»	перехват сетевых пакетов, протоколов маршрутизации и транспортных протоколов, искажение передаваемых данных и включение новой информации в сетевые сессии	кража информации, хакинг текущего сеанса связи для получения доступа к частным сетевым ресурсам, анализ трафика — для получения информации о сети и ее пользователях, DoS-атаки, искажение передаваемых данных и включение новой информации в сетевые сессии
Сетевая разведка	запросы к DNS-серверу, сканирование диапазона IP-адресов (ping sweeps) и сканирование портов	злоумышленники могут найти открытые порты, изучить характеристики приложений, выполняющихся на хостах
Сниффинг пакетов	перехват пакетов передающихся по сети в открытом виде (службы telnet, FTP, SMTP, POP3 и т.д.), например имен пользователей и пароли, переключение потоков трафика с одного сетевого устройства (службы) на другое	злоумышленник может получить доступ к учетной записи системного пользователя, который хакер может использовать для создания новой учетной записи, и таким образом иметь доступ к сети и ее ресурсам в любое время
Атаки на пароли	подделка IP-пакетов и прослушивание пакетов, скачек в трафике по потокам/с, с несколькими пакетами от одного доминирующего IP-адреса	злоумышленники могут обеспечить себе вход в сеть, независимо от возможных будущих изменений взломанных данных
Port redirection attacks	переадресация сетевого трафика, падение в байтах или пакетах в одном потоке трафика и выброс в другом.	Передача злоумышленниками через межсетевой экран нелегального трафика
Вирусные и троянские атаки	выброс в трафике без доминирующего адреса назначения, но с одним или несколькими доминирующими портами назначения	примером вируса является программа, которая, удаляет некоторые сетевые файлы и инфицирует все другие версии файла command.com, которые сможет обнаружить.
Trust exploitation attacks	происходят, когда кто-либо пользуется преимуществом доверительных отношений в пределах сети	атака на внутреннюю сеть

Описанная авторами причинно-следственная связь может использоваться в процессе анализа обнаруженных аномалий, и в качестве основы для пополнения баз знаний и создания шаблонов, правил и сценариев алгоритмов обнаружения аномалий и атак.

По результатам проведенного исследования, можно сделать следующие выводы:

- для поддержания требуемого уровня безопасности корпоративной сети организации необходимо проводить регулярный мониторинг состояния сети и выявлять аномалии в сетевом трафике;

- обнаруженные аномалии следует подвергать тщательному анализу, с целью выявления их источника и причин возникновения;

- наиболее часто возникающие в сетевом трафике аномалии являются признаком проводимой злоумышленником атаки на объекты и ресурсы корпоративной сети;

- сетевые аномалии столь же разнообразны, как и сетевые атаки, поэтому между их признаками необходимо устанавливать связь.

Литература:

1. Багров, Е. В. Мониторинг и аудит информационной безопасности на предприятии // Вестник Волгоградского государственного университета. Серия 10: Инновационная деятельность. 2011. — № 5. с. 54–56.
2. Глобальное исследование утечек конфиденциальной информации в 2014 году // Аналитический центр InfoWatch / [Электронный ресурс]. — Режим доступа: URL: http://www.infowatch.ru/sites/default/files/report/analytics/russ/InfoWatch_global_report_2014.pdf (дата обращения 03.11.2015).
3. Глобальное исследование утечек конфиденциальной информации в I полугодии 2015 года // Аналитический центр InfoWatch / [Электронный ресурс]. — Режим доступа: URL: http://www.infowatch.ru/sites/default/files/report/analytics/russ/InfoWatch_Global_Report_2015_half_year.pdf (дата обращения 03.11.2015).
4. Шелухин, О. И., Сакалема Д. Ж., Филинова А. С.. Обнаружение вторжений и компьютерные сети., / О. И. Шелухин — М.: Горячая линия-Телеком, 2013. — 220 с.
5. Theuns Verwoerd, Ray Hunt Intrusion detection techniques and approaches // Computer Communications. 2002. — № 25. — P. 1356–1365.
6. Herve Debar, Marc Dacier, Andreas Wespi, Towards a taxonomy of intrusion detection systems // Computer Networks. 1999. — № 31. — P. 805–822.

Выявление скрытых повреждений стальных конструкций, имеющих огнезащитное покрытие, в процессе проведения экспертизы промышленной безопасности опасных производственных объектов

Орешкин Александр Юрьевич, технический директор
ООО «Промтехмониторинг» (г. Волгоград)

Куранов Дмитрий Владимирович, ведущий специалист
ООО «Универсал-ТС» (г. Москва)

Клочков Дмитрий Петрович, инженер (г. Волгоград)

В статье рассмотрены результаты скрытых коррозионных воздействий на металлические несущие строительные конструкции в условиях отсутствия вентиляции, выявленные при проведении экспертизы промышленной безопасности.

Ключевые слова: *коррозия строительных конструкций, промышленная безопасность, экспертиза промышленной безопасности, техническое диагностирование.*

In the article the results of corrosion effects on metal bearing building structures in the absence of ventilation.

Keywords: *corrosion of building structures, industrial safety, industrial safety expertise, technical diagnosis.*

В настоящее время в нефтеперерабатывающей, нефтехимической и химической промышленности проходит плановая модернизация производств (установок), с заменой устаревшего оборудования. Однако, в целях экономии средств, замена технологического оборудования обычно проводится без замены строительных сооружений, на которых они располагаются (постаменты, этажерки и т.п.), большая часть которых отработали свой остаточный ресурс, либо близка к этому. Поэтому надежность указанных сооружений выходит на первый план в вопросе промышленной безопасности предприятия. При этом при проведении стандартных плановых экспертиз промышленной безопасности сооружений зачастую упускаются скрытые повреждения конструкций, в том числе несущих стальных элементов, поверхности которых скрыты для

визуального освидетельствования огнезащитными покрытиями (огнезащита выполнена путем футеровки, т.е., облицовки конструкций кирпичной кладкой, либо оштукатуриванием по сетке). С целью определения остаточной несущей способности строительных конструкций, при плановой замене технологического оборудования авторами статьи были выполнены мероприятия по контролю возможных повреждений стальных строительных конструкций (постаментов, этажерок и т.п.), скрытых огнезащитой, на примере постаментов ХВ-2, расположенного на территории нефтеперерабатывающего завода в г. Москва.

Данный завод был запроектирован в 1971 г. и эксплуатируется более 40 лет. Постамент представляет собой двухпролетную, двухэтажную открытую этажерку каркас-

ного типа — каркас металлический. Фундаменты — отдельно стоящие железобетонные. Балки и стойки стальные из профилированных элементов. Перекрытие выполнено из сборных железобетонных плит (с отдельными монолитными железобетонными участками) по стальным балкам. Балки выполнены двутаврового сечения I20, I24, I30, I40, I50. Раскладка балок ортогональная. Консоли выполнены из спаренного швеллера № 16 и уголка L63. Все балки заизолированы — выполнена противопожарная защита (оштукатурены) асбестовым штукатурным раствором, в отдельных балках под штукатурным слоем на нижнюю полку на всю высоту стенки балки установлен теплоизоляционный кирпич (фото.1).

Нагрузка от электродвигателей передается на стальные балки перекрытия на отм. +4.76 через монолитные железобетонные фундаменты. Нагрузка от теплообменников передается через стальные стойки второго этажа на стойки первого этажа. Стойки первого этажа выполнены стальными из спаренных швеллеров № 20, установленных полками наружу на базу из стальной пластины — 420x470x20 мм с фасонками толщиной 8 и 10 мм. Швеллеры соединены стальными накладками толщиной 10 мм размером 245x150 мм, установленными с шагом 700—800 мм. Все стойки облицованы керамическим кирпичом на цементно-песчаном растворе (толщина

облицовки 120 мм). Конструкции баз (опорные узлы) стоек первого этажа забетонированы. Общий вид сооружения представлен на фото. 1.

Через 2 года после проведения очередной экспертизы промышленной безопасности сотрудниками отдела технического надзора было выявлено наличие выраженного крена одной из консолей по оси «Б-4», в связи с чем, они обратились в специализированную организацию для оценки степени опасности выявленного дефекта и анализа вызвавших его причин.

Для детального освидетельствования строительных конструкций было принято решение частично демонтировать огнезащитное покрытие (облицовку из керамического кирпича) со стальных конструкций постамента. По результатам освидетельствования установлено, что наибольшему повреждению подверглись конструкции со стороны оси «4», при этом большинство повреждений сконцентрировано в зоне перекрытия. Коррозионное повреждение конструкций в указанных зонах (по отношению к неповрежденным участкам) достигает 30—40%, при этом имеются локальные зоны оси «Б-4», «В-4», коррозионное повреждение металла в которых достигает 100%. Фрагмент стальных элементов после вскрытия огнезащитного покрытия представлен на фото 2.



Рис. 1. Общий вид объекта



Рис. 2. Фрагмент стальной балки в зоне вскрытия огнезащитного покрытия

Выводы

По результатам освидетельствования авторами статьи было установлено, что металлические несущие строительные конструкции объекта были подвержены систематическому воздействию атмосферной воды в условиях отсутствия необходимой вентиляции. Основные дефекты и повреждения несущих конструкций постаменты были сформированы в результате непредусмотренных проектом коррозионных воздействий, основной причиной которых явились:

- отсутствие эффективного антикоррозионного покрытия стальных конструкций на стадии возведения объекта;
- протечки через поврежденные участки гидроизоляции перекрытия;
- облицовка стальных стоек первого этажа керамическим кирпичом в процессе эксплуатации, сфор-

мировавшая зоны отсутствия необходимой вентиляции строительных конструкций в условиях их регулярного замачивания.

При проведении экспертизы промышленной безопасности, техническом диагностировании, с определением срока дальнейшей безопасной эксплуатации стальных строительных конструкций (постаментов, этажерок и т.п.) скрытых огнезащитой, необходимо учитывать возможные скрытые эксплуатационные дефекты, аналогичные вышеописанным. Это позволит уже на стадии ознакомления с технической документацией, а также при проведении визуально-измерительного контроля, сориентироваться и уточнить методы и объём необходимого дополнительного контроля. При проведении расчета остаточного ресурса сооружения следует учитывать возможное коррозионное повреждение, скорость которого значительно выше нормативных величин.

Модернизация способа измерения высотных отметок конструкций при проведении экспертизы промышленной безопасности

Орешкин Александр Юрьевич, технический директор
ООО «Промтехмониторинг» (г. Волгоград)

Куранов Дмитрий Владимирович, ведущий специалист
ООО «Универсал-ТС» (г. Москва)

Клочков Дмитрий Петрович, инженер (г. Волгоград)

В статье приводится альтернативный способ определения прогибов и проектных отметок строительных конструкций, основанный на совместном использовании стандартных геодезических приборов и лазерного дальномера.

Ключевые слова: геодезический контроль, прогиб строительных конструкций, промышленная безопасность, экспертиза, теодолит, нивелир, лазерный дальномер.

The alternative way of definition of sags and design elevations of building construction which is based on shared use of standard geodetic devices and a laser ranging device is given in article.

Keywords: geodesic control, sag of engineer construction, industrial safety, inspection, theodolite, batter level, laser ranging device.

Геодезический контроль прогибов несущих конструкций промышленных и общественных зданий всегда был неотъемлемой частью экспертного заключения по оценке остаточной несущей способности и эксплуатационной пригодности зданий и сооружений. В России в настоящее время большая часть промышленных предприятий частично, а в некоторых случаях полностью, израсходовали свой остаточный ресурс. Для определения этого ресурса на большинстве предприятий с целью обеспечения промышленной безопасности зданий и сооружений производятся плановые экспертизы по оценке технического состояния строительных конструкций зданий и сооружений. При этом в процессе проведения стандартной плановой экспертизы промышленной безопасности зачастую не представляется возможным достоверно оценить фактическое значение прогибов труднодоступных для геодезического контроля строительных конструкций. Определения прогибов конструкций и оценки неравномерной осадки сооружения либо отдельных его частей особенно актуальна для элементов, расположенных на высоте более 6,5 м от уровня пола первого этажа.

В настоящее время с целью определения прогибов стропильных балок, плит и ферм покрытия используется нивелир с геодезической рейкой. При этом в зданиях, где высоты проектных отметок стропильных конструкций превышают размеры геодезической рейки, используется теодолит. Однако в реальных условиях существующего предприятия это не всегда возможно, так как наличие технологического оборудования и недостаточная освещенность измеряемых конструкций (для точной визуальной фиксации контрольных точек) исключает возможность геодезического контроля теодолитом. Кроме того, использование одновременно теодолита и нивелира приводит к увеличению трудоемкости процесса геодезического контроля.

Для оценки прогибов, либо неравномерной деформации сооружения в основном используются высотные отметки нижней грани конструкции (балки, фермы и т.п.). Указанные отметки могут быть получены путем измерения высоты от пола до нижней грани конструкции, при этом значительный разброс отметок существующих полов зданий на стадии изготовления, а также изменение проектных отметок полов при эксплуатации (наличие неравномерных просадок, механических повреждений и т.п.) не позволяет достоверно оценить реальное положение контролируемых конструкций. Для определения прогибов необходимо знать точные высотные отметки полов в контрольных точках, которые могут быть получены по результатам стандартного геодезического контроля — нивелировкой пола здания с последующим закреплением указанных точек на полу здания для установки лазерного дальномера и последующего измерения расстояния от пола до стропильных конструкций. Но в реальных условиях обследование (экспертиза промышленной безопасности) производственного здания производится без вывода объекта из эксплуатации и остановки производственного процесса, что практически исключает возможность закрепления контрольных точек.

В данной статье авторы предлагают альтернативный способ определения прогибов и фактических высотных отметок строительных конструкций, основанный на совместном использовании современных геодезических приборов.

Предлагаемый способ геодезического контроля строительных конструкций основан на измерении расстояния не от поверхности пола помещения до нижней горизонтальной грани указанных конструкций с использованием лазерного дальномера (рис. 1), а от уровня горизонта инструмента независимо от отметок пола здания.



Рис. 1 Принципиальная схема измерения высотных отметок стропильной конструкции

Это позволяет выполнять геодезический контроль строительных конструкций (стропильных балок, плит и ферм покрытия) с помощью нивелира, рейки и лазерного дальномера без закрепления контрольных точек на полах зданий с одновременным контролем отметок пола. В основе способа лежит совместное использование стандартного лазерного дальномера, соединенного с геодезической рейкой при помощи разработанного авторами крепления. При этом прогибы и проектные отметки в соответствии с данным методом могут быть определены по следующей формуле:

$$D = a + c - b, \quad (1)$$

где

D — расстояние от горизонта инструмента (нивелира) до контрольной точки;

a — расстояние от лазерного дальномера до контрольной точки;

c — расстояние от лазерного дальномера до низа рейки;

b — расстояние от пола до уровня горизонта инструмента (нивелира).



Рис. 2. Проведение геодезических обследований строительных конструкций

В ходе проведения геодезических обследований строительных конструкций (рис. 2) были выявлены следующие преимущества предложенного способа:

- значительное уменьшение погрешности измерений при наведении геодезического прибора (теодолита) на контрольные точки;
- отсутствие необходимости выполнять дополнительные работы по геодезическому контролю (закрепление контрольных точек на полах здания) строительных конструкций;

– значительное снижение трудоемкости процесса обследования объекта за счет возможности одновременного выполнения геодезического контроля полов в помещении и строительных конструкций перекрытий (покрытия);

- возможность выполнять контроль не только непосредственно с отметок уровня пола, но и с существующих предметов (технологическое оборудование, переходы, эстакады и т.п.).

Основные причины изменения технического состояния машин

Пернебеков Сакен Садибекович, кандидат технических наук, профессор;

Балабеков Зетбек Агабекович, кандидат технических наук, доцент;

Саматаев Темирхан Кучкарович, старший преподаватель;

Тезекбаева Нургуль Рахимсеитовна, преподаватель

Южно-Казахстанский государственный университет имени М. Ауезова, (г. Чимкент, Казахстан)

Состояние механической системы оценивают по совокупности показателей, называемых параметрами технического состояния. Они позволяют также сравнивать различные состояния системы и системы между собой. Техническое состояние системы можно также косвенно оценить сопоставлением ее технико-экономических показателей надежности с эталонными значениями. Однако такая оценка не дает представления о механизме перехода элементов машины из одного состояния в другое, что является существенным недостатком.

Ключевые слова: механическая система, техническое состояние, интенсивность изменения, случайная величина, надежность, вероятность безотказной работы, условия эксплуатации.

Изменение технического состояния машин проявляется в изменении ряда важных эксплуатационно-технических качеств — динамических качеств, топливной экономичности, управляемости, тормозных качеств, надежности и долговечности и этот процесс происходит под влиянием постоянно действующих причин, обусловленных работой самих механизмов, случайных причин, а также внешних условий, при которых работает или хранится машина. Интенсивность изменения технического состояния машин зависит главным образом от совершенства его конструкции, качества производства, применяемых эксплуатационных материалов и режимов работы. В свою очередь режимы работы формируются в соответствии с климатическими и дорожными условиями, характером перевозок, качеством вождения. Знание факторов, влияющих на изменение технического состояния автомобиля, и причин, его вызывающих, позволяет принимать меры, способствующие повышению надежности и долговечности автомобиля.

Понятие «надежность», установленное ГОСТ 27.002–83, охватывает многие аспекты, связанные с характеристикой состояния механических систем. Вместе с тем это понятие ограничено, так как не учитывает физическую сущность состояний, их разнообразие. Состояние любой механической системы (машины, сборочной единицы или сопряжения) характеризуется совокупно-

стью ее внутренних свойств в определенный момент времени. В соответствии с ГОСТ 27.002–83 различают следующие основные состояния механической системы: исправное, неисправное, работоспособное, неработоспособное и предельное.

В общем случае механическая система может пребывать в различных состояниях. Число состояний зависит от количества элементов системы, ее функционального назначения, пределов изменения показателей работоспособности. Момент времени, в который происходит переход системы от одного состояния в другое, является случайной величиной. Поскольку состояние механической системы определяется состоянием ее конструктивных элементов, надежность функционирования системы в целом будет также зависеть от надежности составляющих ее деталей и от количества возможных состояний каждой из них. Каждая деталь может пребывать в одном из двух состояний: работоспособном или неработоспособном. Отказ сборочной единицы наступает в случае перехода любой из деталей в неработоспособное состояние. При увеличении числа составляющих систему элементов от двух до четырнадцати, вероятность безотказной ее работы уменьшается, а число n возможных состояний системы резко возрастает и уже при $n_k = 10$ составляет 1000 (рис.1).

Таким образом, чем сложнее система, тем ниже (при прочих равных условиях) уровень ее надежности и тем

больше возможных причин и форм проявления ее отказа. Состояние системы можно с определенной точностью охарактеризовать совокупностью значений величин, опреде-

ляющих ее поведение. Эти величины позволяют сравнивать состояния системы между собой и судить об их различии, а также об изменении состояния системы во времени.

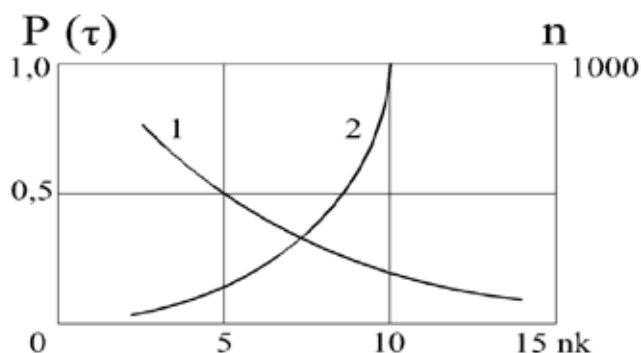


Рис. 1. Зависимость вероятности $P(\tau)$ безотказной работы (кривая 1) и числа n возможных состояний (кривая 2) механической системы от числа n_k конструктивных элементов (для каждой детали $P(\tau) = 0,9$)

Существуют различные формы описания состояния системы: аналитическая, табличная и графическая.

Аналитическая форма описания системы представляет собой зависимость параметра, определяющего состояния системы от ряда аргументов — переменных x, y (координат системы). В общем случае, учитывая изменения состояния системы во времени можно записать:

$$y(\tau) = \varphi\{x_1(\tau); x_2(\tau), \dots, x_n(\tau)\}, \quad (1)$$

где $y(\tau)$ вектор-функция или как ее называют, линия (траектория) поведения системы.

Если часть переменных в определенном интервале времени не меняет своих значений, то их называют параметрами α системы. Тогда вектор-функция

$$y(\tau) = \varphi\{x_1(\tau); x_2(\tau), \dots, x_n(\tau), \alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_k\} \quad (2)$$

Начальные условия существования системы $Y_{E=0} = \{\alpha_1; \alpha_2; \dots; \alpha_k\}$. Граничные условия $0 < \tau \leq \tau_g$; $y_n \leq y \leq y_3$ (здесь y_n, y_3 — соответственно, нижнее и верхнее граничные значения показателя y).

Таким образом, для однозначного аналитического описания механической системы необходимо определить постоянные параметры системы, задать координаты системы

(переменные факторы), установить функции, описывающие изменения координат системы во времени, определить начальное и граничное состояние системы во времени, определить начальное и граничное состояния системы (начальные и граничные условия ее существования). Графическую форму описания систем применяют на начальном этапе исследований, когда еще неизвестен характер зависимости определяющих параметров от переменных факторов, и на заключительном этапе в качестве наглядной интерпретации математической модели. Пространство возможных состояний системы изображают в виде кривой или поверхности в соответствующей системе координат. Характерным примером графического представления механической системы является зависимость изменения работоспособности машины в эксплуатации, построенная с учетом проведения управляющих воздействий по поддержанию надежности (рис.2).

На этом графике пространство работоспособного состояния машины заключено в границах показателя работоспособности ($y_b - y_n$), соответствующих исходному и предельному состоянию системы. Если требуется определить изменение показателя состояния системы во времени с учетом какого-либо переменного фактора, при графической форме представления пользуются трехмерной системой координат.

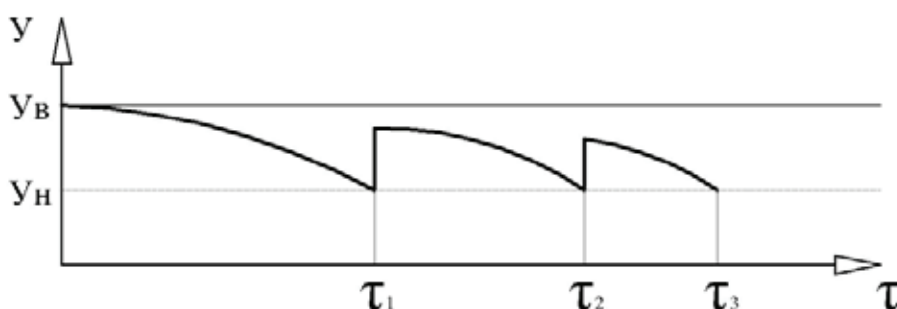


Рис. 2. График изменения работоспособности машин в процессе эксплуатации

Причины ошибок, случайных отклонений значений показателей состояния системы в первую очередь заключаются во флуктуации структуры материалов деталей на атомно-молекулярном уровне. На уменьшение работоспособности машины влияет внешняя среда, а также процессы, происходящие в деталях и сборочных единицах во время работы.

Состояние механической системы оценивают по совокупности показателей, называемых параметрами технического состояния. Они позволяют также сравнивать различные состояния системы и системы между собой. Техническое состояние системы можно также косвенно оценить сопоставлением ее технико-экономических показателей надежности с эталонными значениями. Однако такая оценка не дает представления о механизме перехода элементов машины из одного состояния в другое, что является существенным недостатком.

Процесс изменения технического состояния машины можно представить следующим образом. В результате воздействия окружающей среды, режимов и характера использования, качества технического обслуживания, а также внутренних процессов происходит изменение физико-механических свойств материалов деталей: разупрочнение, снижение твердости, износостойкости. Эти изменения вызывают микрповреждения рабочих поверхностей деталей, которые постепенно накапливаясь, вызывают изменение параметров и рабочих режимов со-

пряжений. Следствием этого является нарушение нормальных режимов работы сборочных единиц и машины в целом (увеличение зазоров, ухудшение температурного и нагрузочного режимов работы), что в свою очередь вызывает отказ машины.

Кроме того, на изменение технического состояния машин влияют условия их эксплуатации: дорожные условия, определяющие режим работы автомобилей и характеризующиеся технической категорией дороги, видом и качеством дорожного покрытия; условия движения; условия перевозки; сезонные условия, связанные с колебаниями окружающего воздуха и изменением дорожных условий по времени года; природно-климатические условия, зависящие от температуры окружающего воздуха, влажности, уровня солнечной радиации и др. При разных условиях эксплуатации значения показателей надежности машин будут различаться, что скажется и на показателях эффективности технической эксплуатации.

Очевидно, что поддерживая техническое состояние, а вместе с ним и эксплуатационные показатели автомобиля на высоком уровне, можно существенно воздействовать на его производительность и себестоимость перевозок. Поэтому для оптимального управления эксплуатационными свойствами и повышения технико-экономических показателей эксплуатации необходимо знать причины и закономерности изменения технического состояния машин и механизмов.

Литература:

1. Колесник, П. А., Шейнин В. А. Техническое обслуживание и ремонт автомобилей. — М.: Транспорт, 1985.
2. Кузнецов, Е. С. Техническая эксплуатация автомобилей. — М.: Транспорт, 2001.
3. Кузнецов, Е. С. Управление технической эксплуатацией автомобилей. — М.: Транспорт, 1990.

Применение датчиков в сборочных роботизированных системах

Поезжаева Елена Вячеславовна, кандидат технических наук, профессор;

Федотов Александр Георгиевич, студент;

Заглядов Павел Владимирович, студент

Пермский национальный исследовательский политехнический университет

Достижение ритмичности и гибкости сборочного процесса при максимальном использовании оборудования и высоком качестве роботизированной сборки изделий требует решения комплекса задач по организации контроля. Таким образом, перед разработчиками систем контроля стоит задача выявления оптимальной сенсорной системы. Ее решение требует определения стратегии контроля с учетом факторов, влияющих на процесс сборки.

Ключевые слова: промышленный робот, датчики, роботизированные системы

Главная цель проведения контроля состоит в устранении дефектов и повышении производительности. Поэтому возникает необходимость записи состояния, сравнения условий и диагностирования. На основании данных диагностики могут выполняться процедуры исправления дефектов

сборки, технического обслуживания и механической обработки. Применение на сборке промышленных роботов расширяет функции контроля на две области: собираемое изделие и сборочный процесс. Процедуры контроля для каждой из областей представлены на рис. 1.



Рис.1. Процедуры контроля

Реализация одной или нескольких задач контроля возможна лишь при использовании сенсорной системы. Информация от датчиков может передаваться или в систему управления роботом, или в общую вычислительную систему.

Стоит обратить внимание на ряд трудностей, возникающих при использовании датчиков для контроля роботизированной сборки, среди которых: выявление специфических задач контроля; определение соответствующих параметров контроля (усилия или момента); выбор физических принципов построения датчиков для измерения параметров процесса контроля; выбор конкретных технических решений из широкого разнообразия существующих датчиков.

Выбор датчиков проводится по техническим, экономическим и организационным показателям. На основе методов разработки экономически эффективных решений в области контроля получены процедуры разработки плана применения датчиков в автоматизированной сборочной линии, включающей погрузочно-разгрузочные устройства и промышленные роботы. План содержит несколько этапов. В первую очередь по отношению к задачам сборки формируется вывод о необходимости проведения контроля, затем ставятся задачи контроля. Далее вырабатывается концепция и стратегия контроля. На последнем этапе выявляются и оцениваются альтернативные решения.

Тип системы контроля должен выбираться, исходя из поставленной задачи. Для этого выполняется процедура уточнения требований к контролю. Чтобы при этом обеспечить сведение к минимуму сложности и стоимости системы контроля, необходимо провести ряд подготовительных мероприятий таких, как переконструирование изделия с учетом особенностей автоматической сборки.

Выбор датчиков для системы контроля должен проводиться на основании критериальных оценок, включающих в себя характеристику объекта контроля (изделие, процесс сборки или производственное оборудование). Принимаются во внимание также условия, в которых предстоит работать датчику, экономические и организационные факторы. Указанная информация должна обрабатываться в рамках выбранной концепции и стратегии контроля.

При определении подходящей концепции контроля принимается во внимание состав необходимых данных, вид их записи и обработки. Стратегия контроля определяется с учетом параметров и принципа действия датчиков.

На основании положений стратегии контроля можно наметить приблизительную характеристику требуемой сенсорной системы. Окончательный выбор датчиков для системы контроля производится из имеющихся в продаже, наиболее близких по характеристикам к требуемым.

При этом датчики классифицируются по функциональным возможностям. После того как выбран тип датчика, можно проводить уточнение с учетом особенностей сенсорных систем, поставляемых различными изготовителями. Желательно рассмотрение альтернативных вариантов, исходя из экономической оценки.

Наиболее важные этапы проектирования системы контроля рассмотрены ниже более подробно. Прежде всего, должна проводиться оценка необходимости проведения контроля. Применительно к специфике задач сборки предлагается несколько процедур оценки. Сбор оперативной информации о состоянии производства может выявить дополнительную необходимость в проведении контроля. Учитываются такие факторы, как частота появления дефектов, дефекты заготовок, неправильное сопряжение

деталей, отклонение от расчетной траектории при погрузочно-разгрузочных операциях. Изучение комплекта имеющейся технической документации позволяет расширить информационную базу принятия решения о необходимости контроля, особенно в случаях полной перестройки процесса в связи с автоматизацией сборочных операций. По документации анализируются перечни технологических операций, чертежи деталей, стандарты предприятия, характеристики оборудования, требования к качеству и точности изготовления деталей, к параметрам процесса сопряжения деталей. Анализ исходных производственных данных завершает формирование базы данных для обоснования необходимости введения контроля. Однако использование сформированной базы данных позволяет только теоретически определить необходимый уровень контроля. Поэтому необходима разработка тестов для проверки реальной потребности в контроле, которая может оцениваться с помощью различных критериев. Наибольшее значение придается экономическим факторам. Экономический критерий оценки формируется на основе сравнения расходов на организацию контроля с, ущербом, вызванным погрешностями сборки. Иными словами, оцениваются потери, вызванные отклонениями, и расходы на предотвращение их возникновения. Если рассматривать крайний случай, то расходы на систему контроля могут оказаться бесполезными. С помощью технического критерия оценивается влияние технических изменений, вносимых в конструкцию изделия и технологию изготовления, на степень потребности в системе контроля.

Вносимые изменения могут сделать контроль практически излишним.

Второй важный этап планирования состоит в выборе концепции контроля. Для супервизорного управления гибкой автоматизированной системой сборки, содержащей промышленные роботы, предлагаются три концепции:

1. контроль с коррекцией
2. контроль с прерыванием
3. контроль по методу «скорой помощи»

Для конкретного случая гибкой автоматизированной сборки с погрузочно-разгрузочными устройствами при построении сенсорной системы обнаружения дефектов может с равным успехом использоваться любая из трех концепций. Концепция контроля с коррекцией предусматривает автоматическое устранение дефекта под управлением центрального процессора. Концепция прерывания требует автоматического прекращения работы сборочной системы в случае обнаружения дефекта. Причина, вы-

завшая появление дефекта, или его последствия ликвидируются позднее. Концепция скорой помощи состоит в записи и индикации состояния. Выявленные дефекты должны незамедлительно исправляться обслуживающим персоналом без прерывания всего производственного процесса.

Выбор соответствующей концепции контроля может основываться на таких критериях, как частота появления критических дефектов или уровень автоматизации. Так, концепция корректирующего контроля наиболее целесообразна в случае частого появления дефектов.

Определение стратегии контроля осуществляется на третьем этапе разработки проекта. Стратегия контроля определяется рядом технических и организационных критериев. Для формирования стратегии контроля роботизированных систем сборки используется комплексный критерий. В этом случае технические критериальные оценки учитывают следующие факторы:

1. объект контроля (заготовка, промышленный робот, периферийные
2. устройства),
3. параметры контроля (усилие, температура, длина),
4. принцип действия датчика (контактный, бесконтактный),
5. точность (высокая, средняя, низкая).

Организационные критериальные оценки строятся на основании указанных ниже факторов:

1. занятость персонала (только для проведения диагностики),
2. момент проведения измерений (до, во время, после сборочной
3. операции),
4. расположение датчика (установлен на работе или отдельно от него),
5. частота контроля (непрерывно, периодически, стохастически),
6. продолжительность контроля (миллисекунды, секунды).

Используя ряд характерных критериев, для каждой задачи контроля можно выбрать несколько возможных стратегий. При проектировании сенсорной системы задача сводится к сокращению числа рассматриваемых стратегий контроля на возможно более ранней стадии и выбору наиболее экономичного варианта. [1–5]

Таким образом, перед разработчиками систем контроля стоит задача выявления оптимальной сенсорной системы. Ее решение требует определения стратегии контроля с учетом факторов, влияющих на процесс сборки.

Литература:

1. Поезжаева, Е. В. Промышленные роботы: учеб. пособие: в 3 ч./ Е. В. Поезжаева. — Пермь Изд-во Пермь. гос, тех. ун-та, 2006. — Ч. 1. — 64 с.
2. Зенкевич, С. Л., Ющенко А.:С. Управление роботами. — М.: Изд-во МГОУ им. Н. Э. Баумана, 2006.
3. Корендясев, А. И. Теоретические основы робототехники: в 2 кн./ А. И. Корендясев, Б. Л. Саламандра, Л. И. Тывес; отв. Ред. С. М. Каплунов. — М.: Наука, 2006.

4. Хорн, Б. К. Зрение роботов. — М.: Мир, 1989.
5. Михайлов, С. В., Романов В. В., Заикин Д. А., Система технического зрения для диагностики процесса резания материалов//Вестник компьютерных и информационных технологий., 2007, № 4, стр 23–26

Метод покоординатного контроля контактных характеристик микропрофиля дорожного покрытия

Полуянович Николай Константинович, кандидат технических наук, доцент;
 Медведев Михаил Юрьевич, доктор технических наук, профессор;
 Щуровский Владислав Анатольевич, аспирант
 Южный федеральный университет (г. Таганрог)

Разработки в сфере распознавателей объектов являются одними из приоритетных в робототехнике. Существующие методы определения типа дорожного покрытия работают в условиях непосредственного физического контакта с определяемой поверхностью. Разработка метода определения типа дорожного покрытия на расстоянии позволит системам ориентирования и системам устойчивости работать в реальных городских условиях. Практическая значимость бесконтактного метода определения типа дорожного покрытия позволит беспилотным устройствам и системам устойчивости работать с более высокой скоростью, без риска потери маршрута устройством ([1, с. 25]).

Структурная схема разрабатываемой системы. Бесконтактная, ультразвуковая система распознавания дорожного покрытия (рис. 1) работает следующим образом. Информация с датчиков необходимых для определения коэффициента сцепления в данный момент поступает с датчиков в анализатор, затем в БУ. Параллельно с этим БУ получает данные с датчиков необходимых для прогнозирования дорожной ситуации.

Определив моментальные значения коэффициента сцепления, и показания портативной метеостанции, система корректирует показания с ультразвуковых датчиков и инфракрасных датчиков, на основе имеющихся в ней данных и окружающих погодных условий. Закончив корректировку, система производит проверку корректировки (когда транспортное средство достигает места прогнозируемой дорожной ситуации система сверяет данные о моментальной ситуации с прогнозированными данными). Далее тип дорожного покрытия идентифицируется системой, либо тип дорожного покрытия для системы является неизвестным. Система, используя встроенные базы данных продолжает прогнозирование дорожного покрытия и посылает сигнал о прогнозируемой ситуации на выходы.

Модель покоординатного перемещения контактной части автомобиля

Метод покоординатного контроля поверхности основан на бесконтактном способе определения микро профиля контактной поверхности и наклона дорожного покрытия описываемого дифференциальными уравнениями, и СЛАУ координатного перемещения контактной части автомобиля. Определение реакции опоры при неравномерной нагрузке производится путём установления датчиков давления, измеряющих массу давления (m) на каждый из амортизаторов (рис. 2) автомобиля и установки датчиков расстояния внутри амортизаторов. Датчики расстояния измеряют расстояния от верхней точки пружины амортизатора до нижней (u).

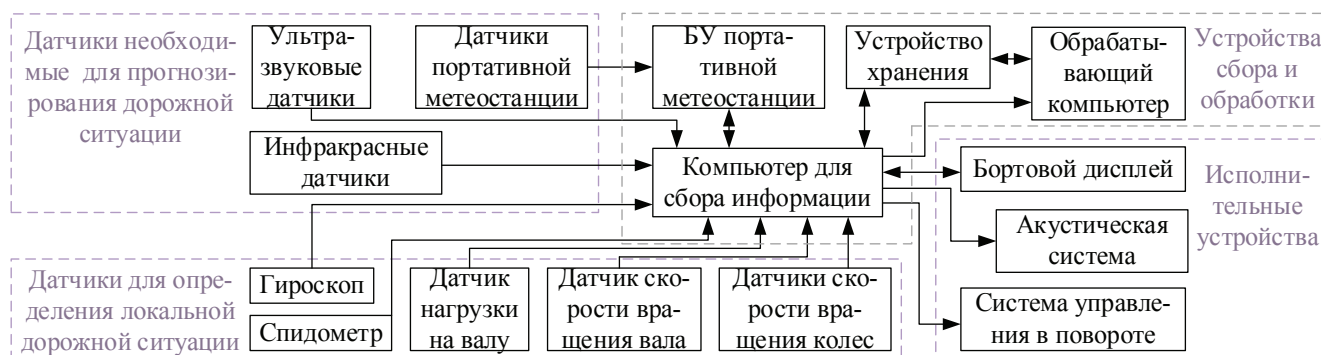


Рис. 1. Структурная схема бесконтактной системы определения дорожного покрытия

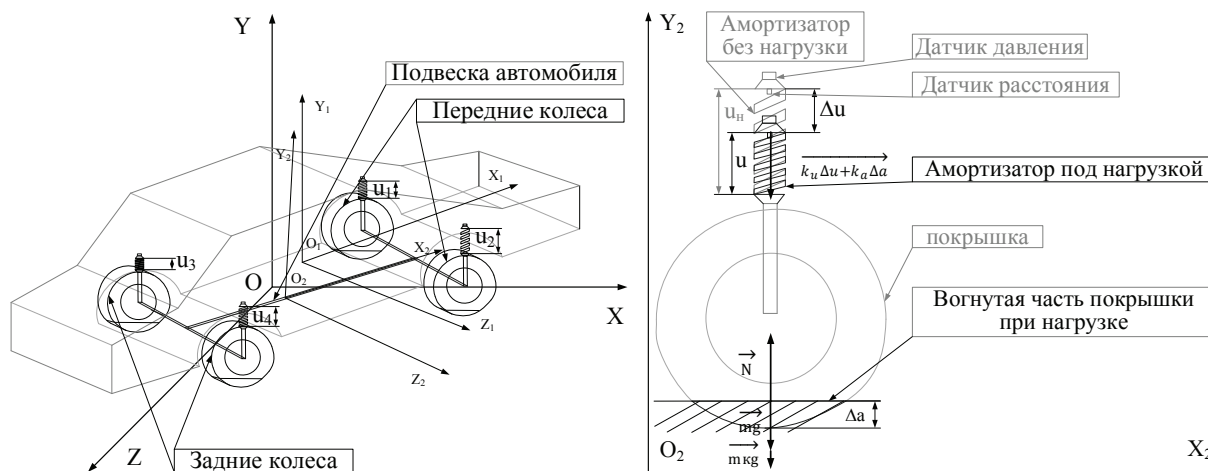


Рис. 2. Схематичное изображение измеряемых величин

Имея данные с датчиков становится возможным рассчитать такие величины как: прогиб покрышки (Δa), прогиб амортизатора (Δu), реакция опоры (N) каждого колеса в отдельности. Автомобиль представляет из себя систему из двух подвижных частей, связанных амортизаторами, а именно подвески и корпуса.

Для удобства решено присвоить каждой из этих частей по системе координат, что позволит наглядно показать принцип работы системы подвески и качественно строить проекции, основываясь на углах смещения осей координат

На рисунке 1 к автомобилю привязаны 2 плоскости, (O_1, X_1, Y_1) — к центру масс корпуса, так, что ось OX_1 привязана к центральной линии корпуса по горизонтали продольно, а ось OY_1 — привязана к её перпендикулярно по вертикали. Плоскость (O_2, X_2, Y_2) — к центру масс подвески. Ось OY привязана к вектору силы земного притяжения.

Учитывая тот факт, что в нашем данном случае векторы сил совпадают с вектором ($\rightarrow \uparrow Y$), для удобства можно брать значения сил по модулю.

Реакция опоры равна силе воздействия на нее

$$\vec{N} = \vec{mg} + \vec{m_k g}$$

Где ($\rightarrow \uparrow N$) — вектор реакции опоры, ($\rightarrow \uparrow g$) — притяжение земли, m — масса действующая на амортизатор m_k — масса колеса и части подвески.

$$|mg + m_k g| = k_u \Delta u + k_a \Delta a$$

Где k_u — коэффициент упругости пружины амортизатора, k_a — коэффициент упругости накаченной покрышки (значения берутся табличные либо экспериментальные)

$$\Delta u = (|mg + m_k g| - k_a \Delta a) / k_u$$

Прогиб амортизатора рассчитывается путем нахождения разницы между нормальной длиной пружины амортизатора (u_n) и измеренной длиной пружины амортизатора

$$\Delta u = u_n - u$$

$$\Delta a = (|mg + m_k g| - k_u \Delta u) / k_a; \Delta a = (|mg + m_k g| - k_u (u_n - u)) / k_a$$

Масса колеса — величина постоянная, а вот масса подвески будет меняться в зависимости от угла наклона автомобиля и скорости центростремительного ускорения (в случае центростремительного движения)

$$\vec{m_k g} = (m_n + m_{кол}) (\vec{g} + \vec{a})$$

Где $m_{кол}$ — масса колеса, m_n — воздействующая на колесо часть массы подвески

Проверку расчетов возможно произвести по массе корпуса (m_o)

$$m_i = (\Delta a_i k_a + k_u (u_n + u_i)) / g - m_{ki}$$

Масса всего корпуса распределяется между четырьмя соединительных точках, в которых измеряется масса при предлагаемом методе.

$$m_o = \sum_1^4 m_i \text{ или } m_o = m_1 + m_2 + m_3 + m_4$$

Сложив нагрузку на каждый амортизатор в отдельности можно получить вес всей верхней части автомобиля.

$$m_0 = \frac{\Delta a_1 k a + k u(u_1 + u_1)}{g - m k 1} + \frac{\Delta a_2 k a + k u(u_1 + u_2)}{g - m k 2} + \frac{\Delta a_3 k a + k u(u_1 + u_3)}{g - m k 3} + \frac{\Delta a_4 k a + k u(u_1 + u_4)}{g - m k 4}$$

Вывод: Зная давление на каждом амортизаторе и зная степень сжатия амортизатора можно получить такие величины как: прогиб покрышки, прогиб амортизатора, реакция опоры каждого колеса в отдельности. Это позволит управлять жёсткостью подвески в зависимости от неровностей дороги.

Результаты математического моделирования. Важной характеристикой типа дорожного покрытия является микро профиль [2, с. 145]. Для определения величины микро профиля необходимо рассчитать такие величины как момент на ведущем колесе и радиальную нагрузку на колесо (рис 3). Момент на ведущем колесе M_k измеряется в соотношении между его величиной, радиальной нагрузкой на колесо G_k , коэффициентом сопротивления качению f_0 и радиусом качения колеса в ведомом состоянии r_k :

$$M_k = r_k f_0 G_k.$$

Радиальная нагрузка на колесо использует уравнение равновесия сил, возникающих в контакте колеса с дорогой:

$$Mg + mg + 2c_{ш}(h_{cr}(t) - x(t)) = G_k(t).$$

Расчет высоты микро профиля под ведущим колесом, и как следствие, прогиба шины $h_{cr}(t) - x(t)$, приводит к необходимости определения случайной переменной составляющей усилия в контакте колеса с дорогой:

$$G_k(t) = 2c_{ш}(h_{cr}(t) - x(t)).$$

Микро профиль дороги представляется в виде стационарного эргодического случайного процесса с автокорреляционной функцией вида:

$$R_k(t) = D_k (A_{1k} e^{-a_{1k} t} \cos b_k t + A_{2k} e^{-a_{2k} t}),$$

где a_{1k}, a_{2k}, b_k — коэффициенты, найденные для k-го вида профиля, D_k — дисперсия k-го вида профиля (рис 3).

На основании усредненных измерений, выборочно проведенных на следующих типах грунта Ростовской области, были приведены коэффициенты аппроксимации автокорреляционной функции основных видов микро профиля (таблица 1).

Таблица 1. Коэффициенты аппроксимации автокорреляционной функции.

Тип дорожного покрытия	Коэффициенты аппроксимации					
	$D, \text{см}^2$	A_1	A_2	a_1	a_2	b
Асфальт новый (R1)	0,66	1	0	0,13	0	1,05
Асфальт изношенный (R2)	1,6	0,15	0,85	0,05	0,2	0,6
Щебеночный (R3)	6,3	0,05	0,95	0,05	0,21	1,37
Накатанный грунт (R)	10,63	0,1	0,9	0,2	0,7	1,57

Замеры характеристик дорожного покрытия типа асфальт новый, проводились на трассе международного уровня А-280 с момента укладки до момента замеров прошло 3 месяца.

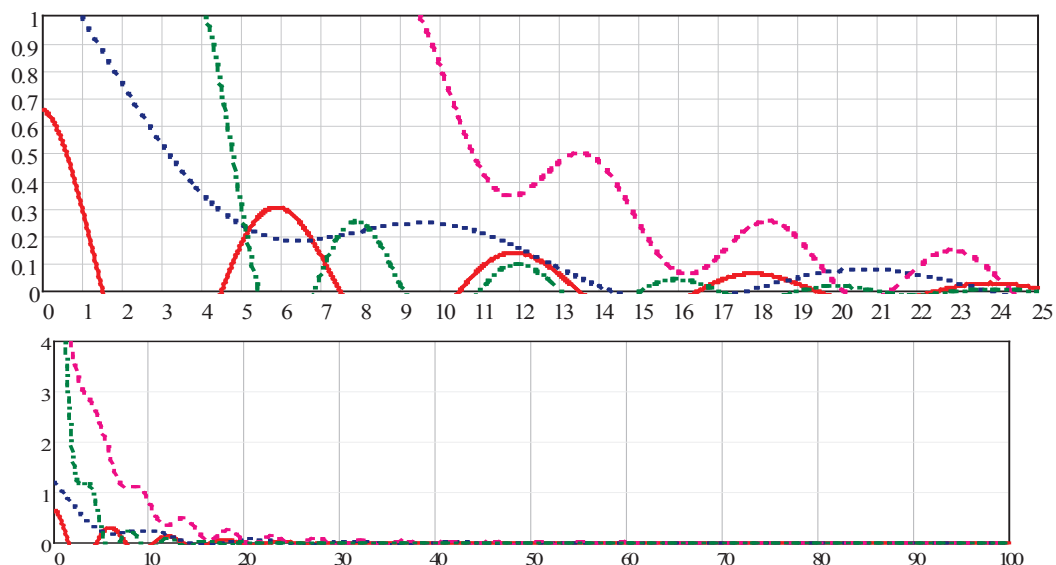


Рис. 3. Автокорреляционные функции микро профиля дорожной поверхности

Таким образом исходный профиль, описываемый уравнением автокорреляционной функции вида $R_k(t) = D_k (A_{1k} e^{-a_{1k} t} \cos b_k t + A_{2k} e^{-at})$ (рис 3) где, R1 — асфальт новый, R2 — асфальт изношенный, R3 — Щебеночный, R4 — накатанный грунт, переменные взяты из таблицы 1.

Заключение. Предложена структурная схема системы ультразвукового распознавания дорожного покрытия, основанная на бесконтактной диагностике. Разработана модель покоординатного перемещения контактной части автомобиля. Предложен покоординатный метод определения микро профиля дорожного покрытия во время движения автомобиля, посредством ультразвука. Рассмотрен принцип работы метода и обоснован его практический смысл. Приведена математическая модель расчетов микро профиля дорожного покрытия. Исследованы характеристики различных типов микро профиля дорожного покрытия.

Литература:

1. Пшихопов, В.Х., Медведев М.Ю. Оценивание и управление в сложных динамических системах. — М.: Физматлит, 2009.
2. Щуровский, В.А. Математическое моделирование системы безопасного управления автомобилем в повороте // Инновации в сфере жизнедеятельности человека XXI века», Ростов-н/Д Изд-во Юнеско. 2015.

Изменение угла сдвига при повышении скорости шлифования

Попов Андрей Юрьевич, доктор технических наук, профессор;
Реченко Денис Сергеевич, кандидат технических наук, доцент;
Шагов Дмитрий Александрович, лаборант;
Голов Дмитрий Вячеславович; магистр;
Артеменко Никита Сергеевич, инженер
Омский государственный технический университет

Процесс шлифования является весьма сложным и малоизученным. Основным инструментом при шлифовании являются абразивные круги, вставные головки и т.д. Этот инструмент состоит из мельчайших частиц — абразивных зерен. Форма этих зерен и их положение в связке круга различны, поэтому воздействие их на обрабатываемый материал неодинаково: часть зерен срезают металл острыми кромками, как режущими кромками инструмента, часть зерен скоблят или царапают обрабатываемый материал.

Рассматриваются вопросы изменения физики процесса шлифования твердосплавных материалов, в частности сменных твердосплавных пластин, применяемых при лезвийной обработке. На основе исследований процессов шлифования и затачивания изучено изменение угла сдвига и коэффициента трения при взаимодействии алмазных зерен с обрабатываемой поверхностью, позволяющие получать более полную информацию о процессе обработки.

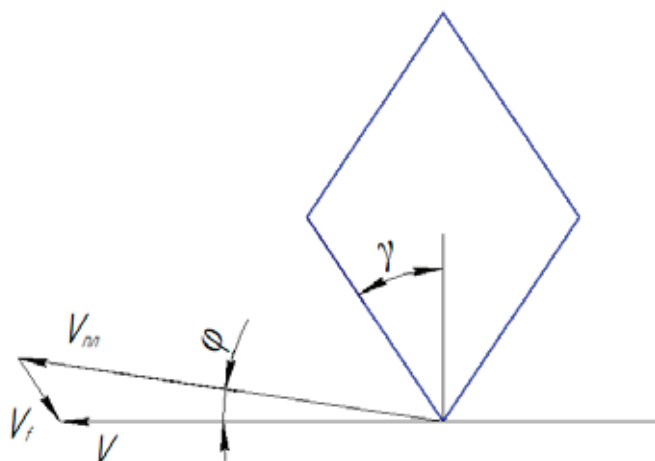


Рис. 1. Схема работы алмазного зерна

Вектор скорости сдвига пластической деформации определяется по формуле:

$$V_{nz} = V \frac{\cos \gamma}{\cos(\gamma + \phi)},$$

где V — скорость резания, м/с; γ — передний угол зерна, град; ϕ — угол сдвига, град.

Передний угол зерна определяется по формуле:

$$\gamma = \arcsin\left(1 - \frac{2 \cdot t}{d_{cp}}\right),$$

где t — глубина резания при шлифовании, м; d_{cp} — средний диаметр зерна, м.

Угол сдвига (с учетом того, что сохраняется постоянства объема) определяется по формуле:

$$\phi = \arctg\left(\frac{\cos \gamma}{\xi - \sin \gamma}\right),$$

где ξ — коэффициент усадки стружки.

Удельная работа пластической деформации при сдвиге:

$$K_{nz} = \frac{S \cdot V_{nz}}{A \cdot \cos(\gamma + \phi)} = \frac{S \cdot \cos \gamma}{A \cdot \cos(\gamma + \phi)},$$

где S — площадь с которой снимается стружка, м²; A — удельная производительность.

Площадь срезаемого слоя определяется по формуле:

$$S = P \frac{\cos(\mu - \gamma + \phi)}{\cos(\mu - \gamma)},$$

где μ — коэффициент трения.

Тогда получим, что удельная работа пластической деформации при сдвиге:

$$K_{nz} = \frac{P \cdot \cos(\mu - \gamma + \phi) \cdot \cos \gamma}{A \cdot \cos(\gamma + \phi) \cdot \cos(\mu - \gamma)}.$$

Удельная работа сдвига:

$$K_{cd} = (0,01 \dots 0,02) K_{nz} \text{ — стружка сливная};$$

$$K_{cd} = 0,05 K_{nz} \text{ — стружка ломаная}.$$

Вектор скорости трения при сдвиге определяется по формуле:

$$V_{mp} = V \frac{\sin \phi}{\cos(\gamma + \phi)}.$$

Удельная работа трения при сдвиге:

$$K_{mp} = \frac{F \cdot V_{mp}}{A \cdot V} = \frac{F \cdot \sin \phi}{A \cdot \cos(\gamma + \phi)},$$

где F — сила динамического трения.

Сила динамического трения еще определяется по формуле:

$$F = P \frac{\sin \mu}{\cos(\mu - \gamma)}.$$

Тогда получим, что удельная работа трения при сдвиге:

$$K_{mp} = \frac{P \cdot \sin \mu \cdot \sin \phi}{A \cdot \cos(\gamma + \phi) \cdot \cos(\mu - \gamma)}.$$

Существует несколько допущений, с учетом которых возможно рассчитать величину усадки стружки.

Первое допущение заключается в том, что толщина стружки t_c равна глубине шлифования t :

$$t = t_c$$

Второе допущение заключается в том, что скорость резания v равна скорости схода стружки V_I :

$$v = v_c$$

Эти допущения позволяют создать модель шлифовального процесса с идеальными условиями.

Выполняем расчет усадки стружки по формуле:

$$\xi = \frac{\cos(\phi + \gamma)}{\sin(\phi)}, \tag{1}$$

где ξ — коэффициент усадки стружки, ϕ — угол наклона условной плоскости, γ — передний угол зерна.

На основе расчётов построен график, на котором отображается зависимость величины усадки стружки ξ от переднего угла зерна γ (Рис. 2).

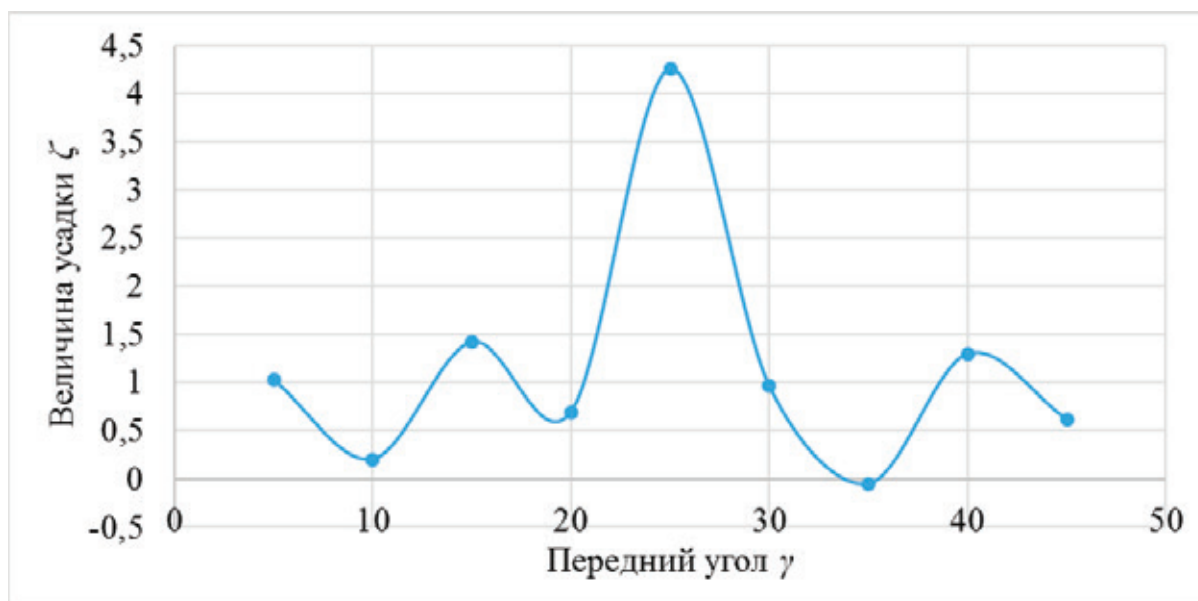


Рис. 2. Зависимость величины усадки

На представленном графике отражен диапазон величин угла γ . При классических режимах обработки (скорость резания около 30 м/с) диапазон $\gamma = 50-60^\circ$, соответственно, для этих углов усадка стружки имеет следующие значения $\zeta = 0,5$ и $\zeta = 1,5$.

Тогда угол наклона условной плоскости сдвига ϕ по формуле:

$$\phi = \arctg\left(\frac{\cos \gamma}{\xi - \sin \gamma}\right).$$

На рисунке 3 приведены схемы расположения углов шлифовального зерна при обработке.

При $\gamma = 50^\circ$ получим $\phi \sim 27^\circ$, а $\gamma = 60^\circ$ получим $\phi \sim 12^\circ$. Зная величину угла наклона условной плоскости ϕ вычисляем по формуле (1) величину усадки стружки ζ , получим соответственно $\zeta = 0,03$ и $\zeta = 1,8$.

При повышении скорости шлифования до значений около 300 м/с угол γ стремится к 30° вследствие измене-

ния изнашивания шлифовальных зерен, а усадка стружки составит $\zeta = 1$.

На рисунке 4 представлена схема распределения углов шлифовального зерна при высокоскоростном шлифовании.

Изменение переднего угла γ при повышении скорости шлифования происходит вследствие изменения физики изнашивания шлифовальных зерен. Изменение угла сдвига происходит вследствие увеличения вектора скорости и уменьшения переднего угла. На практике установлен диапазон переднего угла в пределах $\gamma = 25-35^\circ$. Тогда при $\gamma = 30^\circ$ получим $\phi \sim 30^\circ$. Данные условия процесса шлифования, когда передний угол $\gamma = 30^\circ$ и угол сдвига $\phi = 30^\circ$ являются наиболее оптимальными с точки зрения геометрии. Шлифовальное зерно сохраняет свои прочностные свойства, а угол сдвига обеспечивает нормальный сход стружки, не изменяя ее толщины, что обеспечивает усадку стружки $\zeta = 1$.

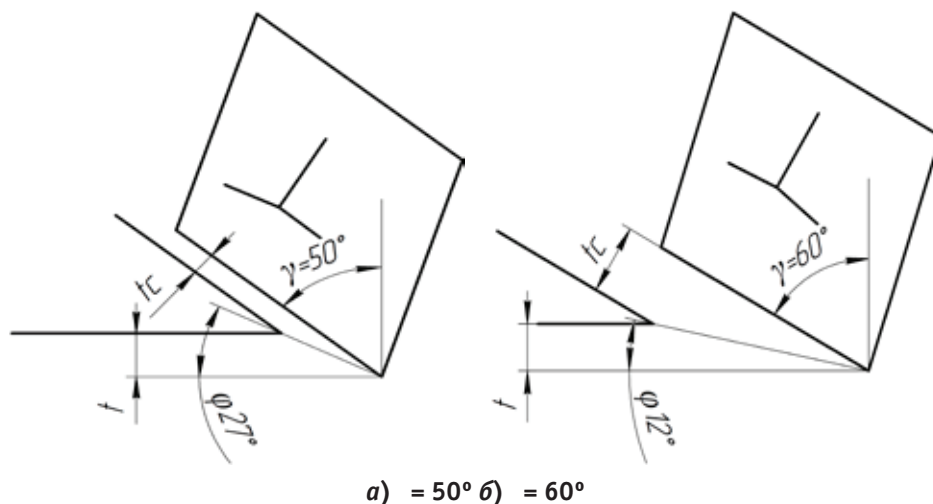


Рис. 3. Схема углов шлифовального зерна

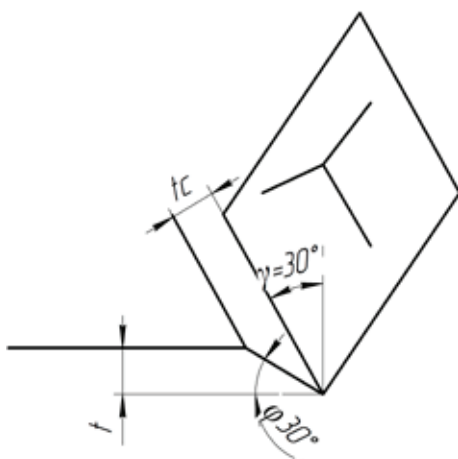


Рис. 4. Схема углов шлифовального зерна при высокоскоростном шлифовании

Литература:

1. Маслов, Е. Н. Теория шлифования материалов. / М.: Машиностроение. — 1974. — 320 с.
2. Филимонов, Л. Н. Высокоскоростное шлифование. / Л.: Машиностроение. Ленингр. Отд. — 1979. — 248 с.: ил. Кузнецов, В. Д. Физика твердого тела. / Т. 3 Томск Кр. Знамя, 1944. — 274 с.: ил.

Оптимизация конструкции измерительного устройства, реализующего неразрушающий контроль полимерных материалов

Попов Олег Николаевич, старший преподаватель
Тамбовский государственный технический университет

В работе представлены результаты математического моделирования теплопереноса в полуограниченном теле с целью определения конструктивных и режимных характеристик измерительного устройства (измерительного зонда — ИЗ), предназначенного для реализации метода теплового неразрушающего контроля (НК) структурных переходов в полимерных материалах (ПМ).

Математическое моделирование в настоящее время получило широкое распространение для оптимизации сложных процессов и различных измерительных систем. Это связано с тем, что для определения искомых параметров необходимо проводить долгие и дорогостоящие эксперименты. Математическое моделирование позволяет снизить затраты на проведение экспериментов и исключить ошибки проектирования сложных систем [1–3].

Известны методы и реализующие их измерительные системы, позволяющие осуществлять НК теплофизических свойств и температурных характеристик структурных переходов в полимерных материалах [4–7].

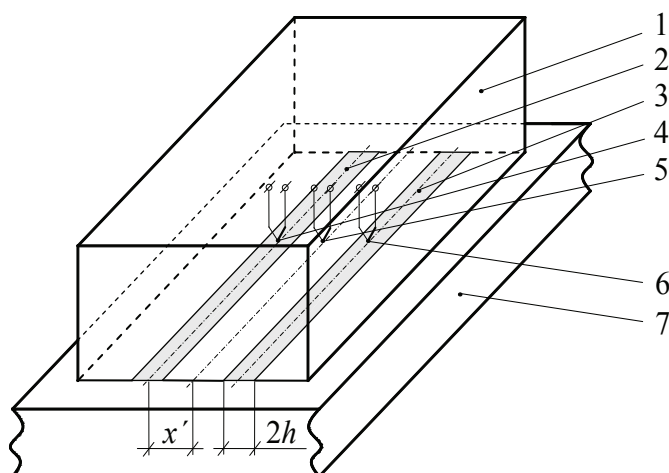


Рис. 1. Измерительная схема метода: 1 — подложка ИЗ; 2 — нагреватель Н1; 3 — нагреватель Н2; 4, 5, 6 — ТП1, ТП2, ТП3; 7 — исследуемое изделие

В данной работе рассматривается тепловой метод НК, измерительная схема которого представлена на рис.1. Тепловое воздействие на исследуемое полимерное тело, имеющее равномерное начальное температурное распределение, осуществляется с помощью двух линейных нагревателей постоянной мощности, встроенных в подложку ИЗ. Начальное температурное распределение контролируется одновременно тремя термоэлектрическими преобразователями (ТП1 — ТП3), расположенными на поверхности подложки ИЗ. ТП1 расположен на центральной оси контактной поверхности подложки ИЗ. ТП2 и ТП3 находятся на расстояниях x' по обе стороны от оси (на центральных линиях нагревателей). В ходе эксперимента фиксируются зависимости избыточной температуры $T_{ТП1}, T_{ТП2}, T_{ТП3}$ от времени, а также значения разностей значений температуры на нагревателях и в точке, расположенной на центральной оси контактной поверхности подложки ИЗ.

Тепловая схема метода представлена на рис. 2. В начальный момент времени температура тела во всех точках пространства одинакова и равна нулю. В момент времени $\tau = 0$ на поверхности тела начинают действовать два источника постоянной мощности с линейной мощностью q_0 каждый, обладающие удельной теплоемкостью c_n . При температуре $T = T_n$ материал 1 имеет фазовый переход (ФП), сопровождающийся тепловым эффектом Q_n .

Введем обозначения: $T_{11}(x, z, \tau), T_{12}(x, z, \tau)$ — распределения температуры в исследуемом изделии в первой и второй фазах, соответственно; $T_{11}(x, z, \tau)$ описывает температурное поле в пределах области $\Omega_1^+(\tau) = \{(x, z) \in \Omega_1, T_{11}(x, z, \tau) > T_n\}$, а $T_{12}(x, z, \tau)$ — температурное поле в пределах области $\Omega_1^-(\tau) = \{(x, z) \in \Omega_1, T_{12}(x, z, \tau) < T_n\}$, где $T_n = T(S_n, \tau)$ температура фазового перехода, который происходит на границе

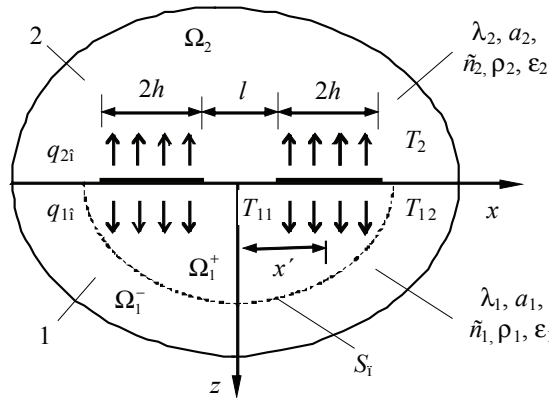


Рис. 2. Тепловая схема: 1 — исследуемое изделие; 2 — подложка ИЗ

раздела двух фаз $S_n = S_n(x_n, y_n, \tau)$ (разделяет расчетную область Ω_1 на две подобласти: $\Omega_1^+(\tau)$ и $\Omega_1^-(\tau)$, в первой из которых температура превышает температуру ФП, а во второй — не превышает; $T_1, T_2, a_1, a_2, \lambda_1, \lambda_2, \epsilon_1, \epsilon_2, \rho_1, \rho_2$ — значения избыточной температуры, °C; температуропроводности, м²/с; теплопроводности, Вт/(м·°C); тепловой активности, Вт·с^{0.5}/(м²·°C); плотности материалов, кг/м³, исследуемого изделия и подложки ИЗ, соответственно.

Математическая форма задачи:

$$\frac{1}{a_1} \frac{\partial T_{11}(x, z, \tau)}{\partial \tau} = \frac{\partial^2 T_{11}(x, z, \tau)}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 T_{11}(x, z, \tau)}{\partial z^2}, \quad \Omega_1^+(\tau) = \{(x, z) \in \Omega_1, T_{11}(x, z, \tau) > T_n\}; \quad (1)$$

$$\frac{1}{a_1} \frac{\partial T_{12}(x, z, \tau)}{\partial \tau} = \frac{\partial^2 T_{12}(x, z, \tau)}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 T_{12}(x, z, \tau)}{\partial z^2}, \quad \Omega_1^-(\tau) = \{(x, z) \in \Omega_1, T_{12}(x, z, \tau) < T_n\}; \quad (2)$$

$$\frac{1}{a_2} \frac{\partial T_2(x, z, \tau)}{\partial \tau} = \frac{\partial^2 T_2(x, z, \tau)}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 T_2(x, z, \tau)}{\partial z^2}, \quad (x, z) \in \Omega_2, T_2(x, z, \tau) > T_0; \quad (3)$$

$$T_1(x, z, 0) = T_2(x, z, 0) = T_0; \quad (4)$$

$$T_1(x, 0, \tau) = T_2(x, 0, \tau); \quad (5)$$

$$-\lambda_1 \frac{\partial T_1(x, 0, \tau)}{\partial z} = \begin{cases} 0, & 0 < |x| < \frac{l}{2} \\ q_{10}, & \frac{l}{2} < |x| < \frac{l}{2} + 2h; \\ 0, & \frac{l}{2} + 2h < |x| \end{cases} \quad (6)$$

$$-\lambda_2 \frac{\partial T_2(x, 0, \tau)}{\partial z} = \begin{cases} 0, & 0 < |x| < \frac{l}{2} \\ q_{20}, & \frac{l}{2} < |x| < \frac{l}{2} + 2h; \\ 0, & \frac{l}{2} + 2h < |x| \end{cases} \quad (7)$$

$$q_{10} + q_{20} = q_0 - q'_0; \quad (8)$$

$$T_1(x, z, \tau) = T_2(x, z, \tau) = T_0, \quad x^2 + z^2 \rightarrow \infty; \quad (9)$$

$$\frac{\partial T_1(0, z, \tau)}{\partial x} = 0, \quad \frac{\partial T_2(0, z, \tau)}{\partial x} = 0; \quad (10)$$

$$\lambda_{11} \sqrt{\left(\frac{\partial T_{11}(S_n, \tau)}{\partial x}\right)^2 + \left(\frac{\partial T_{11}(S_n, \tau)}{\partial z}\right)^2} - \lambda_{12} \sqrt{\left(\frac{\partial T_{12}(S_n, \tau)}{\partial x}\right)^2 + \left(\frac{\partial T_{12}(S_n, \tau)}{\partial z}\right)^2} = V_n Q_n; \quad (11)$$

$$\lambda_1 = \begin{cases} \lambda_{11}, & T_1(x, z, \tau) < T_n; \\ \lambda_{12}, & T_1(x, z, \tau) > T_n; \end{cases} \quad (12)$$

$$T_n = T(x, z, \tau), \quad (x, y) \in S_n(\tau). \quad (13)$$

где $\lambda_{11}, \lambda_{12}$ — теплопроводность исследуемого изделия до ФП и после соответственно, Вт/(м·°C); $2h$ — ширина

нагревателя, м; l — расстояние между нагревателями, м; V_n — скорость движения границы ФП, °C/мин; Q_n — теплота, поглощенная (выделившаяся) при ФП, Вт; q_0 — мощность, выделяющаяся на единицу длины нагревателя, Вт/м; q_{10} , q_{20} , q'_0 — части мощности, идущие на нагрев исследуемого изделия, материала подложки ИЗ и разогрев нагревателя соответственно, Вт/м.

Решение задачи (1) — (13) получено с учетом ряда допущений, подробно представленных в работе [8].

Распространение тепла в исследуемом полуграниченном теле, в предположении отсутствия ФП, получено по принципу суперпозиции на основании известных ранее решений [8]:

$$T(x, 0, \tau) = \frac{q_{10} a^{0,5} \tau^{0,5}}{\pi^{0,5} \lambda} \times \left\{ \operatorname{erf} \left[\frac{h+(x-x')}{2a^{0,5} \tau^{0,5}} \right] + \operatorname{erf} \left[\frac{h-(x-x')}{2a^{0,5} \tau^{0,5}} \right] - \frac{h+(x-x')}{2\pi^{0,5} a^{0,5} \tau^{0,5}} \operatorname{Ei} \left[-\frac{(h+(x-x'))^2}{4a\tau} \right] - \frac{h-(x-x')}{2\pi^{0,5} a^{0,5} \tau^{0,5}} \operatorname{Ei} \left[-\frac{(h-(x-x'))^2}{4a\tau} \right] + \operatorname{erf} \left[\frac{h+(x+x')}{2a^{0,5} \tau^{0,5}} \right] + \operatorname{erf} \left[\frac{h-(x+x')}{2a^{0,5} \tau^{0,5}} \right] - \frac{h+(x+x')}{2\pi^{0,5} a^{0,5} \tau^{0,5}} \operatorname{Ei} \left[-\frac{(h+(x+x'))^2}{4a\tau} \right] - \frac{h-(x+x')}{2\pi^{0,5} a^{0,5} \tau^{0,5}} \operatorname{Ei} \left[-\frac{(h-(x+x'))^2}{4a\tau} \right] \right\}. \quad (14)$$

где τ — время, с; x — координата, м; x' — расстояние от центра измерительного зонда до середины нагревателя, м; λ — теплопроводность, Вт/м · °C; a — температуропроводность, м²/с.

После ряда преобразований получено выражение для температуры поверхности $z = 0$ в точке с координатой x для больших значений τ [2, 3]:

$$T(x, 0, \tau) = \frac{q_{10} h}{\pi \lambda} \left\{ 2 \ln \left(\frac{a\tau}{h^2} \right) - \frac{h+(x-x')}{2h} \ln \left(\frac{h+(x-x')}{h} \right) - \frac{h+(x+x')}{2h} \ln \left(\frac{h+(x+x')}{h} \right) - \frac{h-(x-x')}{2h} \ln \left(\frac{-h+(x-x')}{h} \right) - \frac{h+(-x-x')}{2h} \ln \left(\frac{h-(x+x')}{h} \right) + 4 - 2\gamma + 4 \ln(2) \right\}. \quad (15)$$

где γ — число Эйлера.

Решения (14) и (15) использованы для оптимизации конструктивных и режимных характеристик ИЗ, предназначенного для реализации теплового метода НК структурных переходов в ПМ.

Выражение для определения перепада значений температуры ΔT , между точками контроля расположенными на центральной оси контактной поверхности подложки ИЗ и на центральных линиях нагревателей (при $x = 0$), имеет вид:

$$\Delta T = T(x', 0, \tau) - T(0, 0, \tau), \quad (16)$$

где $T(x', 0, \tau)$ — температура на нагревателе, °C; $T(0, 0, \tau)$ — температура на центральной оси между нагревателями, °C.

Проведя ряд преобразований с использованием (15) и (16) получено выражение позволяющее определить величину теплового потока, который подает в материал каждый нагреватель.

$$q_{10} = \Delta T \pi \lambda / p, \quad (17)$$

где p — переменная, отражающая конструктивные особенности ИЗ

$$p = h \left\{ -\frac{h+2x'}{2h} \ln \left(\frac{h+2x'}{h} \right) - \frac{h-2x'}{2h} \ln \left(\frac{h-2x'}{h} \right) + \frac{h-x'}{2h} \ln \left(\frac{h-x'}{h} \right) + \frac{h+x'}{2h} \ln \left(\frac{h+x'}{h} \right) + \frac{h+x'}{2h} \ln \left(\frac{-h-x'}{h} \right) + \frac{h-x'}{2h} \ln \left(\frac{h-x'}{h} \right) \right\}. \quad (18)$$

Выполнив аналогичные преобразования с (14) и (15) получено выражение позволяющее определить действительный ΔT между центральной осью контактной поверхности подложки ИЗ и центральной линией нагревателей:

$$\Delta T = \frac{\bar{q}_0 a^{0,5} \tau^{0,5}}{\pi^{0,5} \lambda} \left\{ 2 \operatorname{erf} \left[\frac{h}{2a^{0,5} \tau^{0,5}} \right] - 2 \operatorname{erf} \left[\frac{h-x'}{2a^{0,5} \tau^{0,5}} \right] - 2 \operatorname{erf} \left[\frac{h+x'}{2a^{0,5} \tau^{0,5}} \right] - \frac{h}{\pi^{0,5} a^{0,5} \tau^{0,5}} \operatorname{Ei} \left[-\frac{h^2}{4a\tau} \right] + \operatorname{erf} \left[\frac{h+2x'}{2a^{0,5} \tau^{0,5}} \right] + \operatorname{erf} \left[\frac{h-2x'}{2a^{0,5} \tau^{0,5}} \right] - \frac{h+2x'}{2\pi^{0,5} a^{0,5} \tau^{0,5}} \operatorname{Ei} \left[-\frac{(h+2x')^2}{4a\tau} \right] - \frac{h-(x'+x')}{2\pi^{0,5} a^{0,5} \tau^{0,5}} \operatorname{Ei} \left[-\frac{(h-2x')^2}{4a\tau} \right] + \frac{h-x'}{\pi^{0,5} a^{0,5} \tau^{0,5}} \operatorname{Ei} \left[-\frac{(h-x')^2}{4a\tau} \right] + \frac{h+x'}{\pi^{0,5} a^{0,5} \tau^{0,5}} \operatorname{Ei} \left[-\frac{(h+x')^2}{4a\tau} \right] \right\}. \quad (19)$$

Из конструктивных соображений ширина каждого нагревателя равняется 2,2 мм. Введем условие, что перепад значений температуры ΔT между центральной осью контактной поверхности подложки ИЗ и центральной линией нагревателей, будет изменяться в пределах 3... 10 °С.

На рис. 3 построены зависимости перепада значений температуры от времени при различных расположениях нагревателей от центральной оси контактной поверхности подложки ИЗ. Из представленного следует, что оптимальным расстоянием от центральной оси контактной поверхности подложки ИЗ до середины нагревателя $x' = 2,7$ мм.

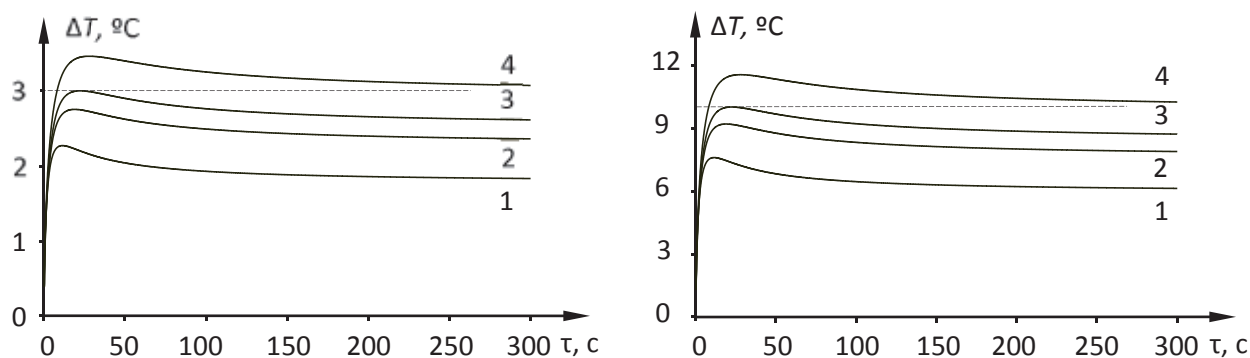


Рис. 3. Зависимости перепада значений температуры от времени при различных расположениях нагревателей. Изделие из ПММА: а) $\Delta T = 3$ °С; б) $\Delta T = 10$ °С. 1) $x' = 2,0$ мм; 2) $x' = 2,5$ мм; 3) $x' = 2,7$ мм; 4) $x' = 3,0$ мм

Величину теплового потока, воздействующего на полуограниченное тело, следует назначать в зависимости от значения теплопроводности, перегрева исследуемого изделия и принятого перепада значений температуры. Причем, во-первых, для наименьшего перегрева исследуемого изделия величину ΔT следует назначать равной 3°С, а для наиболее теплопроводных материалов величину перегрева следует назначать 10°С. Величина переменной, отражающей конструктивные особенности ИЗ, $p = 0,00254$.

Таким образом, для системы, состоящей из двух нагревателей шириной 2,2 мм каждый, оси которых расположены на расстоянии 5,4 мм друг от друга, для достижения заданного $\Delta T = 3... 10$ °С, в зависимости от перегрева исследуемого изделия и значения теплопроводности ПМ, величину теплового потока воздействующего на полуограниченное тело, следует назначать в интервале значений 742... 9890 Вт/м².

Литература:

1. Жуков, Н.П. Моделирование процесса теплопереноса от импульсного линейного источника тепла при теплофизических измерениях / Н.П. Жуков // Инженерно-физический журнал. — 2005. — Т. 78, № 3. — С.86–95.
2. Жуков, Н.П. Моделирование оттоков тепла в зонд при теплофизическом контроле / Н.П. Жуков // Инженерно-физический журнал. — 2005. — Т. 78, № 4. — С.108–116.
3. Математическое моделирование теплопереноса от двух нагревателей в полуограниченном теле / Н.П. Жуков, Н.Ф. Майникова, И.В. Рогов, О.Н. Попов // Вестник Тамбовского государственного технического университета. — 2012. — Т. 18, № 2. — с. 327–332.
4. Жуков, Н.П. Измерительно-вычислительная система неразрушающего теплофизического контроля / Н.П. Жуков, Н.Ф. Майникова // Приборы и техника эксперимента. — 2005. — № 2. — с. 153–154.
5. Жуков, Н.П. Измерительно-вычислительная система неразрушающего контроля теплофизических свойств / Н.П. Жуков, Н.Ф. Майникова // Приборы и техника эксперимента. — 2005. — № 4. — с. 164–166.
6. Майникова, Н.Ф. Измерительная система и метод неразрушающего контроля структурных превращений в полимерных материалах / Н.Ф. Майникова // Приборы и системы. Управление, контроль, диагностика. — 2006. — № 1. — с. 56–61.
7. Майникова, Н.Ф. Измерительная система неразрушающего контроля структурных превращений в полимерных материалах / Н.Ф. Майникова // Приборы и системы. Управление, контроль, диагностика. — 2006. — № 9. — с. 45–48.
8. Многомодельные методы в микропроцессорных системах неразрушающего контроля теплофизических характеристик материалов: учебное пособие / С.В. Мищенко, Ю.Л. Муромцев, Н.П. Жуков, Н.Ф. Майникова, И.В. Рогов, О.Н. Попов; под ред. С.В. Мищенко. — Тамбов: изд-во ФГБОУ ВПО «ТГТУ», 2012. — 112 с.

Анализ характерных дефектов печей нагрева нефти по результатам технического диагностирования

Садилов Александр Иванович, эксперт отдела ЭПБ;
Лосев Дмитрий Анатольевич, эксперт отдела ЭПБ;
Селезнева Анастасия Александровна, эксперт отдела ЭПБ;
Чепкасова Оксана Анатольевна, эксперт отдела ЭПБ
Филиал «ДиагностикаПромСервис» ООО «ЦТС» (г. Пермь)

Вопросам продления срока службы трубчатых печей и подогревателей для нагрева нефтяных эмульсий, нефти при их промысловой подготовке на опасных производственных объектах посвящена эта статья. В статье рассмотрены дефекты и причины их возникновения.

Ключевые слова: техническая диагностика, печь трубчатая блочная, трубчатый змеевик.

На установках подготовки нефти используются трубчатые блочные печи и подогреватели с промежуточным теплоносителем (далее — печи нагрева). Работоспособность печей нагрева зависит от качества проектирования, изготовления и эксплуатации.

Качество проектирования зависит от методов расчета на прочность и долговечность. Критерии и коэффициенты запаса прочности в настоящее время достаточно обоснованы. Существующие методы расчета на прочность и остаточного ресурса требуют учитывать временные факторы повреждаемости, таких как коррозия, ползучесть, цикличность нагружения и фактических данных о состоянии металла.

Срок службы печей нагрева устанавливаемый заводом изготовителем составляет от 6 до 10 лет.

Обеспечение надежной работы печей нагрева при условии соблюдения режима эксплуатации, указанного в инструкции завода-изготовителя, требует контроля всех указанных параметров и периодического проведения технического освидетельствования. По истечении расчетного срока службы печи нагрева проводится полное техническое диагностирование, которое является основной и трудоёмкой частью экспертизы промышленной безопасности.

Из опыта диагностических работ проводимых на печах нагрева можно сделать некоторые выводы.

Наиболее ответственной частью печи нагрева является трубчатый змеевик (далее — змеевик).

Для змеевика, в котором производится нагрев сероводородных и окислительных серосодержащих сред основными характеристиками, определяющими его работоспособность, становятся физико-химические свойства рабочей среды и металла, степень защищенности змеевика от коррозии [1].

Отказы змеевика в начальный период эксплуатации происходят из-за дефектов металла и сварных швов, т.к. они являются концентраторами напряжений. К таким можно отнести:

- брак металла труб (расслоение, задиры, закаты, неметаллические включения и т.д.);
- брак заводского шва (трещины, непровары, поры, подрезы, шлаковые включения и т.д.);
- хрупкость наплавленного металла в заводском шве или в околшовной зоне.

При дальнейшей эксплуатации основным видом разрушения змеевика является коррозия. В условиях воздействия сероводородсодержащих продуктов имеют место практически все основные виды разрушений локализованной (язвенное, точечное) и общей (равномерная и неравномерная) коррозии.

Основные виды износа змеевика:

- коррозия внешней стенки трубы под воздействием кислорода и водяного пара газового топлива на металл;
- коррозия внутренней стенки трубы под влиянием продуктов распада сернистых соединений до момента отложения кокса;
- отложение кокса, что ведет к перегреву стенки трубы, появлению отдулин и прогаров;
- внутренние напряжения в трубе, возникающие из-за неравномерного распределения теплового потока;
- деформация труб из-за обрыва крепления трубных досок.

Наиболее опасна коррозия на участках, где продукты сгорания газового топлива охлаждаются до точки росы. Влага, которая выделяется на поверхностях труб, омываемых топливными газами, растворяет содержащийся в газах серный ангидрид, и образующая серная кислота интенсивно разрушает металл труб [2]. Такими участками в печах трубчатых блочных являются места прохода труб змеевика через корпус теплообменной камеры.

Исходя из выше изложенного, хотелось бы отметить, что от состояния и долговечности змеевика зависит продолжительность непрерывной работы печи. Поэтому выявлению причин износа змеевика следует уделять особенно большое внимание.

Литература:

1. Ибрагимов, И. Г., Хабиев Р. Х., Затолокин С. В. Исследование влияния не стационарности температурного поля в трубчатой печи на износ трубчатого змеевика// Роль технической диагностики в обеспечении промышленной и экологической безопасности на объектах нефтегазохимического комплекса. — Уфа, 1995

2. Богданов, Е. А. Основы технической диагностики нефтегазового оборудования. Учеб. пособие для вузов. Высш. шк., 2006.

Повышение эксплуатационной надежности турбокомпрессора дизеля 10Д100

Свечников Александр Александрович, кандидат технических наук, доцент
Самарский государственный университет путей сообщения

Данная статья посвящена вопросам повышения эксплуатационной надежности дизелей магистральных тепловозов. В частности, основное внимание уделяется повышению надежности и эффективности работы турбокомпрессоров. Представлен анализ причин основных неисправностей турбокомпрессоров, предложено устройство совершенствования газового тракта дизеля, использование которого позволит сократить количество unplanned ремонтов турбокомпрессоров.

Ключевые слова: надежность, дизель, турбокомпрессор, продукты сгорания, микроциклон, сажа, газоз-воздушный тракт.

Согласно целевой программе «Стратегия развития железнодорожного транспорта в Российской Федерации до 2030 года», утвержденной постановлением Правительства Российской Федерации № 877-р от 17 июня 2008 г., приоритетным направлением развития подвижного состава является повышение надежности и экономичности тягового подвижного состава, а также увеличение эксплуатационного ресурса технических средств.

Применение на тепловозах в качестве силовой установки двигателей внутреннего сгорания приводит к наличию на тепловозе ряда характерных систем: воздухопоснабжения, топливной, водяной, масляной и выхлопной. Основными элементами этих систем, выполняющими их главные функции, являются рабочие тела: воздух, топливо, охлаждающая жидкость, масло, продукты сгорания. В отличие от обычных деталей, из которых состоит узел или агрегат, называемых конструктивными элементами, указанные рабочие тела не имеют строгих форм, размеров, свойственных обычным деталям, и называются неконструктивными элементами, но они имеют со-

вокупность свойств, которые обеспечивают выполнение системой заданных, необходимых для нормальной работы дизеля и тепловоза функций, если показатели этих свойств находятся в требуемых пределах. В противном случае происходит ухудшение или потеря работоспособности дизеля, т.е. повреждение или отказ [1].

Так, если в продуктах сгорания, направленных в турбину турбокомпрессора дизеля, имеется большое количество загрязняющих частиц сажи, то в процессе работы будет наблюдаться закоксовывание проточной части турбины. Закоксовавшиеся лопатки турбины теряют подвижность, ротор турбокомпрессора может заклинить, приводя в итоге к неисправности турбокомпрессора.

Анализ эксплуатационной надежности турбокомпрессоров дизеля 10Д100 тепловозов 2ТЭ10М показывает, что наиболее частой причиной отказа (49%) является закоксовывание проточной части турбины (рис. 1).

В настоящее время необоснованно мало внимания уделяется вопросам снижения закоксованности лопаток турбины турбокомпрессора.



Рис. 1. Анализ причин неисправностей турбокомпрессора

Из-за загрязнения проточной части турбины в процессе эксплуатации неизбежно происходит рассогласование характеристик турбокомпрессора с характеристиками дизеля. Анализ результатов экспериментальных исследований, представленных в научных работах других авторов, показал, что закоксовывание лопаток турбины приводит к снижению давления наддува, снижению КПД турбокомпрессора и, как следствие, — снижению эффективности и эксплуатационной надежности дизелей. Незначительный слой загрязнения, образующийся на лопатках турбины после 6 часов эксплуатационной работы дизеля приводит к снижению степени повышения давления и КПД турбокомпрессора на 4–6% [2].

Загрязнение проточной части турбины — неизбежный фактор эксплуатации. Тип отложений и их толщина зависят главным образом от режимов работы дизеля и сорта топлива. Для турбин тепловозных и судовых дизелей характерны сажистые отложения. Толщина отложений достигает 2...3 мм на сопловых и 1...2 мм на рабочих лопатках.

В свою очередь теплотехническое состояние агрегатов наддува напрямую влияет на эффективность и эксплуатационную надежность самих дизелей тепловозов.

При изменении степени повышения давления p_k , т.е. при изменении эффективности работы системы наддува следует ожидать:

- изменения величины свежего заряда воздуха в цилиндре двигателя G_b , то есть изменения в какую-либо сторону коэффициента избытка воздуха a ;
- повышения максимальной температуры цикла, увеличения температуры деталей дизеля и газозооной смеси перед турбиной;
- уменьшения срока службы деталей турбокомпрессора и снижения показателей надежности дизеля.

Изменения КПД турбокомпрессора приводят к следующим изменениям основных параметров работы дизеля:

- снижение КПД компрессора h_k при условии обеспечения требуемого давления наддува p_k , ведет к необходимости повышения давления газов перед турбиной P_r , что, в свою очередь, приведет к снижению эффективности

процесса продувки цилиндров двигателя, к снижению коэффициента наполнения h_v и увеличению коэффициента остаточных газов, влияние h_k на h_v тем сильнее, чем выше степень повышения давления воздуха в компрессоре;

- при изменении КПД газовой турбины h_r или возникает неустойчивая работа двигателя, ухудшается его приемистость, смещается линия совместной работы дизеля и турбокомпрессора ближе к зоне помпажа, увеличивается вибрация корпуса турбокомпрессора и изменяется мощность дизеля.

При рассогласовании характеристик работы агрегатов наддува и дизеля существенно увеличивается вероятность возникновения помпажа, длительное воздействие которого может вызвать разрушение деталей турбокомпрессора и элементов газозооного тракта.

Повышение экономичности, надежности, эксплуатационного ресурса и экологической безопасности дизелей транспортных средств может быть достигнуто путем совершенствования системы выпуска продуктов сгорания, реализующей очистку продуктов сгорания на входе в турбину от твердых загрязнителей.

Существует множество механизмов, способов улавливания и выгорания твердых частиц. Анализ последних достижений в области конструирования устройств очистки выхлопных газов от твердых загрязнителей показывает, что большинство из них сложны в изготовлении и не технологичны.

На основе проведенного патентного поиска (www.fips.ru) был выбран наиболее подходящий для решения поставленной цели прототип устройства: патент РФ № 2411900 от 20.02.2011 по классу А47L9/16 «Устройство циклонного разделения» [3].

На основе данного прототипа была разработана принципиальная схема устройства микроциклонной очистки продуктов сгорания (рис. 2).

Устройство микроциклонной очистки имеет два модуля циклонного разделения. Первый модуль 1 циклонного разделения содержит два микроциклона, второй модуль 2 содержит один микроциклон меньшего диаметра. Микроциклон второго модуля разделения содержит два входных

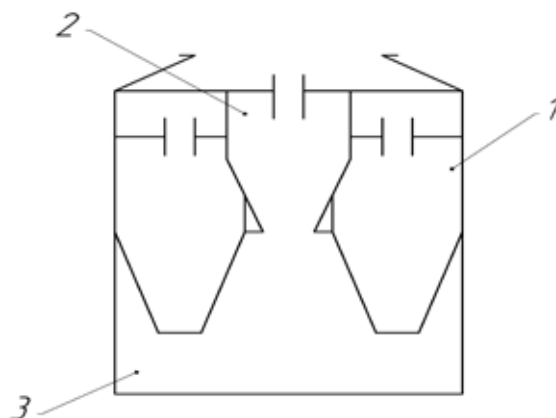


Рис. 2. Принципиальная схема устройства микроциклонной очистки

патрубка с разных сторон. Очищенные продукты сгорания направляются в турбину, а собранные частицы сажи попадают в камеры сбора шлама 3.

Устройство устанавливается в систему выпуска дизеля тепловоза. Отработавшие газы направляются во входной патрубок. Тангенциальные патрубки микроциклонов модуля циклонного разделения обеспечивают требуемую закрутку газового потока. Загрязняющие частицы улавливаются в модуле циклонного разделения, который содержит два одинаковых циклона цилиндрико-конической формы с тангенциальным подводом газа. Далее поток газа идет вверх и попадает в циклоны второго модуля разделения, который содержит один микроциклон с тангенциальным подводом газа. Во втором модуле разделения происходит очистка от более мелких частиц сажи. Очищенные продукты сгорания направляются на турбинное

колесо. Степень очистки циклонов второго модуля разделения выше, чем у циклонов первого модуля разделения. Циклоны каждого последующего модуля разделения имеют меньшие размеры и меньший угол развертки, чем циклоны предыдущего модуля разделения. Ось циклонов всех модулей разделения может быть как параллельно оси всего устройства, так и находиться под некоторым углом к ней (для компактности конструкции).

Дизельное помещение тепловоза 2ТЭ10М, в той части, где расположены выхлопные коллекторы с трубопроводом, имеет достаточное место для размещения устройств микроциклонной очистки продуктов сгорания. Вопрос компоновки устройства в газозвушном тракте данного тепловоза облегчается наличием на газовыпускных трубах компенсаторов с защитными решетками (рис. 3).

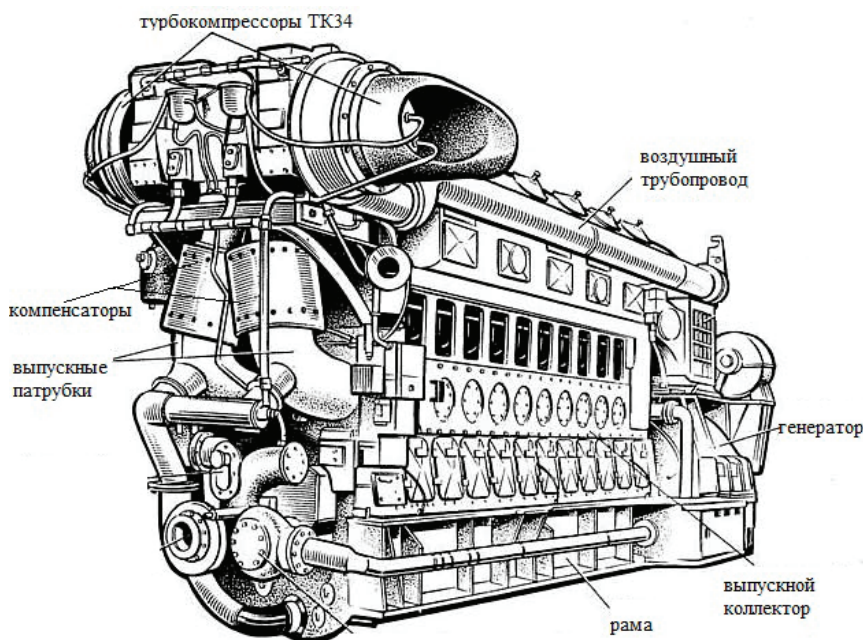


Рис. 3. Общий вид дизеля 10Д100

Основное назначение компенсаторов — облегчение монтажа труб на двигателе и компенсация возможных тепловых деформаций. Чтобы предупредить случаи попадания с выпускными газами в проточную часть турбины посторонних предметов (обломки поршневых колец и др.) в компенсаторы устанавливаются защитные решетки.

Данные функции компенсатора на себя может взять устройство микроциклонной очистки продуктов сгорания. Установка устройства микроциклонной очистки вместо компенсатора наиболее эргономично и не потребует существенных конструктивных изменений в конструкции выхлопного коллектора и газоразводных труб.

Литература:

1. Четвергов, В. А. Анализ факторов, определяющих надежность тепловозов на различных стадиях жизненного цикла / В. А. Четвергов, Д. В. Балагин, О. В. Балагин // Известия Транссиба / Омский гос. ун-т путей сообщения. Омск. 2014. № 4. с. 72–79.
2. Обозов, А. А. Номографический метод оценки эффективности функционирования турбокомпрессоров судовых дизелей / А. А. Обозов // Двигателестроение. Москва, 2007. № 2. с. 37–41.
3. Кортни Стивен Бенджамин, Дайсон Джеймс, Гомисьяга-Переда Рикардо / Устройство циклонного разделения // патент РФ на изобретение № 2411900 от 20.02.2011 по классу А47L9/16.

Методы технического диагностирования промышленных трубопроводов для оценки технического состояния

Селезнева Анастасия Александровна, эксперт отдела ЭПБ;
 Садилов Александр Иванович, эксперт отдела ЭПБ;
 Чепкасова Оксана Анатольевна, эксперт отдела ЭПБ
 Лосев Дмитрий Анатольевич, эксперт отдела ЭПБ
 Филиал «ДиагностикаПромСервис» ООО «ЦТС» (г. Пермь)

Техническое диагностирование промышленных трубопроводов позволяет дать объективную оценку их технического состояния и определить срок дальнейшей безопасной эксплуатации трубопровода. В статье рассмотрены методы контроля при техническом диагностировании. Ряд необходимой информации для оценки состояния получают в процессе проведения комплексных работ и методов.

Ключевые слова: *техническое диагностирование, методы контроля, промышленный трубопровод, оценка технического состояния.*

Technical diagnostics field pipelines enables us to give an objective evaluation of their technical condition and determine the period of further safe operation of the pipeline. The article describes the methods of control when technical diagnosis. A number of the necessary information to assess the status obtained in the course of carrying out complex operations and methods.

Keywords: *technical diagnostics, control methods, flowline, assessment of technical conditions.*

На сегодняшний день проблема обеспечения промышленной и экологической безопасности является актуальной. Для достижения безопасной эксплуатации промышленных трубопроводов на предприятиях разрабатывается система контроля технического состояния. Одной из основных составляющих системы — техническое диагностирование, как долгосрочное прогнозирование безопасной работы трубопроводов, выявление дефектов и определение остаточного ресурса безопасной работы объекта в целом.

Методы технического диагностирования разделяют на два вида: разрушающие и неразрушающие. Метод разрушающего контроля включает в себя предпусковые или периодические испытания, а также механические испытания образцов металла элементов. Методы неразрушающего контроля предполагают использование физических методов, не влияющих на работу диагностируемого объекта.

Контроль неразрушающими методами подразделяются:

- пассивные (интегральные);
- активные (локальные).

Активными методами являются:

- визуальный и измерительный контроль (ВИК);
- ультразвуковая дефектоскопия (УЗД);
- магнитные (например, метод магнитной памяти

ММП);

- радиографические;
- капиллярные;
- метод вихревых токов;
- электрический.

К пассивным относятся:

- тепловизионный метод;
- виброакустические методы;
- метод акустической эмиссии (метод АЭ).

Визуально-измерительный контроль является необходимым условием контроля качества при изготовлении и во время эксплуатации. При данном контроле выявляются следующие дефекты наружной поверхности трубопровода:

- трещины;
- свищи и пористости шва;
- подрезы;
- наплывы, поджоги, незаплавленные кратеры;
- несоответствие геометрии швов.

Для определения внутренних дефектов металла и сварных соединений (трещин, непроваров, включений) промышленных трубопроводов в основном применяются ультразвуковой контроль или радиационный, в редких случаях используют магнитный метод контроля.

В основе радиационного метода лежит ионизирующее излучение в форме рентгеновских лучей и гамма-излучения. С одной стороны объекта устанавливают источник излучения — рентгеновскую трубку, с другой — детектор, фиксирующий результаты просвечивания (рентгеновские пленки).

Ультразвуковой метод основан на анализе процесса распространения упругих колебаний в диагностируемом объекте. Ультразвуковые колебания способны отражаться от внутренних неоднородностей среды, что и является основой для данного метода.

Испытаниям на прочность и плотность подвергаются все трубопроводы. Чаще это гидравлическое испытание, реже — пневматическое. При оценке технического состояния промышленного трубопровода, в соответствии с требованиями НТД, проведение испытания на прочность и плотность трубопроводов является основным этапом технического диагностирования, особенно для

трубопроводов отработавших нормативный срок службы и подлежащие проведению экспертизы промышленной безопасности, с целью продления срока безопасной эксплуатации.

Пневматическое испытание проводят в случаях:

- если трубопровод или опоры не рассчитаны на заполнение водой;
- если температура окружающей среды отрицательная, а также отсутствие средств, предотвращающие замораживание системы;
- если гидравлическое испытание недопустимо или невозможно по технологическим требованиям.

Контроль за напряженным состоянием отдельных участков промысловых трубопроводов в особо сложных условиях (участки повышенной опасности) возможен с использованием:

- шурфования участков трубопровода;
- акустико-эмиссионного метода;

Проведение шурфования и акустико-эмиссионного метода — определяет необходимость доступа к трубопроводу и непосредственному контакту с элементами трубопровода. Данные методы контроля являются основными в проведении технического диагностирования подземных трубопроводов, в местах с наиболее интенсивным накоплением повреждений, обусловленным агрессивным воздействием грунта.

Проанализировать динамику изменения свойств металла и изоляционного покрытия на подземных участках трубопровода, необходимого для оценки остаточного ресурса, можно только при наличии шурфов. Поэтому на первом этапе технического диагностирования максимальную информацию получают без вскрытия грунта, анализируя техническую документацию и применяя активные методы неразрушающего контроля.

Шурфование проводят в местах выявления наиболее значительной аномалии металла или сквозного повреждения изоляции, определенной при неразрушающем контроле, и однозначно в случае их совпадения. При не-

обходимости проводится дополнительное шурфование в местах утечки транспортируемой среды, в местах определенных при анализе технической документации и в местах при совпадении повреждений изоляционного покрытия с местами высокой агрессивности грунта, а так же в местах, где наблюдается наличие блуждающих токов.

При диагностике методом акустической эмиссии (АЭ) контроль направлен на выявление состояния предразрушения элементов трубопровода с помощью определения и анализа шумов, сопровождающих процесс образования и роста трещин.

При проведении контроля возникает акустический сигнал в зоне предразрушения. Анализ полученной информации является основанием для заключения о природе, месте расположения и росте дефекта. Метод АЭ позволяет контролировать весь трубопровод в целом. Для проведения контроля необходим непосредственный доступ к участкам трубопровода для установки датчиков. При отсутствии такой возможности, например при проведении периодического или постоянного контроля подземных магистральных трубопроводов без освобождения их от грунта и изоляции, могут быть использованы волноводы, укрепленные постоянно на контролируемом объекте.

Контроль проводится при создании в трубопроводе напряженного состояния, для этого он подвергается нагружению силой, давлением, температурным полем и т.д.

Основным недостатком метода является сложность выделения полезного сигнала из помех, когда дефект мал. Другим недостатком метода наряду с высокой стоимостью аппаратуры является необходимость высокой квалификации оператора АЭ контроля.

При техническом диагностировании промысловых трубопроводов применяется комплекс методов контроля. Необходимый объем контроля для достоверной оценки технического состояния трубопровода обуславливается рядом факторов и согласуется с владельцем технического устройства на этапе планирования работ.

Литература:

1. Кузнецов, Н. С. Теория и практика неразрушающего контроля изделий с помощью акустической эмиссии. М.: Машиностроение, 1998. — 197 с.
2. Справочник инженера по эксплуатации нефтегазопроводов и продуктопроводов / Под ред. Ю. Д. Земенкова. М.: «Инфра Инженерия», 2006. — 821 с.
3. Трубопроводный транспорт нефти / Под ред. С. М. Вайнштока. В 2 т. М.: Недра, 2004. — Т. 2. — 621 с.
4. Богданов, Е. А. Основы технической диагностики нефтегазового оборудования. М.: Высшая школа, 2006. — 279 с.

Системы видеосопровождения для беспилотного летательного аппарата

Скидан Денис Евгеньевич, студент
Московский физико-технический институт (г. Долгопрудный)

В статье рассматриваются различные виды систем видеосопровождения, применяемых в беспилотных летательных аппаратах (далее по тексту — БПЛА). Проводится сравнительный анализ и обосновывается выбор типа сопровождения.

Ключевые слова: беспилотный летательный аппарат, оптический координатор, видеосопровождение.

Одной из важных областей применения системы обработки, хранения и анализа, фото- и видеoinформации являются системы обнаружения и сопровождения объектов. Эти системы применяются в летательных аппаратах разных классов, автомобилях, а также стационарных объектах. Целями для таких систем могут служить люди, летательные аппараты, автомобили и другая техника. При этом обнаружение и сопровождение возможно осуществлять в различной фоновой обстановке — например, лес, дома, дороги, облака. В зависимости от ситуаций, изображения целевых объектов могут иметь различные размеры — точечные или протяженные.

Особое значение системы обнаружения и сопровождения объектов имеют в военной технике. Современный этап развития вооружения обусловлен изменением характера угрозы в военных конфликтах:

- на первый план выдвигается борьба с террористическими группировками;
- более актуальной становится задача защиты государственных границ, в особенности большой протяженности, от проникновения вражеских сил;
- военные столкновения происходят в условиях отсутствия четко очерченных границ между противоборствующими сторонами, то есть теряется такое понятие как «линия фронта».

Изменившаяся оперативно-тактическая обстановка требует адекватной концепции построения современного вооружения. Выдвигаются требования бесконтактного уничтожения противника. При этом должна быть обеспечена высокая точность для прямого попадания в цель.

В настоящее время широкое развитие получают беспилотные летательные аппараты различных классов, поэтому создание перспективных систем вооружения невозможно без широкого применения систем обработки изображений.

Разрабатываемый разведывательно-ударный беспилотный летательный аппарат предназначен для поиска и уничтожения следующих сухопутных и надводных объектов:

- колонны бронетехники;
- доты, блиндажи, долговременные огневые сооружения;
- живая сила противника;
- надводные корабли и лодки;

Регистрация изображений, применяемая в таких системах, осуществляется цифровыми методами, а стабилизация применяется для компенсации собственных движений камеры и предотвращения смазывания изображения. При этом система стабилизации не в состоянии компенсировать движение объекта. Для решения задачи сопровождения объекта применяются системы слежения.

В зависимости от типа решаемой задачи построение систем возможно по различным схемам: одно-, двух- и трехканальным (каналы могут быть взаимосвязаны между собой или быть независимыми). Автоматическое сопровождение объекта оптико-механической системой предполагает непрерывное совмещение оптической оси видеодатчика системы с направлением на объект, осуществляемое приводами системы с использованием информации о координатах сопровождаемого объекта в последовательности кадров изображений видеодатчика.

Система видеосопровождения (СВС), укрупненная функциональная схема которой показана на рис. 1, содержит электрические приводы отработки заданных угловых положений рамок карданного подвеса, связанные механически с видеодатчиком (ВД), датчики угловых положений рамок исполнительного устройства относительно некоторого начального положения, вычислительное устройство (ВУ) для оценки координат сопровождаемого объекта в прямоугольной системе координат изображения.

Задача СВС состоит в постоянном совмещении оптической оси видеодатчика с направлением на объект по данным блока обнаружения и определения координат (БООК). Основными факторами, влияющими на величину ошибки сопровождения, являются угловая скорость и ускорение изменения направления на объект, малая величина стандартной частоты формирования видеокадров, ошибки вычисления координат объекта из-за пиксельного (дискретного) характера представления изображения, величина запаздывания, вносимого БООК.

Для решения задачи непрерывного во времени совмещения оптической оси видеодатчика с направлением на объект достаточно двухосного карданного подвеса, что и делается в ряде случаев решения подобных задач. Однако установка разрабатываемой системы предполагается на БПЛА, который может совершать поступательное и вращательное движения. Поступательное движение носителя СВС практически не влияет на угловую траек-



Рис. 1. Функциональная схема СВС

торию объекта относительно системы сопровождения при больших расстояниях между объектом и носителем. Вращательное же движение носителя, вызванное качкой, вибрацией или маневрами, изменяет угловые координаты объекта относительно оптической оси ВД с большими скоростями и ускорениями. Так как в реальных условиях все механические транспортные средства подвержены качке, обусловленной воздействиями окружающей среды, на СВС могут накладываться жесткие требования к обработке быстроменяющихся угловых координат сопровождаемых объектов.

Кроме больших угловых скоростей и ускорений изменения направления на объект качка носителя приводит при использовании двухосного кардана к вращению ВД вокруг оптической оси и вращению изображения фоновой обстановки в последовательности обрабатываемых ви-

деокадров. Вращение изображения существенно затрудняет решение задачи обнаружения и вычисления координат объекта, и требует оценки и компенсации вращения путем обработки изображения методами, требующими большого количества вычислений. Это приводит к увеличению времени запаздывания выдачи координат объекта в контур управления, что в свою очередь отрицательно сказывается на точности сопровождения.

Использование трехосного карданного подвеса в СВС, установленной на подвижном носителе, при наличии информации о текущих углах качки носителя дает возможность практически исключить указанные вращения изображения. Это позволяет с большей точностью и за меньшее время вычислять координаты сопровождаемого объекта, чем по повернутому изображению. Общая схема трехосного гироскопа представлена на рис. 2.

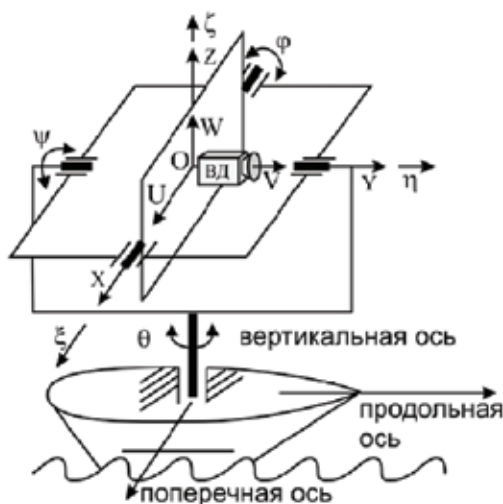


Рис. 2. СВС с трехосным карданным подвесом

Выбор типа оптической системы (зеркальная, линзовая или комбинированная зеркально-линзовая) определяется потребной величиной поля зрения. В зависимости от способа стабилизации линии визирования можно рассматривать 2 типа оптических схем:

- прокачиваемая стабилизированная оптическая система, рис. 3;
- неподвижная относительно носителя приёмная оптическая система со стабилизацией поля зрения плоским

зеркалом, размещенным на половине фокусного расстояния, рис. 4.

Основной недостаток прокачиваемой оптической системы — ограничения по диаметру входного зрачка $D_{вх}$. В тоже время, выполнение приёмной оптической системы в виде единой сборки упрощает юстировку, обеспечивает стабильность и качество изображения на углах пеленга.

Другим принципиальным вопросом проектирования оптического координатора является место размещения

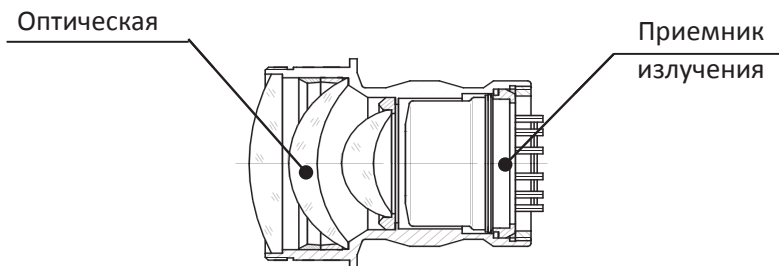


Рис. 3. Прокачивающаяся стабилизированная оптическая система

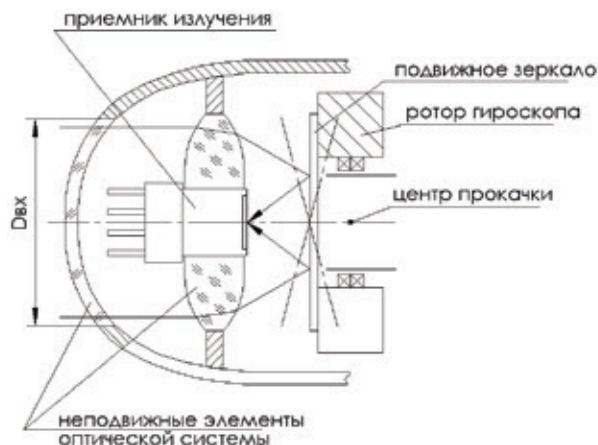


Рис. 4. Оптическая система со стабилизацией поля зрения плоским зеркалом

приёмника излучения: вместе с объективом или жестко закрепленный на корпусе гироскоординатора, рис. 5.

Жестко связанный с объективом прокачивающийся приемник излучения обеспечивает простоту юстировки и стабильность характеристик в диапазоне рабочих температур и при действии вибраций. Основной недостаток этой схемы — необходимость прокачки соединительных проводов, что приводит к появлению момента тяжения, вызывающего уход гироскопа и, как следствие, к увеличению погрешности измерения угловой скорости. В системе с неподвижным приёмником излучения, усложняется сборка приёмной оптической системы, требующая, ещё и точного совмещения плоскости чувствительных элементов приёмника излучения с центром прокачки кардана подвеса гироскопа.

Анализ и выбор оптимального варианта проводился сравнительным многофакторным анализом по методике бенчмаркинга с помощью метода линейной свертки. В качестве альтернативных вариантов рассматривались следующие типы:

- прокачивающаяся стабилизированную оптическую систему с приёмником, скреплённым с объективом (альтернатива 1);
- прокачивающаяся стабилизированную оптическую систему с приёмником, скреплённым с гироскоординатором (альтернатива 2);
- неподвижная относительно носителя приёмная оптическая система со стабилизацией поля зрения плоским зеркалом (альтернатива 3).

В качестве ключевых характеристик для оценивания были выбраны следующие:

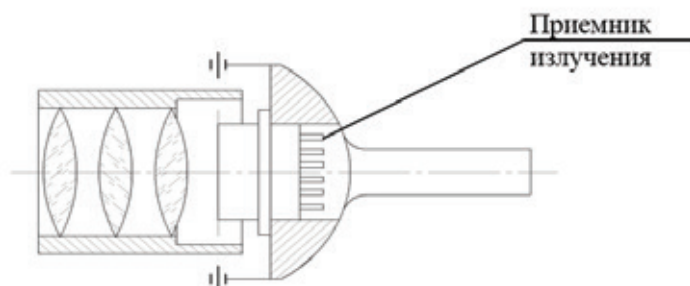


Рис. 5. Приёмник излучения, жестко закрепленный на корпусе гироскоординатора

1. Масса
2. Простота сборки и изготовления
3. Энергопотребление
4. Точность выделения координат цели

5. Экономичность
- Экспертным методом была определена весовая шкала для ключевых характеристик. Результаты приведены в таблице 1.

Таблица 1. Весовая шкала для ключевых характеристик

Ключевая характеристика	Вес критерия
Масса	9
Простота сборки и изготовления	6
Поле зрения	10
Энергопотребление	7
Точность выделения координат цели	7
Экономичность	4

Оценка альтернативных вариантов (по 10-балльной шкале) и расчет суммарных значений представлены в таблице 2.

Таблица 2

Ключевая характеристика	Альтернативные варианты			Вес критерия
	№ 1	№ 2	№ 3	
Масса	7	7	8	9
Простота сборки и изготовления	9	6	6	6
Поле зрения	8	8	10	10
Энергопотребление	5	6	10	7
Точность выделения координат цели	5	8	7	7
Экономичность	7	5	7	4
Интегральная характеристика	215	217	255	

В результате анализа выявлено, что неподвижная относительно носителя приёмная оптическая система со стабилизацией поля зрения плоским зеркалом (альтер-

натива № 3) в наибольшей степени соответствует требованиям для разрабатываемого разведывательно-ударного беспилотного летательного аппарата.

Литература:

1. Алпатов, Б. А., Бабаян П. В. Методы обработки и анализа изображений в бортовых системах обнаружения и сопровождения объектов. Цифровая обработка сигналов. 2006, № 2, с. 45–51.
2. Балашов, О. Е. Повышение точности сопровождения объектов в системе видеослежения // Вестник Рязанского государственного радиотехнического университета. Вып. 18. Рязань, 2006.
3. Государственный научный центр Российской Федерации ЦНИИ «Электроприбор». Оптические гироскопы / Ю. В. Филатов — Санкт-Петербург 2005, 139 с.
4. Компьютерное зрение. Современный подход.: Пер. с англ. — М.: Издательский дом «Вильямс», 2004. — 928 с.: ил. — Парал. тит. англ.
5. Методы автоматического обнаружения и сопровождения объектов. Обработка изображений и управление / Б. А. Алпатов, П. В. Бабаян, О. Е. Балашов, А. И. Степашкин. — М.: Радиотехника, 2008. — 176 с.
6. Форсайт, Д., Понс Ж. Компьютерное зрение. Современный подход. — М.: Издательский дом «Вильямс», 2004.
7. Цифровая обработка изображений Издание 3-е, исправленное и дополненное/ Гонсалес Р., Вудс Р.
8. Цифровые методы обработки и распознавания бинарных изображений./ Фурман Я. А., Юрьев А. Н., Яншин В. В. — Красноярск: Изд-во Красноярского университета, 1992. — 248 с.

Разработка электронного учебного пособия «Компьютерные сети»

Теньковская Татьяна Сергеевна, преподаватель
Государственный аграрный университет Северного Зауралья

Информационный взрыв породил множество проблем, важнейшей из которых является проблема обучения. Особый интерес представляют вопросы, связанные с автоматизацией обучения, поскольку «ручные методы» без использования технических средств давно исчерпали свои возможности.

Создание компьютерных технологий в обучении соседствует с изданием учебных пособий новой генерации, отвечающих потребностям личности обучаемого. Учебные издания новой генерации призваны обеспечить единство учебного процесса и современных, инновационных научных исследований, т.е. целесообразность использо-

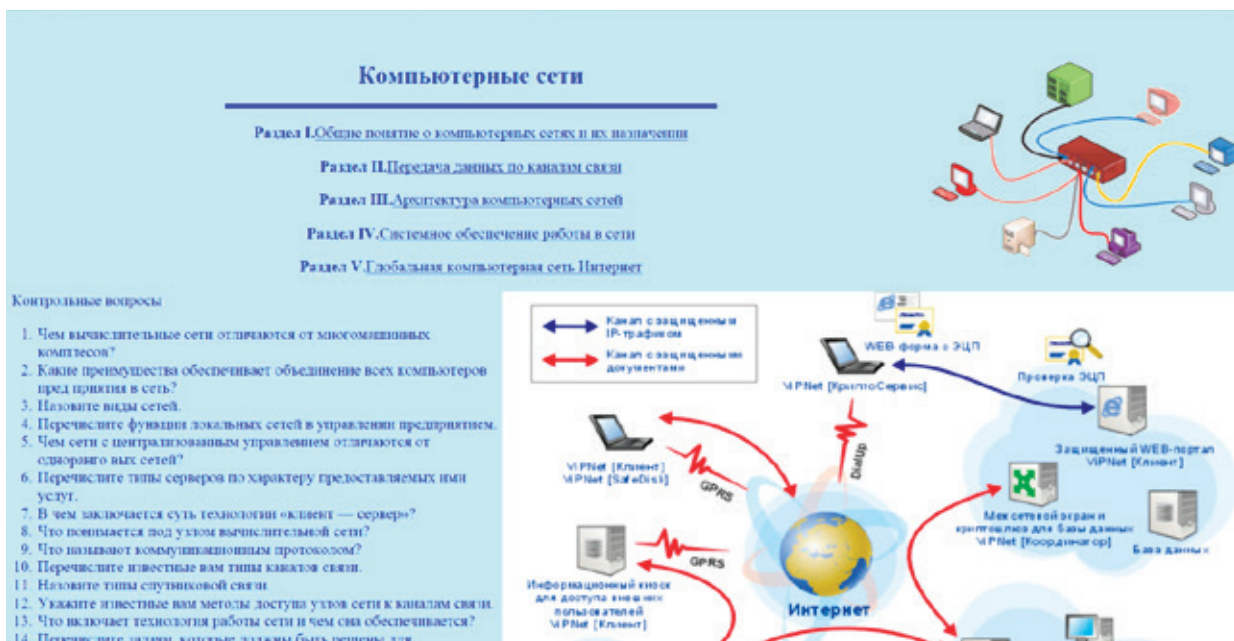


Рис. 1. Титульная страница электронного пособия

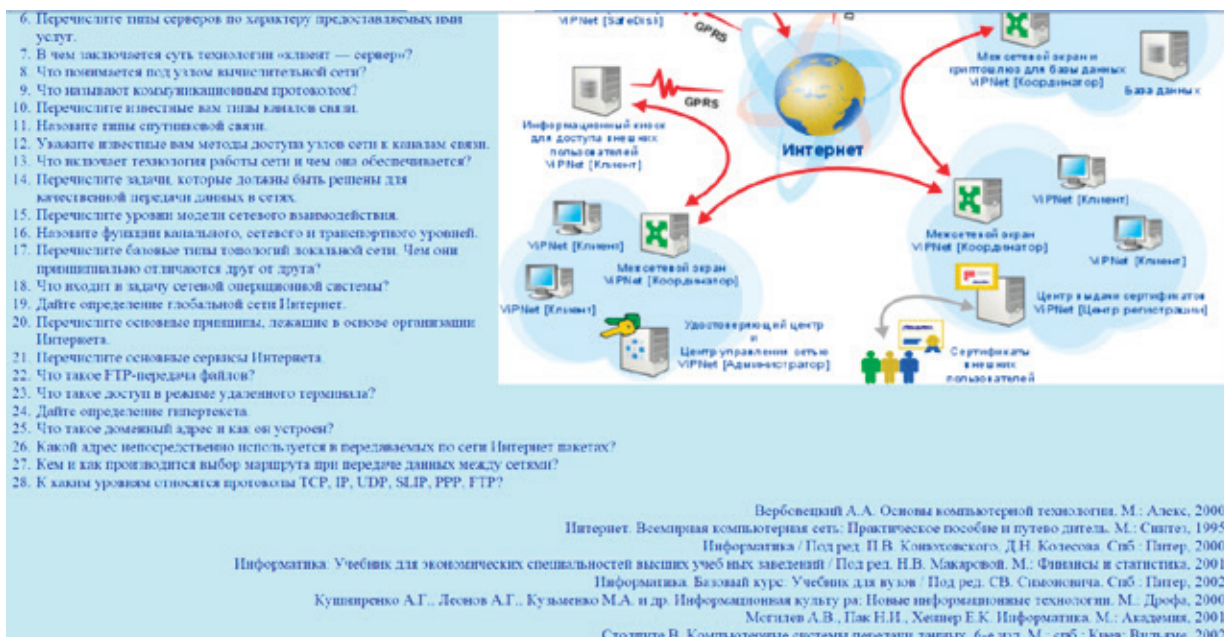


Рис. 2. Титульная страница электронного пособия

вания новых информационных технологий в учебном процессе и, в частности, различного рода так называемых «электронных учебников».

Электронное учебное пособие — учебное электронное издание, созданное на высоком научно-методическом и техническом уровне, частично заменяющее или дополняющее обычный учебник. Содержание электронного учебного пособия должно соответствовать требованиям и содержанию программы образовательной дисциплины, утвержденной в установленном в учебном заведении порядке [2, с. 215].

Электронные учебные пособия очень мобильны в плане пополнения и обновления контента, ведь их накопительные возможности ограничиваются только объемом карты памяти. Они позволяют быстро и легко находить нужную информацию, делать закладки и заметки к прочитанному, а также объединять информацию в логические блоки [4, с. 132].

Использование электронных учебных пособий в образовательном процессе ВУЗа позволяет более глубоко изучить материал, ознакомиться более подробно с интересующими или трудными темами. Богатый и красочный иллюстративный материал в электронном пособии позволяет на-

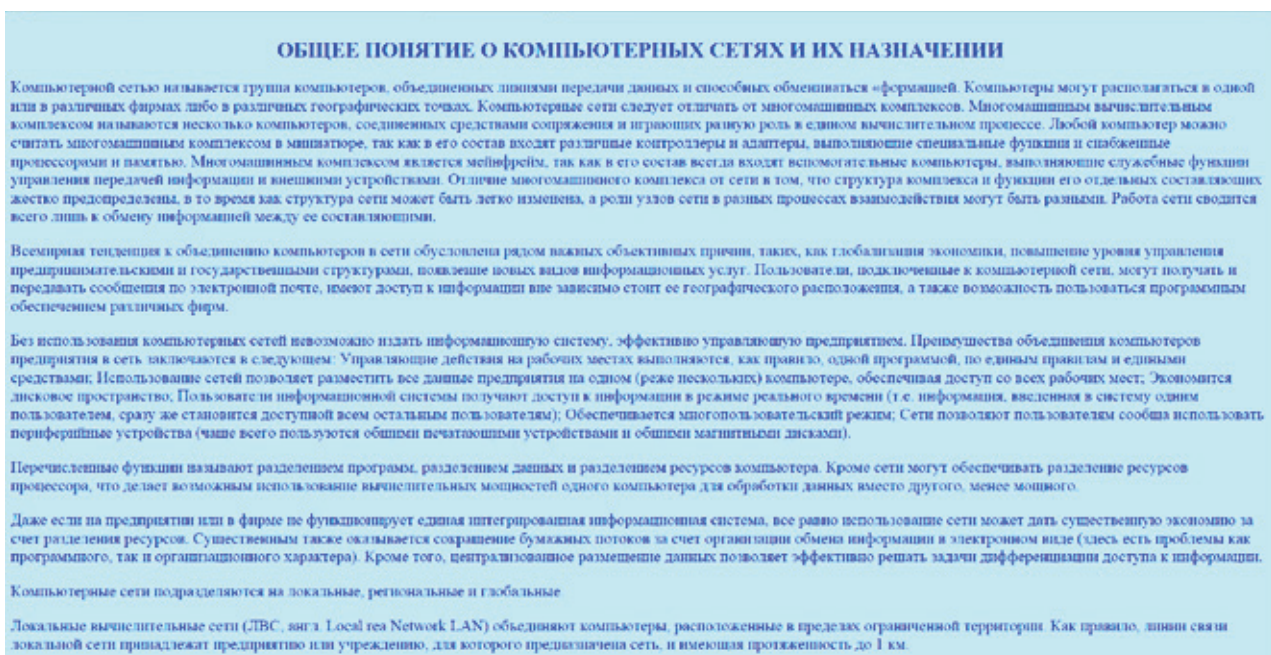


Рис. 3. Оформление электронного учебного пособия

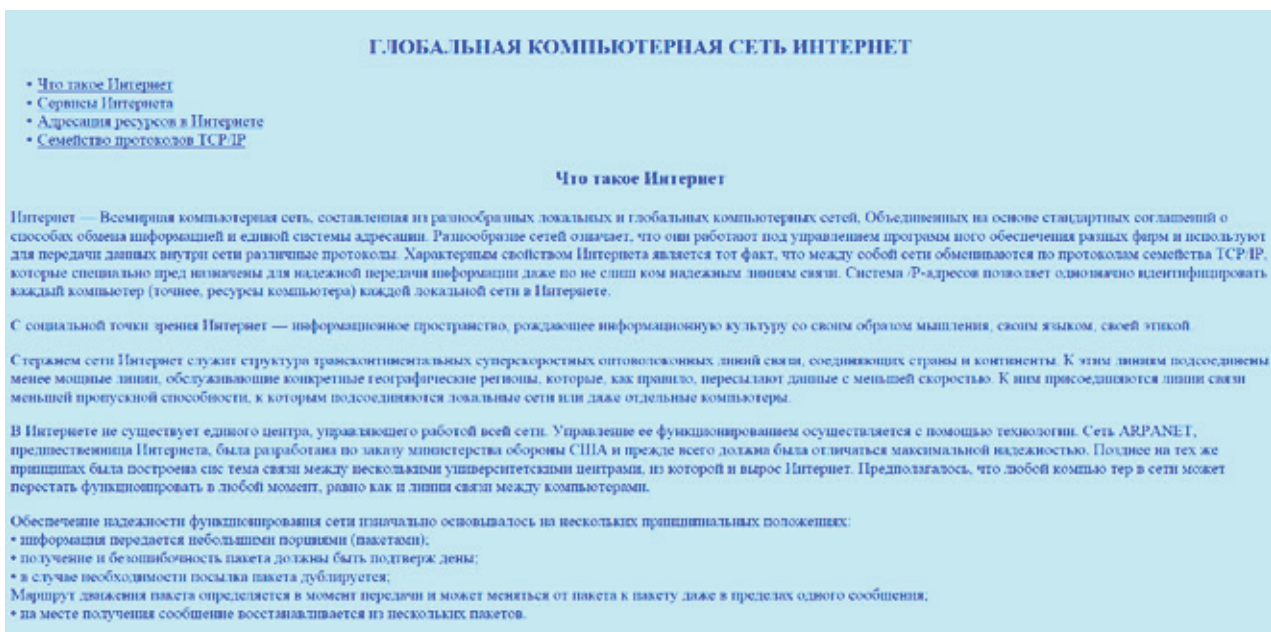


Рис. 4. Система внутренних гиперссылок

глядно продемонстрировать теоретическую информацию во всём её многообразии и комплексности [1, с. 389].

Электронные пособия имеют большую практическую ценность. С их помощью можно не только сообщать фактическую информацию, снабжённую иллюстративным материалом, но и наглядно демонстрировать те или иные процессы, которые невозможно показать при использовании стандартных методов обучения. Кроме того, обучаемый может воспользоваться электронным пособием самостоятельно, без помощи преподавателя или руководителя, находя ответы на интересующие его вопросы [3, с. 161].

Разработка электронного учебного пособия по теме «Компьютерные сети» осуществлялась на языке гипертекстовой разметки HTML. Несомненным достоинством которого является то, что учебные пособия, созданные на его основе, не обязательно требуют подключения к сети Интернет и могут быть переданы обучающемуся в виде файлов на любом носителе, что может использоваться для организации обучения в локальной сети или на локальном компьютере. А так же в качестве «плюсов», можно отметить использование гиперссылок, позволяющих практически мгновенно перемещаться внутри учеб-

контролем передачи данных в сети, должно иметь надежную защиту при приеме и передаче сообщений. Распределение, контроль и управление ограничением доступа к информационным ресурсам сети возмещается в обязанности программы контроля доступа к информации. Браузером сети (сетевым экраном) называется оборудование и программное обеспечение, цель которого — предотвращение не санкционированного проникновения в эту сеть. Методы восстановления используются после прерывания процесса передачи данных вследствие сбоя, с тем чтобы вернуться к определенному положению для повторной передачи информации.

Коммуникационное оборудование

В качестве средств коммуникации в сети используются телефонные линии, специальный провод, коаксиальный кабель, оптоволоконный кабель или радиоволны. При выборе типа кабеля учитывают такие показатели, как стоимость монтажа и обслуживания, скорость передачи информации, ограничения на величину расстояния передачи информации (без дополнительных усилителей-повторителей), безопасность передачи данных.

Показатели типовых средств коммуникации

Показатель	Среды передачи данных		
	Двухжильный	Коаксиальный кабель	Оптоволоконный кабель
Цена	Невысокая	Относительно высокая	Высокая
Нарастивание	Очень простое	Проблематично	Простое
Защита от прослушивания	Незначительная	Хорошая	Высокая
Проблемы с заземлением	Нет	Возможны	Нет
Восприимчивость к помехам	Существует	Существует	Отсутствует

Наиболее дешёвым кабельным соединением является витое двух- или трехжильное проводное соединение (часто называемое витой парой), позволяющее передавать информацию со скоростью до 10 Мбит/с, легко наращиваемое, однако хуже защищенное от помех по сравнению с другими типами кабелей. Для повышения помехозащищенности информации часто используют экранированную витую пару, т.е. витую пару, помещенную в экранирующую оболочку подобно экрану коаксиального кабеля. Это увеличивает стоимость витой пары и приближает ее цену к цене коаксиального кабеля.

Коаксиальный кабель имеет среднюю цену и хорошо защищен от помех, применяется для связи на большие расстояния (несколько километров). Скорость передачи может достигать 100 Мбит/с. Коаксиальный кабель используется для основной и широкополосной передачи информации. Широкополосный коаксиальный кабель невосприимчив к помехам, легко наращивается, но цена его выше. Скорость передачи информации 500 Мбит/с. При передаче информации в базисной полосе частот на расстояние более 1,5 км требуется усилитель (или повторитель, или ретранслятор, или активный концентратор). При этом суммарное расстояние при передаче информации может увеличиваться до 10 км. Для качественной работы коаксиальный кабель должен иметь на конце специальное поглощающее устройство (терминатор).

Рис. 5. Учебное пособие. Объект «Таблица»

Топология локальной сети

Топологией локальной сети называется геометрическая форма соединения узлов сети. Наиболее распространены топологии типа звезды, кольцевая топология и шинная топология.

Конструкция топологии типа звезды позаимствована из технологии соединений узлов в больших ЭВМ, в которых центральный процессор получает и обрабатывает все данные с периферийных устройств. В сети со звездной топологией один узел является центральным. Он соединен каналами связи со всеми остальными узлами, которые обычно называются рабочими станциями. Каждый канал входит в центральный узел через свой сетевой адаптер. Благодаря этому связь рабочей станции с центральным узлом независима от связей остальных станций. Вся информация между двумя периферийными рабочими местами проходит через центральный узел вычислительной сети. Пропускная способность сети определяется вычислительной мощностью узла и гарантируется для каждой рабочей станции. Коллизий (столкновений) при передаче данных не возникает. Затраты на прокладку кабелей высокие, особенно когда центральный узел географически расположен не в центре топологии. При расширении вычислительных сетей не могут быть использованы имеющиеся кабельные связи: к новому рабочему месту необходимо прокладывать отдельный кабель из центра сети.

Топология типа звезды является наиболее быстросрабатывающей из всех топологий вычислительных сетей, поскольку передача данных между рабочими станциями происходит через центральный узел (при его хорошей производительности) по отдельным линиям, используемым только этими рабочими станциями. Частота запросов передачи информации от одной станции к другой невелика по сравнению с достигаемой в других топологиях. Произвольность вычислительной сети в первую очередь зависит от скорости центрального узла. Он может быть узким местом вычислительной сети. В случае выхода из строя центрального узла нарушается работа всей сети.

Центральный узел управления может реализовать оптимальный механизм защиты против несанкционированного доступа к информации, так как вся вычислительная сеть управляется из центра.

При кольцевой топологии сети рабочие станции связаны одна с другой по кругу. По одному сетевому адаптеру компьютер принимает сообщение от одной станции, а по другому он это сообщение отправляет. Прокладка кабелей от одной рабочей станции до другой может быть довольно сложной и дорогостоящей, особенно если рабочие станции географически расположены далеко от кольца (например, в шаху).

В такой сети сообщения циркулируют по кругу. Рабочая станция посылает по определенному конечному адресу информацию, предварительно получив из кольца запрос. Передача сообщений является очень эффективной, так как большинство сообщений можно отправлять по кабельной системе одно за другим. Очень просто можно сделать кольцевую топологию передачи информации увеличивается пропорционально количеству рабочих станций, входящих в вычислительную сеть.


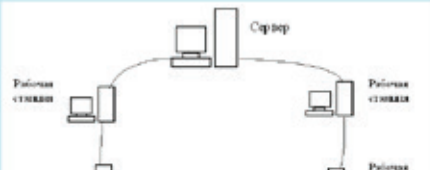



Рис. 6. Учебное пособие. Объект «Картина»

ника, а при наличии удаленного доступа — использовать ресурсы сети Интернет.

В качестве редактора языка HTML мы использовали Блокнот, который является свободным текстовый редактор.

При входе в электронное пособие пользователь попадает на титульную страницу, где расположено название разделов пособия, контрольные вопросы по теме (рисунок 1).

А также основная литература, которая использовалась при написании пособия (рисунок 2).

На титульной странице расположены внешние гиперссылки для перехода по главам пособия (они расположены в отдельных документах блокнота). Все главы, как и титульная страница, оформлены в одной стили: цвет фона — голубой; цвет основного текста и заголовков — синий; размер заголовков — заголовок первого уровня (рисунок 3).

Литература:

1. Алешкина, О. В. Применение электронных учебников в образовательном процессе [Текст] / О. В. Алешкина // Молодой ученый. — 2012. — № 11. — с. 389–391.
2. Вуль, В. А. Электронные издания [Текст]: учебник / В. А. Вуль. — М.: СПб.: Петербургский институт печати, 2001. — 308 с.
3. Коджаспирова, Г. М. Технические средства обучения и методика их использования [Текст]: учеб. пособие для студ. пед. Вузов / Г. М. Коджаспирова, К. В. Петров. — М.: Академия, 2001—256 с.
4. Рыжаева, В. Н. Использование компьютерных технологий в процессе обучения [Текст] / В. Н. Рыжаева; Курский государственный медицинский университет // Повышение качества образовательного процесса в университете: сборник материалов науч. — метод. конф. — Т. 2. — Курск: КГМУ, 2008. — с. 132–134.

Тенденции развития технологических установок для проходки восстающих

Титанов Артем Владимирович, студент;
Чернухин Станислав Алексеевич, студент;
Абдрахманов Азат Ахтямович, студент;
Сафин Георгий Григорьевич, студент

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

Горнодобывающая промышленность является ведущей отраслью многих стран. Развитию технологий, связанных с обнаружением, добычей и переработкой полезных ископаемых уделяется особое внимание. Главной задачей совершенствования подземной геотехнологии является увеличение эффективности подземного способа разработки месторождений и производительности труда. Проблемы горняков связаны с: постоянно ухудшающимися горно-геологическими условиями (увеличение глубины разработки месторождений); снижением содержания полезных компонентов в руде, что неизбежно ведет к росту затрат на добычу и переработку. Компенсация всех этих затрат возможна только при комплексном повышении производительности труда на всех процессах очистной выемки, путём снижения материальных затрат,

Главы, которые разбиты на несколько тем, содержат в себе внутренние гиперссылки, для удобного перемещения по тексту (рисунок 4).

В некоторых главах электронного учебного пособия по смысловой необходимости вставлены таблицы (рисунок 5) и рисунки (рисунок 6).

Для возвращения на титульную страницу в каждой главе сделана внешняя гиперссылка возврата к оглавлению.

Таким образом, студент, обучающийся по этому электронному пособию в какой-то мере может самостоятельно управлять процессом и даже обучаться в домашних условиях.

На основании всего вышесказанного можно сделать вывод, что электронные учебные пособия являются перспективным направлением информатизации образования, и их значимость в дальнейшем будет лишь увеличиваться.

интенсификации горного производства и энергоёмкости процесса. Перспективы развития подземной геотехнологии связаны в определяющей степени с модернизацией систем разработки, комплекса взрывных работ, геотехники (технологического оборудования) [1–3].

Далее представлен обзор современных технологических установок для проходки восстающих. Рассмотрим их основные параметры и возможности.

Мобильная установка для проходки восстающих RBR

Компания Hergenknecht AG разработала мобильную установку для эффективной и безопасной механизированной проходки капитальных и вспомогательных горных выработок, которая предназначена для проходки

стволов глубиной до 1000 м, а также вспомогательных выработок различного технологического назначения методом проходки пилотной скважины (рис. 1, 2). В приводе установки используется частотно-регулируемый электропривод, позволяющий с высокой точностью контролиро-

вать скорость и момент в процессе бурения. В Люксембурге она использовалась для проходки ствола диаметром 5,4 и длиной 280 м во время строительства гидроэлектростанции. В породах с крепостью (f) до 150 МПа максимальный показатель проходки составил 18 м/сутки. [2–4]



Рис. 1. Мобильная установка для проходки восстающих RBR

Мобильная установка для проходки восстающих ВВМ. Принцип работы установки основан на новой технологии ведения проходческих работ, основанный на методе продавливания труб в области микротоннелирования, что не

требует предварительной проходки пилотной скважины, и позволяет проходить тупиковые выработки, сокращая трудозатраты.



Рис. 2. Мобильная установка для проходки восстающих ВВМ

Таким образом, установка позволяет оперативно и безопасно проходить короткие вертикальные и наклонные ($\pm 30^\circ$ от вертикали) восстающие в породах любой крепости, исключает необходимость подготовки бетонной подушки, специальных камер или проведение других подготовительных мероприятий.

Далее представлены установки для проходки восстающих выработок и стволов глубиной до 2000 м.

Модельный ряд установок RBR включает 4 модели: RBR300VF, RBR400VF, RBR600VF и RBR900VF (рис. 3), мощностью от 300 до 800 кВт (402–1072 л.с.) и усилием подачи от 458 т до 2243 т, что позволяет применять их в широком диапазоне горно-геологических и горнотехнических условий. [4–7]

Далее приведем описание наиболее производительной модели RBR900VF — самая мощная из всех предла-

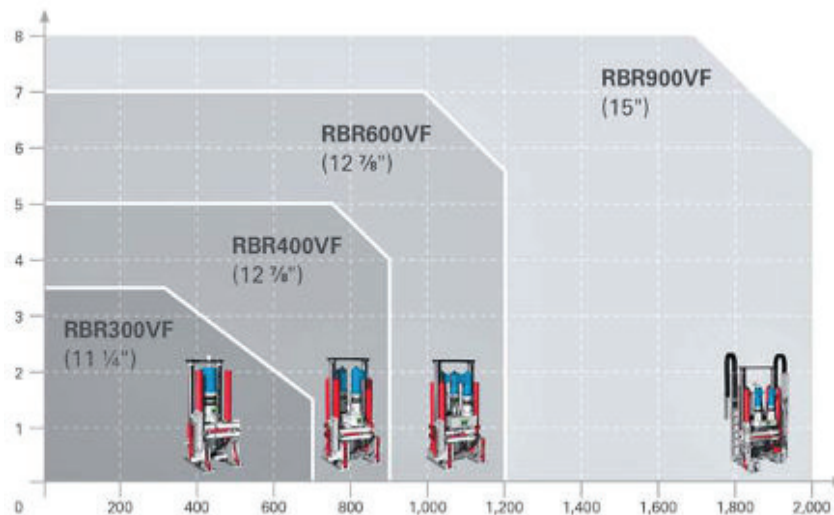


Рис. 3. Модельный ряд RBR

гаемых на рынке установок для проходки восстающих (рис. 4). Установка разработана компанией Hergeknicht совместно с компанией Masstapop (Австрия), обладает

крутящим моментом 900 кН·м и усилием подачи 2243 т, что позволяет проходить вертикальные и наклонные выработки глубиной до 2000 м и диаметром до 8 м.



Рис. 4. Модель RBR900VF

Высокая производительность модели RBR900VF достигается за счет автоматизированного устройства для подачи буровых штанг. По сравнению с ручной подачей, дистанционно управляемая система гарантирует эффективность работ и существенно повышает безопасность труда персонала во время операций по наращиванию и демонтажу колонны буровых штанг. [2;5–7]

Эффективность и точность контроля процесса бурения существенным образом уменьшают износ и продлевают срок службы установки и бурового инструмента. Частотно-регулируемый электропривод гарантирует низкое энергопотребление и высокий КПД.

Точное и своевременное регулирование и контроль частоты вращения и крутящего момента позволяют максимально обезопасить установку и буровой инструмент от возможных повреждений при монтаже или в процессе бурения. Кроме того, для увеличения срока службы буровых штанг установки оснащаются инновационной системой защиты резьбовых соединений. [6–8]

За последние несколько лет развитие технологических комплексов для проходки восстающих позволило уменьшить затраты на добычу полезного ископаемого, продлить срок эксплуатации оборудования и повысить безопасность технологического процесса и труда персонала.

Литература:

1. Тенденции мирового развития горнорудной промышленности // maxi-exkavator.ru URL: <http://maxi-exkavator.ru/articles/different/~id=57> (дата обращения: 1.11.2015).
2. Установки для проходки восстающих выработок и стволов глубиной до 2000 м // www.mining-media.ru URL: <http://www.mining-media.ru/ru/article/podzemmash/6937-ustanovki-dlya-prokhodki-vosstayushchikh-vyrabotok-i-stvolov-glubinoj-do-2000-m> (дата обращения: 1.11.2015).
3. Повышение эффективности эксплуатации карьерных гусеничных экскаваторов с оборудованием «прямая механическая лопата» Диссертации в Техносфере: <http://tekhnosfera.com/povyshenie-effektivnosti-ekspluatatsii-kariernyh-gusenichnyh-ekskaeratorov-s-oborudovaniem-pryamaya-mehanicheskaya-lopata#ixzz3qtzledbh> // tekhnosfera.com URL: <http://tekhnosfera.com/povyshenie-effektivnosti-ekspluatatsii-kariernyh-gusenichnyh-ekskaeratorov-s-oborudovaniem-pryamaya-mehanicheskaya-lopata> (дата обращения: 1.11.2015).
4. Проходческие технологии будущего от концерна Herrenknecht AG // <http://трубопровод.рф/статьи/все/2014/6/14/проходческие-технологии-будущего-от-концерна-herge/> URL: трубопровод.рф (дата обращения: 1.11.2015).
5. Концерн Herrenknecht AG. Проходческие технологии будущего // [www.mining-media.ru](http://www.mining-media.ru/ru/article/podzemmash/3684-kontsern-herrenknecht-ag-prokhdcheskie-tekhnologii-budushchego) URL: <http://www.mining-media.ru/ru/article/podzemmash/3684-kontsern-herrenknecht-ag-prokhdcheskie-tekhnologii-budushchego> (дата обращения: 1.11.2015).
6. 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.
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. Великанов, В. С., Гуров М. Ю., Долганов А. В., Олизаренко В. В. Горные машины и оборудование подземных рудников. Конструкция и принцип работы. Магнитогорск: ГОУ ВПО «МГТУ», 2008. — 102 с.

Применение учебного макета ремонтно-механического цеха на базе технологий «умный дом», для проведения лабораторных работ по теории автоматического управления

Ульянов Роман Сергеевич, аспирант;
Шиколенко Илья Андреевич, аспирант;
Одноров Евгений Павлович, студент

Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет

В статье исследован вопрос целесообразности разработки и применения специализированного учебного макета ремонтно-механического цеха для наглядной демонстрации работы законов автоматического регулирования и обучения студентов высших и средне профессиональных учебных учреждений теории автоматического управления. Теория автоматического управления — дисциплина, которая в силу своей абстрактности зачастую дается студентам учебных заведений с большими затруднениями, применение систем, наглядно демонстрирующих основные аспекты данного предмета, может повысить степень усвоения теоретического учебного материала по данной дисциплине. В данной статье приводится общая схема предполагаемого макета, описываются функциональные возможности, производится анализ актуальности применения указного учебного макета.

Ключевые слова: моделирование, учебный макет ремонтно-механического цеха, ТАУ, автоматика.

Введение. Развитие средств полупроводниковой микроэлектроники внесло значительный вклад в повышение доступности средств и систем автоматического управления. Однако, не смотря на кажущуюся легкость разработки, компоновки и программирования системы автоматического управления объектом или процессом, от-

сутствие необходимых навыков и компетенций в области теории автоматического управления (ТАУ), зачастую не позволяет достичь заданных оптимальных параметров работы системы в автоматическом режиме. В силу высокой степени абстракции ТАУ, а также тенденции на ухудшение уровня владения математическим аппаратом современ-

ными студентами учебных заведений, возможно говорить о том что обучающееся лицо с высокой долей вероятности может испытывать трудности в процессе освоения указанной учебной дисциплины. Так тривиальные и распространённые задачи по выбору параметров пропорционально-интегрально-дифференциального регулятора [1] или более сложные задачи по автоматической подстройке параметров микропроцессорного регулятора [2], становятся для студентов задачами, которую они зачастую не способны решить самостоятельно. В настоящее время все большую популярность набирают технологии Smart обучения [3], в связи, с чем одним из возможных методов решения указанной проблемы является дополнение теоретического материала наглядной демонстрацией основных аспектов ТАУ, а также проведение лабораторных работ на макете, имитирующем свойства реальных технических систем.

Применение учебного макета ремонтно-механического цеха на базе технологий «умный дом» в учебном процессе. В настоящее время применение учебных стендов и макетов в учебном процессе находит все более широкое применение. Наиболее распространены две условные группы учебных стендов:

1. Стенды для получения общетехнических компетенций, например стенды для проведения лабораторных работ по электротехнике.

2. Демонстрационные и учебные стенды, разработанные для обучения работе с оборудованием конкретного производителя [4]

Коллективом авторов статьи была выдвинута гипотеза о необходимости промежуточного звена между указанными группами стендов, а именно учебный макет с одной стороны демонстрирующий общие аспекты изучаемого предмета, с другой стороны имеющий приближение к технологиям промышленного применения на реальных объектах. Одной из возможных технологий компоновки является концепция «Умного дома» [5]. Данная технология получает все большее распространение ввиду увеличения

доступности микропроцессорных (МП) управляющих устройств, а также датчиков, исполнительных устройств и средств связи. Также важным фактором является упрощение процедуры программирования указанных систем, благодаря специальным программным оболочкам, программным библиотекам и адаптированным скриптовым языкам программирования МП. Однако распространение учебные макеты, реализованные по данному принципу, как правило демонстрируют общие аспекты автоматизации инженерных систем здания, так называемую «домашнюю автоматизацию». Для студентов, обучающихся по специальности автоматизация технологических процессов и производств и смежным специальностям, в рамках которых изучается ТАУ более полезным будет перенос данной технологии применительно к технологическим и производственным процессам. В рамках объекта для моделирования выбран ремонтно-механический цех. В качестве управляемых систем выбраны параметры микроклимата и освещения в помещении. Обоснование решения базируется на следующих тезисах:

– Для ремонтно-механического цеха, характерны различные виды работ и применяемого оборудования (складирование, сборка, ручная обработка изделий и заготовок, механическая обработка, термическая обработка)

– В виду разнообразия производимых технологических процессов для ремонтно-механического цеха характерно зонирование и локализация размещения оборудования и производственных операций, соответственно для каждой зоны характерны собственные требования к параметрам микроклимата и освещенности, а также возмущающие воздействия окружающей среды.

– Выбор контроля параметров микроклимата и освещения обуславливается доступностью, наглядностью простотой реализации, удобством демонстрации различных законов регулирования и параметров настройки регулятора.

Концептуальная схема учебного макета ремонтно-механического цеха представлена на рисунке 1.

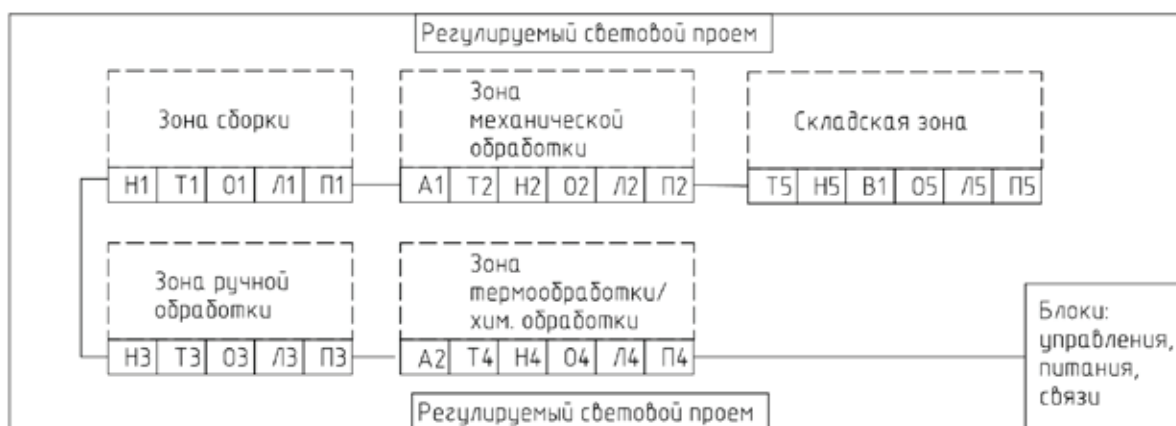


Рис. 1. Концептуальная схема учебного макета ремонтно-механического цеха на базе технологии «умный дом»:

Где: Т — датчики температуры; О — Датчики освещения; Л — Источники света; П — датчики присутствия;

Н — устройства регулирования температуры (нагревающие элементы); А — системы вентиляции;

В — датчики влажности

Как было отмечено выше для каждой из предполагаемых зон характерны свои условия управления, так, например в зоне сборки не предполагается избыточного выделения вредных веществ и теплоты в атмосферу и нет необходимости в дополнительной вентиляции (в отличие от зоны термообработки), а для складской зоны важны параметры влажности, также требуемые параметры микроклимата и освещения зоны могут отличаться в зависимости от присутствия или отсутствия в ней персонала. Необходимо отметить, что сами модели технологического оборудования должны имитировать возмущающие воздействия характерные для указанного оборудования.

Блоки управления, питания и связи должны обеспечить функционирование системы, а также связь с персональным ЭВМ для управления системой и проведения лабораторных работ. В рамках указанной работы возможна как отработка алгоритмов имитации параметров микроклимата и освещения замкнутых систем [6] так и контроль за энергоэффективностью объекта, при установке соответствующих приборов учета расхода электрической энергии [7].

Алгоритм проведения лабораторных работ с помощью предполагаемого макета мог бы выглядеть следующим образом (рисунок 2)



Рис. 2. Алгоритм проведения лабораторной работы с помощью предлагаемого макета

Указанный алгоритм позволит студенту посмотреть наглядную демонстрацию параметров настройки регулятора и их воздействия на систему.

Заключение. Технологии физического моделирования в сочетании с популярными и перспективами технологиями «умного дома» позволят создать учебно-демон-

страционный макет, способный потенциально вызвать заинтересованность к обучению у студентов, а также повысить степень осознания учебной дисциплины ТАУ, на основании чего можно сделать вывод о потенциальной актуальности и целесообразности проведения дальнейших исследований и разработок в указанной области.

Литература:

1. Завьялов, В.А. Расчёт параметров пид-регулятора / Завьялов В.А. Величкин В.А // Научно-технический вестник Поволжья — 2014. — № 5. — с. 190–192.
2. Завьялов, В.А. Расчёт параметров пид-регулятора / Завьялов В.А. Морозова Н.Ю // Механизация строительства — 2008. — № 3. — с. 19–20.
3. Бектурова, З.К. Возможности внедрения Smart технологий обучения в школе / З.К. Бектурова // Международный журнал экспериментального образования. 2015. № 7. С.125–126.
4. Байгозин, Д.В., Первухин Д.Н., Захарова Г.Б. Разработка принципов интеллектуального управления инженерным оборудованием в системе «умный дом» / Д.В. Байгозин, Д.Н. Первухин, Г.Б. Захарова // Известия ТПУ. 2008. № 5. С.168–172.
5. Куц, Е.В. К вопросу о высокотехнологичной среде образовательного учреждения / Е.В. Куц // Высшее образование в России. 2012. № 7. С.156–159.
6. Беккер, Ю.Л. Перспективы применения систем управления микроклиматом и искусственным освещением в замкнутых изолированных помещениях. / Ю.Л. Беккер, Р.С. Ульянов // Научно-технический вестник Поволжья. — 2014. — № 5. — с. 312–314.
7. Шиколенко, И.А. Концепция применения автоматизации инженерных систем учета энергоресурсов многоквартирного дома. / И.А. Шиколенко, Ю.Л. Беккер // Научно-технический вестник Поволжья. 2014. — № 5. — с. 345–347.

Техническое диагностирование устьевого арматуры с применением метода магнитной памяти металла

Чепкасова Оксана Анатольевна, эксперт отдела ЭПБ;
Селезнева Анастасия Александровна, эксперт отдела ЭПБ;
Садиков Александр Иванович, эксперт отдела ЭПБ
ООО «Центр Технического Сервиса»

Хмелев Сергей Васильевич, главный инженер
Филиал «ДиагностикаПромСервис» ООО «Центр Технического Сервиса» (Пермский край)

В статье рассмотрены основные проблемы оценки технического состояния оборудования, в частности устьевых арматур. Предложен метод магнитной памяти металла, как альтернатива традиционным методам неразрушающего контроля. Определен состав работ при проведении технического диагностирования устьевых арматур, затронуты вопросы оценки остаточного ресурса.

Ключевые слова: *техническое диагностирование, устьевая арматура, метод магнитной памяти металла, остаточный ресурс.*

Одна из важнейших задач предприятий нефтяной и газовой промышленности — обеспечение надежности эксплуатации оборудования, в частности устьевых арматур (далее УА), устанавливаемых на нефтяных, газовых и прочих скважинах. Решение этой задачи особенно актуально для оборудования, работающего сверх нормативного срока службы. Одним из эффективных способов обеспечения безаварийной работы технических устройств остается своевременное и качественное проведение экспертизы промышленной безопасности с применением современных, высокоэффективных методов неразрушающего контроля (далее НК).

На сегодняшний день на объектах нефтегазодобывающих предприятий эксплуатируется огромный парк устьевых арматур, значительная часть которых отработала нормативный (расчетный) срок службы.

С учетом стремлений владельцев устьевых арматур к оптимизации и снижению расходов, связанных с оценкой технического состояния оборудования и продлению сроков его эксплуатации встает вопрос о необходимости проведения работ в условиях эксплуатации без демонтажа и разборки арматуры (без вывода из эксплуатации), и как следствие исключающих гидравлические испытания.

Основной проблемой существующих методов технического диагностирования УА, исключающих проведение гидравлических испытаний, является ограничение срока продления назначенного ресурса устьевых арматур на срок не более трех лет.

Следует отметить также отсутствие указаний завода-изготовителя о методах оценки технического состояния УА с целью определения возможности дальнейшей

эксплуатации, необходимость детализации и конкретизации общих требований нормативно-технической документации к содержанию, порядку и условиям проведения технического диагностирования.

Изучив опыт специализированных организаций, занимающихся диагностированием и экспертизой промышленной безопасности аналогичного оборудования и учитывая возможность замены гидравлических испытаний 100%-ным контролем элементов неразрушающими методами, возникла необходимость подбора такого метода, который позволял бы существенно снизить затраты времени и материально-технических средств, а также обладающий высокой степенью достоверности результатов.

Для решения этого вопроса был выбран метод магнитной памяти металла (далее метод МПМ). Метод МПМ позволяет контролировать все виды корпусных деталей без ограничения по конструктивным размерам, элементам, условиям и срокам эксплуатации, изготовленные из конструкционных сталей любого уровня прочности и структурно-механического состояния в литом, ковном, штампованном и др. исполнениях.

Метод МПМ основан на использовании собственного магнитного поля рассеивания (далее СМГР), образующегося в зонах деформации под действием рабочих нагрузок. Магнитная текстура, сформировавшаяся под действием рабочих нагрузок, после их снятия как бы «замораживается». Таким образом, предоставляется возможность считывать эту информацию с помощью специализированных приборов, с дальнейшей оценкой фактического напряженно-деформированного состояния оборудования. СМГР возникает в локальных зонах (0,1 до десятков микрометров) структуры металла и на поверхности и в глубинах слоя металла изделий, в зонах деформации.

Что не маловажно, все измерения по методу МПМ могут производиться на корпусах арматуры непосредственно «на объекте», т.е. без демонтажа и разборки арматуры. Не требуется подготовка поверхности деталей, на которых производится диагностирование.

Состав работ при проведении технического диагностирования УА, включает в себя:

1) анализ технической документации и фактических условий эксплуатации;

- 2) неразрушающий контроль;
- 3) прочностные расчеты;
- 4) расчет и назначение остаточного ресурса.

На этапе неразрушающего контроля методом ММП определяются зоны концентрации напряжений (далее ЗКН) — основные источники развития повреждений. Далее ЗКН, характеризующиеся тревожным, а также неудовлетворительным состоянием, подвергаются дополнительному контролю для определения и уточнения конкретного дефекта.

Завершающим этапом технического диагностирования устьевого арматуры является оценка фактического напряженно-деформированного состояния оборудования и расчет остаточного ресурса. Основными определяющими параметрами при оценке остаточного ресурса рассматриваются коррозионный и эрозионный износ стенок элементов устьевого арматуры и уровень напряжений в ЗКН. В данном случае остаточный ресурс достаточно однозначно рассчитывается, т.к. определяющие параметры имеют численные значения, и имеется возможность их прогнозирования.

Сравнивая применение данного метода диагностирования с аналогичными, можно отметить следующие преимущества:

1. возможность применения в условиях эксплуатации без демонтажа и разборки арматуры (без вывода из эксплуатации);
2. отсутствует необходимость проведения гидравлических испытаний;
3. отсутствует необходимость специальной подготовки контролируемой поверхности;
4. высокая производительность;
5. возможность оценки остаточного ресурса расчетным методом по двум критериям — коррозионному износу и напряженно-деформированному состоянию;
6. возможность документирования и создания банка данных, для статистической обработки результатов контроля по каждой единице оборудования.

Область применения данного метода технического диагностирования устьевых арматур и актуальность постановки данного вопроса будет только расти для крупных нефтегазодобывающих предприятий.

Литература:

1. Богданов, Е. А. Основы технической диагностики нефтегазового оборудования. М.: Высшая школа, 2006. 279 с.
2. Дубов, А. А., Дубов Ал. А., Колокольников С. М. Метод магнитной памяти металла и приборы контроля: учеб. пособие. 5-е изд. М.: ИД «Спектр», 2012. 395 с.

Обзор конструкций и область применения дробилок

Чернухин Станислав Алексеевич, студент;

Абдуллин Руслан Азаматович, студент;

Абдрахманов Азат Ахтямович, студент;

Сафин Георгий Григорьевич, студент;

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

Дробление это процесс механического разрушения твердого сырья (более широкий термин дезинтеграция). Дроблению подвергают твердые полезные ископаемые, строительные материалы, химическое сырье, абразивные материалы, твердое вторичное сырье, некоторые виды растительного сырья. Среди всех видов сырья, которое подвергается дроблению, доминируют руды черных и цветных металлов и нерудные полезные ископаемые (уголь, граниты, известняки). Ежегодно в мире подвергают дроблению 2,5–3 млрд. тонн полезных ископаемых [1–4].

Дробление на обогатительных фабриках является подготовительным процессом, так как имеет своей целью подготовить исходный материал для дальнейшего измельчения и обогащения.

При дроблении куски полезного ископаемого могут разрушаться от сжатия, растяжения, изгиба и сдвига, когда возникающие в материале напряжения превосходят предел временного сопротивления. Основные способы разрушения материала показаны на рис. 1.

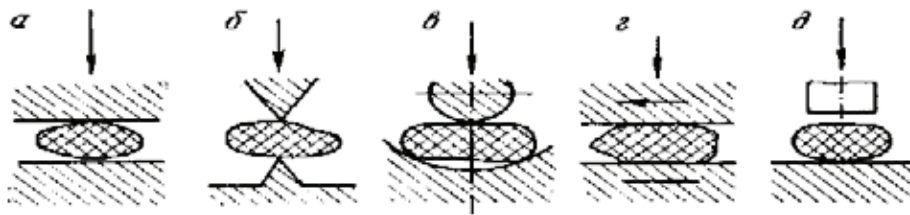


Рис. 1. Основные способы разрушения материала: а — раздавливание; б — раскалывание; в — излом; г — истирание; д — удар

Операции дробления, как правило, применяют в связке с процессами классификации по крупности (грохочением) твердого сырья. Грохочение — технологический процесс разделения твёрдых частиц по классам крупности, а также отделения твёрдой фазы от жидкой просеиванием через подвижную или неподвижную просеивающую поверхность.

Операции дробления, как и другие методы дезинтеграции, применяют в основном для решения следующих задач:

1. Для последовательного уменьшения крупности полезных ископаемых до размеров 3–15 мм.
2. Для получения сырья той крупности, которая необходима непосредственным потребителям для дальнейшей переработки.
3. Для подготовки твердых промышленных и бытовых отходов к операциям их глубокой переработки во вторичные продукты.

Процесс дробления осуществляют с применением специальных машин — дробилок. Дробилка (а. breaker, crusher; н. Brecher, Quetsche; ф. broyeur, concasseur; и. trituradora, machadora, quebradora) — машина для дробления минерального сырья и других твёрдых материалов (рис.2). По конструктивному исполнению рабочего

органа различают: щековые дробилки (дробление с помощью двух прямоугольных плит-щёк, одна или обе из которых совершают колебательное движение); конусные дробилки (дробление внутри пространства, образованного внутренней поверхностью неподвижного конуса и внешней поверхностью подвижного, совершающего гирационное движение); валковые дробилки (дробление между цилиндрическими валками или валком и плитой); дробилки ударного действия — роторные дробилки, молотковые дробилки (дробление битами или молотками, закреплёнными на корпусе быстро вращающегося ротора). Ниже представим обзор некоторых типов дробилок представленных на рынке горных машин и оборудования [5–11].

Щековые дробилки различают по трём основным признакам: по расположению оси подвеса подвижной щеки — с верхней или нижней осью подвеса; по характеру движения подвижной щеки — с простым качением и со сложным (качательное движение сочетается с продольным вдоль поверхности щеки); по конструкции движущего механизма — шатунно-рычажного или кулачкового.

Дробилки серии НД имеет большую производительность, причем энергоёмкость процесса разрушения и электропотребление достаточно низкое.

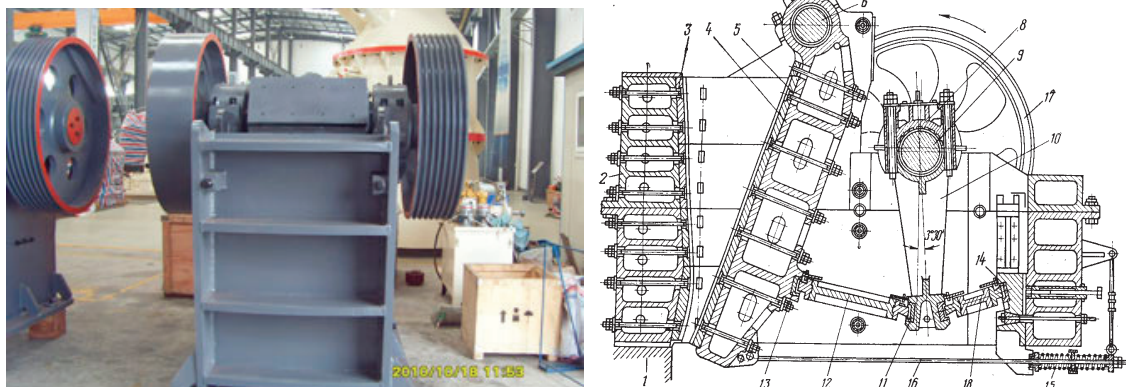


Рис. 2. Общий вид щековой дробилки серии HJ

Особенности. Повышенная производительности за счет оптимизации хода движения подвижной щеки и полости машины. Вес противовеса и структура щековой дробилки корректируются, вибрация всей машины значительно улучшена.

Область применения. Эксплуатируется на горных предприятиях РФ и стран СНГ в обработке различных материалов горных и строительных отраслях, для дробления гранита, мрамора, базальта, известняка, кварца, булыжника, железной руды, медной руды и некоторых других минералов и пород. Технические характери-

стики указанного типа дробилок представлены в таблице 1 [12–14].

Китайская конусная дробилка HPC имеет высокую эффективность дробления за счет оптимизированной гидравлической системы управления. Используется для вторичного дробления в различных технологических линиях по обработке горных пород и полезных ископаемых.

Особенности. Высокая степень дробления, низкие эксплуатационные расходы, оптимальные формы готовой фракции (конечный продукт), сокращение времени простоев за счет применения гидравлической защиты.

Таблица 1. Технические характеристики

Модель	Размер загрузочного окна (мм)	Макс. размер Питания (мм)	Размер разгрузочного окна (мм)	Производительность (т/ч)	Мощность (кВт)	Габаритные размеры (мм)
HJ98	650×980	560	75–175	110–350	90–110	2470×2000×2180
HJ110	800×1100	660	100–200	215–510	110–132	2875×2472×2530
HJ125	950×1250	800	125–225	280–650	132–160	3320×2600×3120

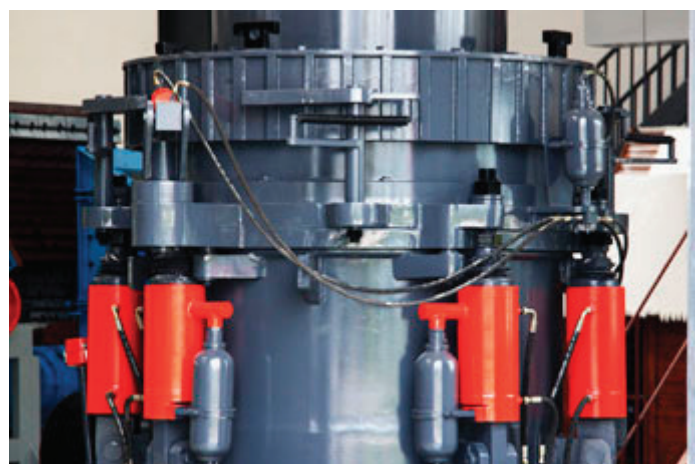


Рис. 3. Общий вид конусной дробилки HPC

Область применения. В цементной, горнодобывающей, строительной, металлургической и других отраслях, так же в строительстве дорог и мостов, железных дорог. Материалы, такие как железная руда, гранит, из-

вестняк, кварцит, песчаник, брусчатки и другие. Технические характеристики указанного типа дробилок представлены в таблице 2 [7–8].

Таблица 2. Технические характеристики

Модель	Диаметр конуса (мм)	Камера дробления	Ширина разгрузочной щели (мм)	Размер исходного материала (мм)	Производительность (т/ч)	Мощность (кВт)	Габаритные размеры (мм)
HPC220	1220	Крупное	19	210	185–300	220	2726×1950×2182
		Мелкое	13	105	150–210		
HPC400	1570	Крупное	30	290	400–500	400	3447×2830×2977
		Мелкое	16	135	260–400		

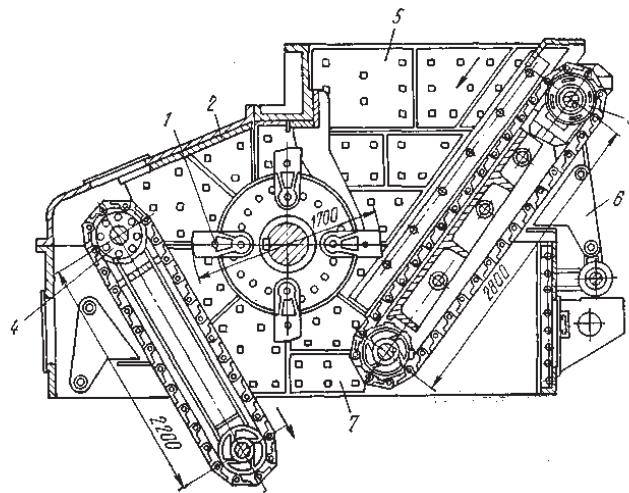
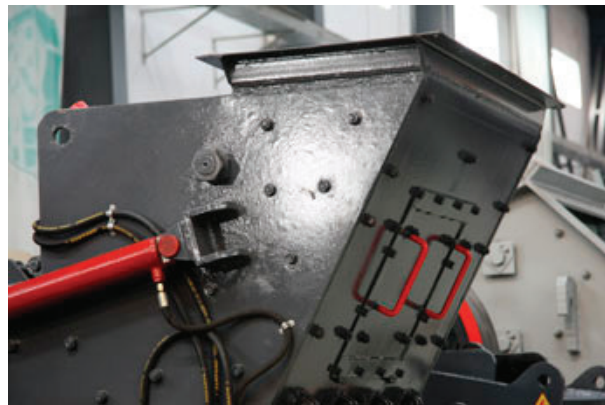


Рис. 4. Общий вид молотковой дробилки 1 — ротор; 2 — корпус; 3, 4 — подвижные передняя и задняя стенки; 5 — загрузочная часть; 6 — регулировочное устройство; 7 — футеровка

Молотковая дробилка разработанная компанией «Flati» применяется для изготовления грубого порошка с размером 0–3мм. Дробление материала происходит под действием силы удара быстро вращающихся частей: молотков, бил. Процесс дробления происходит также под действием отраженных ударов отбрасываемых кусков дробленого материала от отбойных деталей, устанавливаемых

внутри корпуса дробилки. Принцип действия и общее устройство молотковой (ударной) дробилки следующие. На горизонтальной оси вращается ротор — рабочий орган дробилки, состоящий из вала в сборе с дисками и молотками (билами). Куски материала, поступающие в дробилку, разбиваются вращающимися ударными частями ротора и выбрасываются из дробящего пространства.

Особенности. Высокая производительность и высокая степень измельчения. Низкое энергопотребление, однородная готовая фракция.

Область применения. Дробилки данного типа в основном предназначены для дробления горных пород раз-

личной крепости, чья прочность на сжатие не выше, чем 320 МПа. Например, таких как уголь, соль, мел, гипс, известняка, стекла, фосфатов и др. Технические характеристики указанного типа дробилок представлены в таблице 3 [15–17].

Таблица 3. Технические характеристики

Модель	Диаметр ротора (мм)	Длина Ротора (мм)	Количество лотка	Размер исходного материала (мм)	Диапазон регулировки грузочной щели (мм)	Производительность (т/ч)	Мощность (кВт)	Модель мотора	Скорость вращения (об/мин.)	Габаритные размеры (мм)
РС300×400	400	300	16	<100	<15	3–8	11		1100	855×795×862
РС400×600	600	400	20	<150	<15	8–15	18.5		1000	1155×1100×1255
РС600×800	800	600	28	<220	<20	15–30	45		900	2360×1500×1580

Произведен краткий обзор современных типов дробилок. Из анализа обширного научно-методического и рекламного материала установлено, что совершенствование дробилок должно быть направлено на увеличение их единичной мощности, срока службы, снижение

уровня шума и запылённости. За счет использования гидравлических систем для защиты от поломок и регулирования крупности продуктов дробления, автоматических систем контроля и управления режимом работы дробилок.

Литература:

1. Разумов, К. А., Перов В. А. Проектирование обогатительных фабрик. Учебник для вузов. М., Недра 1982. — 518 с.
2. Донченко, А. С., Донченко В. А. Справочник механика обогатительной фабрики. — М.: Недра 1985.
3. Проектирование и эксплуатация оборудывания фабрик окомкования. / Бессараб В. И. М.: Металлургия 1986–152 с.
4. Абрамов, А. А. Переработка, обогащение и комплексное использование твердых полезных ископаемых. Т. 1. Обогательные процессы и аппараты: Учебник для вузов. — М.: Из-во МГГУ, 2004. — 472 с.
5. Молотковая дробилка // e341.ru URL: <http://e341.ru/p53702691-molotkovaya-drobilka.html> (дата обращения: 30.10.2015).
6. Великанов, В. С., Шабанов А. А. Применение нечеткого подхода для оценки влияния структуры и режимов управления на показатели эксплуатационной надежности горных машин и комплексов // Горная промышленность. — 2013. — № 3. — с. 101–102.
7. НРС КОНУСНАЯ ДРОБИЛКА // go-sst.ru URL: <http://go-sst.ru/products/hpc-cone-crusher.html> (дата обращения: 30.10.2015).
8. ДРОБЛЕНИЕ И ДРОБИЛКИ // mtspb.com URL: http://mtspb.com/stati_i_dokladi/droblenie_drobilki.html (дата обращения: 30.10.2015).
9. Процессы и машины для обогащения полезных ископаемых / В. И. Карамзин, Е. Е. Серго, А. П. Жендринский и др. М., Недра, 1974. — 560 с.
10. Серго, Е. Е. Дробление, измельчение и грохочение полезных ископаемых М., Недра, 1985.
11. Гришин, И. А., Исмагилов К. В., Великанов В. С. Электромеханическое оборудование рудообогатительных фабрик. Лабораторный практикум. Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск. гос. техн. ун-та им. Г. И. Носова, 2015. — 68 с.
12. g-ulanude.ru URL: <http://g-ulanude.ru/> (дата обращения: 30.10.2015).
13. crushers-pro.net URL: <http://crushers-pro.net/> (дата обращения: 30.10.2015).
14. <http://orland.pro/poisk/gusenichnaya-mobilnaya-rotornaya-drobilka-zenith-pfw>
15. Великанов, В. С. Возможности метода парных сравнений в установлении значимости показателей горных машин и комплексов по критерию эргономичности // Вестник КузГТУ. — 2013. — № 4 — с. 43–46.
16. PFW роторная Дробилка (гидравлическая) // zenith-crusher.ru URL: <http://www.zenith-crusher.ru/products/crushing/hydraulic-impact-crusher.html> (дата обращения: 30.10.2015).

17. 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.

Железнодорожное весоизмерительное устройство

Шибeko Роман Владимирович, старший преподаватель;

Соколов Евгений Олегович, студент

Комсомольский-на-Амуре государственный технический университет

Описывается железнодорожное весоизмерительное устройство для измерения веса вагонов как в неподвижном состоянии так и при движении железнодорожного состава.

Ключевые слова: вагон, состав, вес, железнодорожное, статический, динамический, микроконтроллер, тензодатчик, датчик температуры, схема.

Предлагается весоизмерительное железнодорожное устройство. Система предназначена для измерения массы вагонов в диапазоне от 2 тонн до 200 тонн с точностью 1%. Измерительное устройство ориентировано на вагоны с межтележочными расстояниями 4,5 и 6 метров и представляет собой 3 платформы с участками рельс снабженными тензодатчиками. Кроме того первая платформа снабжена контактным датчиком, который срабатывает когда колесная пара находится полностью на первой измерительной платформе. Рядом с путями расположена стойка с информационным дисплеем и клавиатурой. Устройство работает в двух режимах: статический и динамический.

В динамическом режиме измеряется вес «брутто» всего состава, который движется со скоростью 5 км/ч по пути системы. При наезде колесной пары на крайнюю платформу система определяет другую платформу, на ко-

торую наехала другая колесная пара. Далее измеряется вес на каждой платформе и результаты нумеруются.

В статическом режиме производится измерение массы неподвижного вагона. В этом режиме имеется возможность измерить вес как «брутто», так и «нетто». Система подает звуковой сигнал «стоп» для маневрового тепловоза в тот момент, когда вагоны находятся полностью на платформах. В статическом режиме существует возможность измерить вес пустого вагона (функция «тара»), ввести предельный вес груженого вагона (функция «предел») и контролировать его при загрузке вагона. При достижении 80% масс от предельного веса подается предупреждающий звуковой сигнал. При достижении 100% веса от предельного значения подается тревожный сигнал. Также это дублируется световой сигнализацией.

Клавиатура устройства:

	— выбор режима: статический или динамический;
	— установка нуля. Действует как в статическом так и в динамическом режимах;
	— функция «Тара». Действует в статическом режиме. Система запоминает вес пустого вагона;
	— цифровые клавиши;
	— ввод предела. При нажатии клавиши «ПР» этот предел вводится, а при повторном нажатии — запоминается;
	— клавиша «начать новое измерение». Нажатие каждой клавиши сопровождается звуковым сигналом.

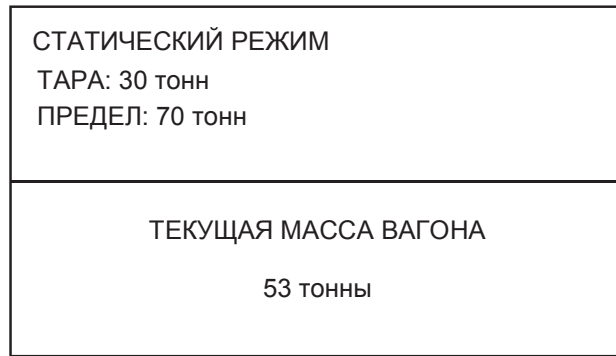


Рис. 1. Вид дисплея в статическом режиме

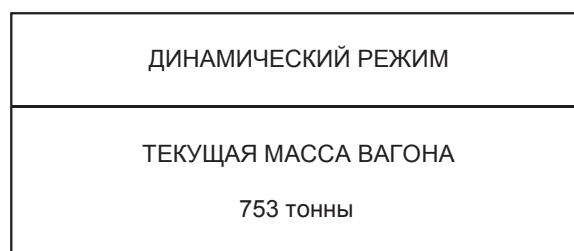


Рис. 2. Вид дисплея в динамическом режиме

В системе предусмотрена возможность управления процессом измерения массы через компьютер, с которым имеется связь по радиоканалу. Применение компьютера

также позволяет документировать измерения. Для температурной компенсации тензодатчика в систему введен датчик температуры.

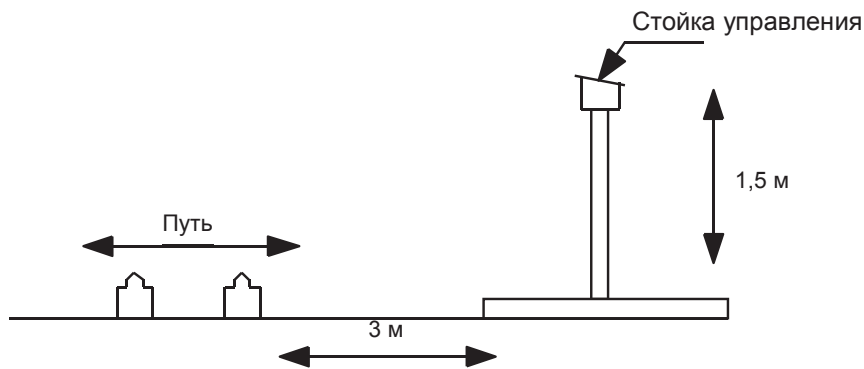


Рис. 3. Расположение стойки управления

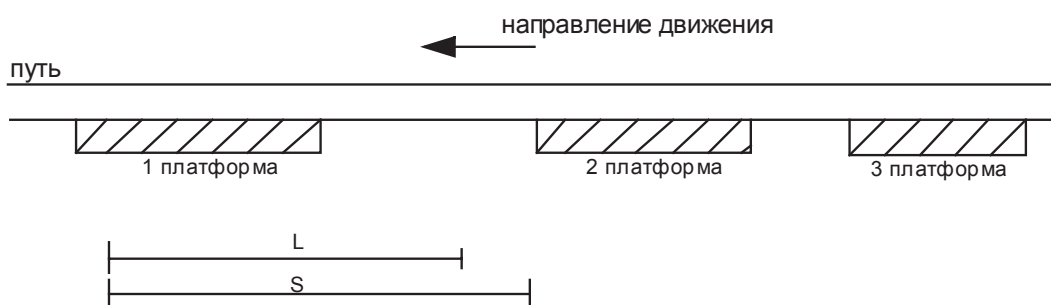


Рис. 4. Расположение измерительных платформ

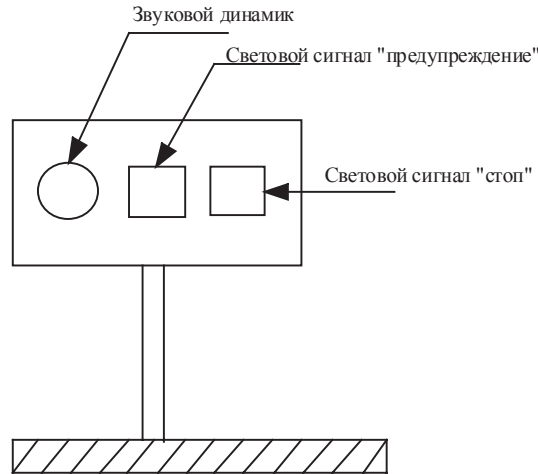


Рис. 5. Информационная тумба

Рассмотрим далее структурную схему устройства, которая представлена на рис. 6 и состоит из блоков:

- БМ_к — блок микроконтроллера;
- ТД — температурный датчик;
- БЗС — блок звуковой сигнализации;
- БСС — блок световой сигнализации;

- БК_л — блок клавиатуры;
- БР_к — блок радиоканала;
- К — контактор;
- СС — схема сопряжения;
- БДВ — блок датчиков веса.

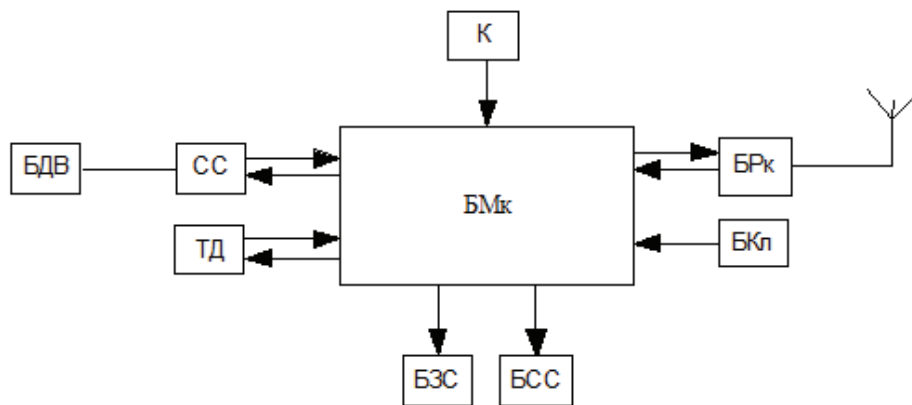


Рис. 6. Структурная схема устройства

Функциональная схема представлена на рис. 7. Блоки устройства на функциональном уровне:

- ТК — транзисторный ключ;
- ДР_к — драйвер радиоканала;
- ДСК — драйвер силового ключа;
- ДЗС — драйвер звукового сигнала;
- LCD — ЖКИ — дисплей;
- ТД_т — тензодатчик;
- У_и — усилитель;
- У_д — усилитель дополнительный;
- Т⁰ — датчик температуры;
- СНС — схема начального сброса.

Тензодатчики оцифровываются средствами микроконтроллера дважды: усиленный сигнал при помощи одного усилителя и усиленный сигнал при помощи двух усилителей.

Это позволяет снизить погрешность при измерении относительно малых весов. Клавиатура построена матричным способом. Функция обслуживания возложена на микроконтроллер. Также на микроконтроллер возложена функция обслуживания других устройств в системе, которые подключены к нему напрямую по радиальной схеме. За формирование предупредительных сигналов отвечает драйвер звукового сигнала, управляемый микроконтроллером. Сигналы нажатия клавиш формируются путем генерации частотного сигнала на порту микроконтроллера и подачи этого сигнала через транзисторный ключ на динамическую головку. Световая сигнализация производится путем подключения ламп к сетевому напряжению через транзисторный ключ переменного тока, управляемый драйвером силового ключа.

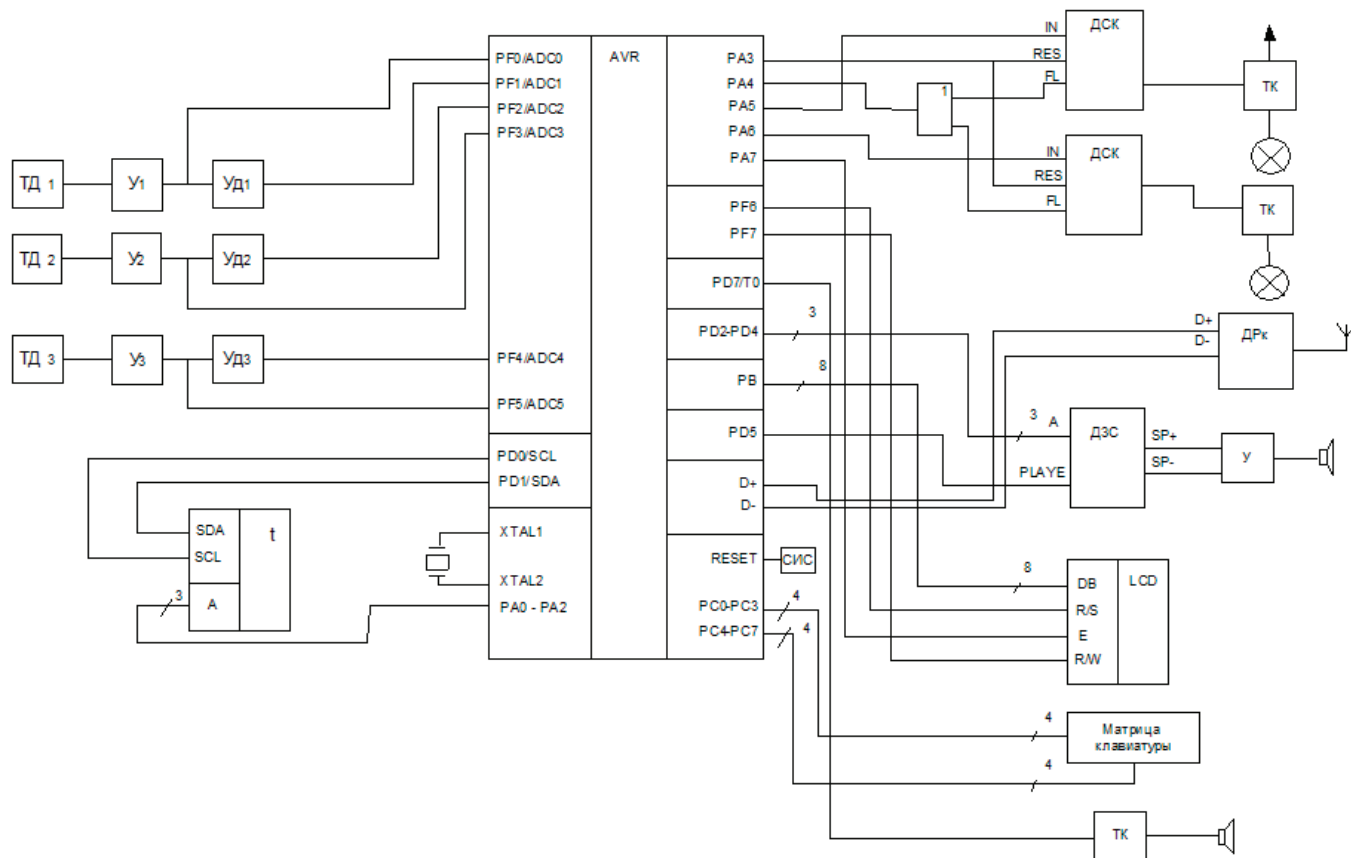


Рис. 7. Функциональная схема

Литература:

1. Кудзис, А.П. Железнодорожные вагоны / А.П. Кудзис. — М.: Высшая школа, 1988. — 342 с.
2. Долидзе, Д.Е. Оборудование сортировочных станций / Д.Е. Долидзе. — М.: Высшая школа, 1975. — 288 с.

Система поддержания микроклимата в серверном помещении банковского расчетно-кассового центра

Шибeko Роман Владимирович, старший преподаватель;

Соколов Евгений Олегович, студент

Комсомольский-на-Амуре государственный технический университет

Описывается система, предназначенная для поддержания оптимального микроклимата в серверном помещении банковского расчетно-кассового центра. Обеспечивается необходимая температура и влажность, а также очищается воздух от пыли.

Ключевые слова: микроклимат, вентиляция, банк, сервер, заслонки, увлажнитель, температура, датчик, микроконтроллер, двигатель, осушитель, фильтр.

Представленная система предназначена для поддержания оптимального микроклимата в серверном помещении банковского расчетно-кассового центра, объемом не более 300 кубических метров. Система должна поддерживать необходимую температуру и влажность,

а также очищать от пыли воздух в помещении. Исходя из этого, выделим следующие параметры системы:

- состояние двух воздушных заслонок;
- температура снаружи помещения ;
- температура внутри помещения;

- состояние фильтров;
- состояние вентиляторов и двигателей;
- наличие воды в увлажнителе;
- температура воды обогревателя.

Предполагается использование водяного обогревателя, связанного с центральным отоплением (горячим водоснабжением). Схема системы поддержания микроклимата приведена на рис. 1.

В системе предусмотрены следующие датчики:

- 4 контактных датчика открытия/закрытия воздушных заслонок;

- 3 контактных датчика состояния фильтров;
- 3 контактных датчика состояния вентиляторов;
- контактный датчик состояния вентилятора увлажнителя;
- контактный датчик наличия воды в увлажнителе;
- 3 датчика температуры;
- датчик влажности;
- датчик вращения двигателя роторного теплообменника;
- датчик вращения двигателя компрессора осушителя-охладителя.

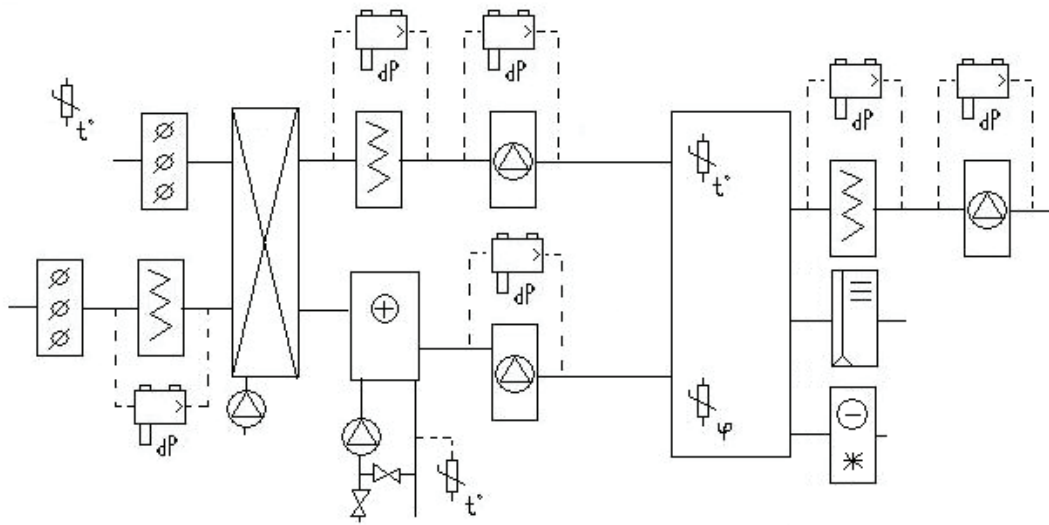


Рис. 1. Система поддержания микроклимата

Система управляет следующими устройствами:

- два двигателя открытия/закрытия воздушных заслонок (постоянная скорость вращения);
- два двигателя вентиляторов (плавное регулирование);
- двигатель водяного насоса (плавное регулирование);
- двигатель схемы сбора пыли (постоянная скорость вращения);
- двигатель вентилятора увлажнителем (постоянная скорость вращения);
- двигатель компрессора осушителем-охладителем (постоянная скорость вращения);

- два трехпозиционных электромагнитных водяных клапана;
- двухпозиционный клапан слива воды в осушитель-охладителя;
- двигатель роторного теплообменника (постоянная скорость вращения).

В системе предусмотрены следующие функции:

- опрос клавиатуры;
- обслуживание звуковой сигнализации;
- обслуживание схемы отображения информации.

Предусмотрено задание требуемой температуры и влажности при помощи клавиатуры, показанной на рис. 2.



Рис. 2. Клавиатура

Диапазон задаваемых температур — от +15 до +30 °С с шагом в 1 °С. Диапазон задаваемых значений влажности — от 40 до 90% с шагом 1%. Задание крайних значений величин клавиатурой не воспринимается.

Система отображает температурную информацию на жидкокристаллическом дисплее (рис. 3).

При работе системы возможны следующие аварийные ситуации:

- неисправности одного из вентиляторов (срабатывание соответствующего датчика);
- неисправности воздушной заслонки (на срабатывание соответствующего контактного датчика в течение 1 минуты после подачи напряжения на двигатель заслонки);
- засорен один из фильтров (срабатывание соответствующего контактного датчика);

- неисправность водяного калорифера (повышение температуры обратной воды выше 40 °С);
- не вращается ротационный рекуператор;
- неисправность увлажнителя (нет эффекта работы через полчаса);
- неисправность осушителя-охладителя (нет эффекта работы через полчаса).

В системе предполагается использование ультразвукового увлажнителя и фильтра НЕРО для сбора пыли.

При возникновении аварийных ситуаций (кроме засорения фильтров и отсутствия воды в увлажнителе) обесточиваются все блоки. При всех аварийных ситуациях о неисправности сообщается подачей звукового сигнала, а также выводится сообщение на дисплей.



Рис. 3. Дисплей системы

Структурная схема системы изображена на рис. 4 и состоит из следующих блоков:

- КДВЗ — контактный датчик воздушной заслонки;
- СС — схема сопряжения;
- ДВЗ — двигатель воздушной заслонки;
- СУДВЗ — система управления двигателем воздушной заслонки;
- КДСФ — контактный датчик состояния фильтров;
- ДРТ — двигатель роторного теплообменника;
- СУДРТ — система управления двигателем роторного теплообменника;
- ДВКВ — двигатель вентиляции каналов вентиляторов;
- СУДВКВ — система управления двигателями вентиляторами каналов вентиляции;
- ДПС — двигатель пылесборника;
- СУДП — система управления двигателем пылесборника;
- ДУ — двигатель увлажнителя;
- СУДУ — система управления двигателем увлажнителя;
- ДКОО — двигатель компрессора осушителя — охладителя;
- СУДКОО — система управления двигателя компрессора осушителя — охладителя;
- КДВК — контактный датчик вентилятора каналов вентиляции;

- КДСУ — контактный датчик состояния вентилятора увлажнителя;
- КДНВУ — контактный датчик наличия воды в увлажнителе;
- ДТ — датчик температуры;
- ДВ — датчик влажности;
- ДВРТ — двигатель вращения ротора теплообменника;
- ДВКОО — датчик вращения компрессора осушителя — охладителя;
- ЭВК — электромагниты водяных клапанов;
- КС — клапан слива воды в осушителе — охладителе;
- СУПВК — система управления электромагнитных водяных клапанов;
- СУКС — система управления клапаном слива воды;
- СЗС — схема звуковой сигнализации;
- СОИ — схема отображения информации;
- Кл — клавиатура.

Функциональная схема системы представлена на рис. 5 и состоит из следующих блоков:

- ДТВ — датчик температуры внутри помещения;
- ДВл — датчик влажности внутри помещения;
- ДТВд — датчик температуры воды;
- ДТС — датчик температуры снаружи помещения;
- КДСЗ — контактные датчики состояния заслонки;

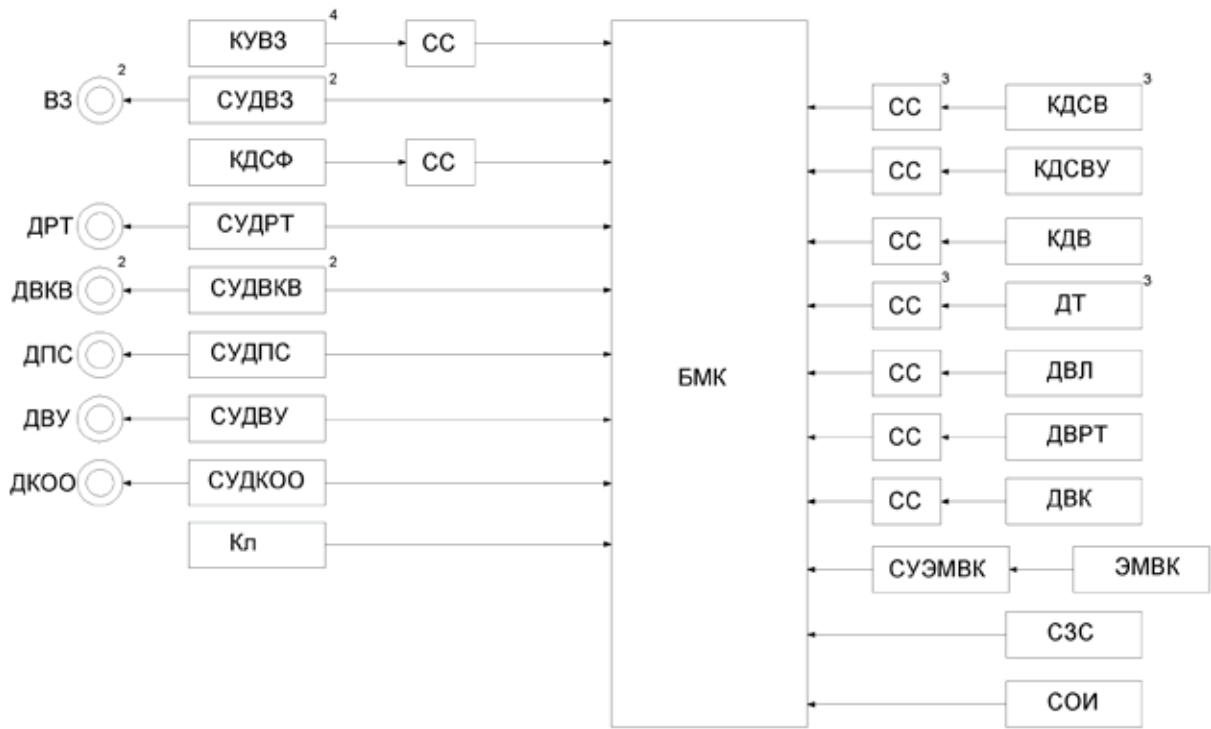


Рис. 4. Структурная схема устройства

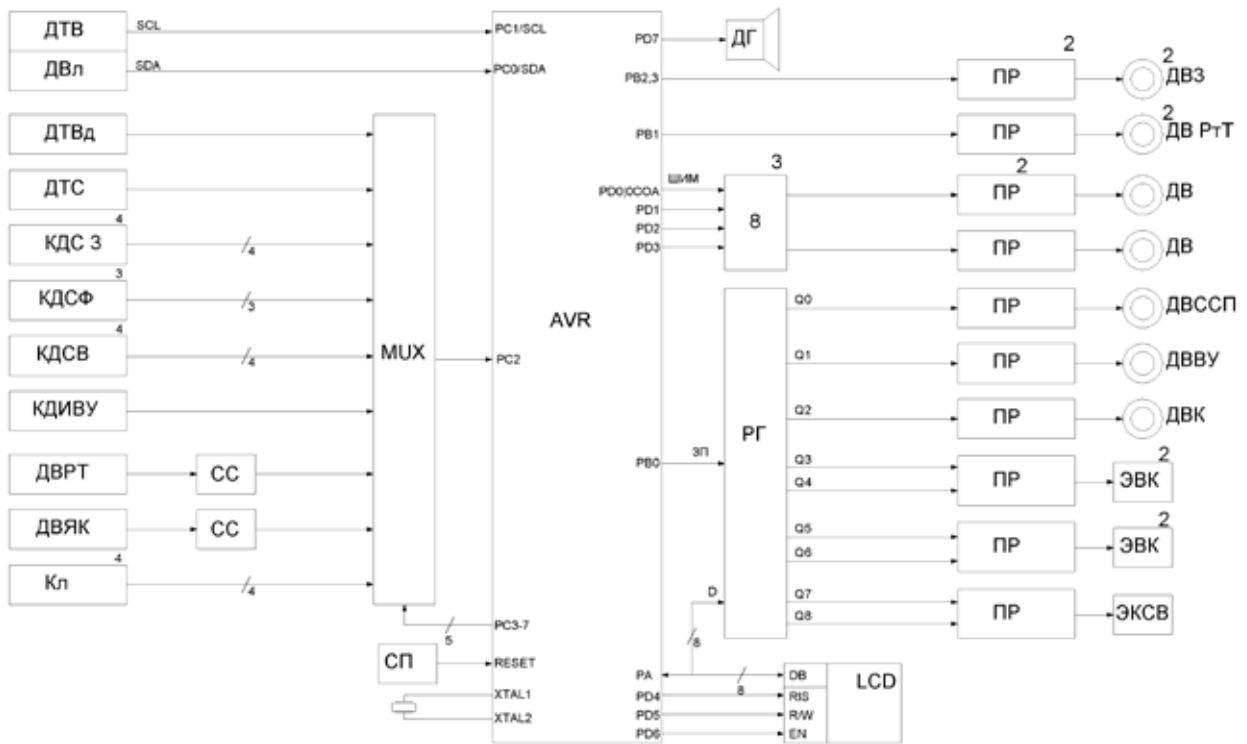


Рис. 5. Функциональная схема системы

- КДСФ — контактные датчики состояния фильтров;
- КДСВ — контактные датчики состояния вентиляторов увлажнителя и канала вентиляции;
- КДНУ — контактный датчик наличия воды в увлажнителе;
- ДВРТ — датчик вращения роторного теплообменника;

- СС — схема сопряжения;
- ДВДК — датчик вращения двигателя компрессора;
- Кл — клавиатура;
- СП — супервизор питания;
- AVR — центральный микроконтроллер;
- ДГ — электродинамический громкоговоритель;
- ПР — полупроводниковое реле;

- ДВЗ — двигатель заслонок;
- ДВРтТ — двигатель вращения ротора теплообменника;
- ДВ — двигатель вентилятора;
- ДВССП — двигатель системы сбора пыли;
- ДВВУ — двигатель вентилятора увлажнителя;
- ДВК — двигатель компрессора осушителя — охладителя;
- ЭВК — электромагнитный водяной клапан;
- ЭКСВ — электромагнитный клапан слива воды в осушителе-охладителе;
- РГ — регистр;
- LCD — жидкокристаллический дисплей;
- MUX — мультиплексор.

Схема работает следующим образом. Центральным звеном является микроконтроллер, который связан со всеми блоками системы, построенной по радиальному принципу. Все датчики имеют цифровой выход. Исходя из этого, в схему введен мультиплексор для подключения датчиков напрямую к портам микроконтроллера.

Литература:

1. Кузнецов, Р.И. Вентиляция в быту и на производстве — М.: Высшая школа, 1983. — 242 с.
2. Левшин, В.П. Основы безопасности жизнедеятельности — М.: Горячая линия — Телеком, 2003 г. — 234 с.

Управление мультиплексором осуществляется посредством генерации кодов, при этом датчики опрашиваются последовательно. Отдельно обслуживаются датчики температуры и влажности внутри помещения, объединенные с одну схему. Опрос данных датчиков ведется по интерфейсу I²C (общий выход).

Для звуковой индикации аварийного состояния на соответствующий порт контроллера программным способом формируется периодический сигнал частотой 10 кГц. Подключение потребителей энергии к сети происходит посредством полупроводниковых реле. Реле управляются напрямую микроконтроллером либо через регистр — защелку, который расширяет функцию ввода/вывода. Все потребители имеют два режима работы: включено/выключено. Исключения составляют двигатели вентиляторов, управляемых ШИМ-способом (используется таймер-счетчик микроконтроллера).

Кроме того, микроконтроллер обслуживает систему отображения информации, построенную на ЖК-дисплее. Для этого он формирует информационный канал и служебные сигналы напрямую.

Разрушение стальных труб при дефекте «раскатанный пригар с риской»

Шинкин Владимир Николаевич, доктор физико-математических наук, профессор
Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС» (г. Москва)

Предложен критерий упругопластического разрушения стальных труб большого диаметра при дефекте «раскатанный пригар с риской». Результаты исследования могут быть использованы при диагностике причин разрушения стальных труб большого диаметра магистральных газонефтепроводов.

Ключевые слова: стальные сварные трубы большого диаметра, критическое давление разрыва трубы, магистральный газонефтепровод, модель упругопластической сплошной среды.

Дефекты стальных труб газонефтепроводов. Современные магистральные трубопроводы состоят из огромного числа сваренных между собой стальных толстостенных труб большого диаметра. В трубопроводах присутствуют различные дефекты стенок стальных труб: расслоение металла, вмятины, коррозионные каверны, трещины, раскатные пригары, риски и т.д., которые существенно сокращают срок службы трубопроводных систем [1–5].

Для повышения безопасности и снижения металлоемкости магистральных трубопроводов применяют стальные толстостенные трубы большого диаметра с повышенной прочностью металла. В отечественных магистральных газонефтепроводов используются стальные толстостенные сварные трубы большого диаметра 1020 мм, 1220 мм и 1420 мм из сталей класса прочностей К38–К65 и Х42–Х80, с толщиной стенки до 52 мм, длиной до 18 м и рабочим давлением до 22,15 МПа, изготовленные с помощью технологии JCOE фирмы SMS Meer [6–39]. Трубы изготавливают из широких толстостенных стальных листов, которые перед формовкой труб правят на многороликовых листопрямильных машинах [40–51].

Особую опасность представляют случаи, когда имеют место одновременно два источника разрушения, вызывающие концентрацию напряжений в стенках стальных труб газонефтепроводов. В данной работе рассматривается двойной источник разрушения стальных толстостенных труб большого диаметра на примере совместного действия дефекта раскатанный пригар и дефекта риска.

Дефект раскатанный пригар изучался в работах [31, 32, 52, 53], дефект риска — в [31, 32, 54, 55], дефект неплавления сварного продольного шва — в [31, 32, 56–59], дефект образования гофра продольной кромки стального листа — в работах [31, 32, 6, 10, 25, 38], дефект точка перегиба при изгибе стального листа на трубоформовочном прессе — в [31, 32, 19, 29, 36]. При достижении критических размеров эти дефекты часто приводят к разрушению трубопроводов [1–4, 60].

Пример разрушения трубы межпромыслового газопровода с образованием сквозного дефекта. В декабре 2010 г. произошла разгерметизация стальной трубы большого диаметра межпромыслового газопровода «УППГ Муравленковского нефтегазового месторождения-Комсомольский ГП» (Тюменская область) с образованием сквозного дефекта (рис. 1). Рабочее давление в момент инцидента — 4,4 МПа (59% от проектного давления 7,5 МПа). Прочностные и геометрические характеристики трубы — класс прочности К60, диаметр 720 мм, толщина стенки 11 мм, длина 11,59 м, масса 2,251 т, внешнее трехслойное изоляционное покрытие. Стальной лист для трубы был изготовлен с помощью технологии контролируемой прокатки [31, 32].

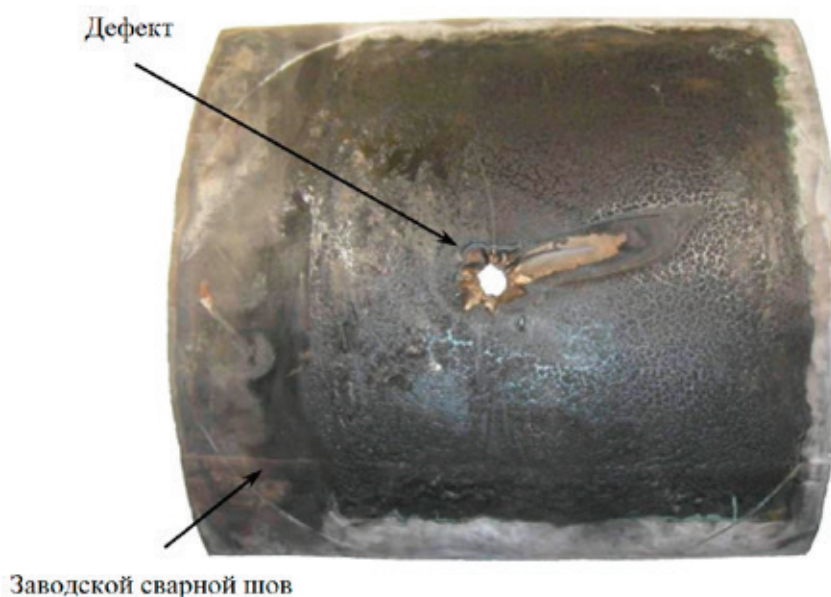


Рис. 1. Сквозной дефект разгерметизированной стальной трубы

Дефект раскатанный пригар с риской представляет собой локальное утонение стенки трубы размером 110x50 мм. При разгерметизации трубопровода произошло выпадение пригара с образованием сквозного отверстия размером 20x25 мм. Выпавший пригар обнаружен не был.

Результаты механических испытаний металла. Механические характеристики металла трубы приведены в таблице 1.

Таблица 1. Результаты механических испытаний образцов металла трубы

Место отбора образцов	Предел прочности σ_B , Н/мм ²	Предел текучести σ_T , Н/мм ²	Относительное удлинение d_5 , %	Ударная вязкость КСV при -20 °С, Дж/см ²	Ударная вязкость КСУ при -60 °С, Дж/см ²
Основной металл	686	617	20,0	163	196
	686	617	20,0	153	183
	684	614	21,8	152	188
	Среднее 685,3	Среднее 616	Среднее 21,3	Среднее 156	Среднее 189
ТУ 1381-012-05757848-2005	Не менее 590	Не менее 480	Не менее 20	Не менее 39,2	Не менее 49,0

Из таблицы 1 следует, что по результатам механических испытаний основной металл трубы (металл вне дефекта и сварных соединений) соответствует требованиям ТУ 1381-012-05757848-2005 для стали класса прочности К60.

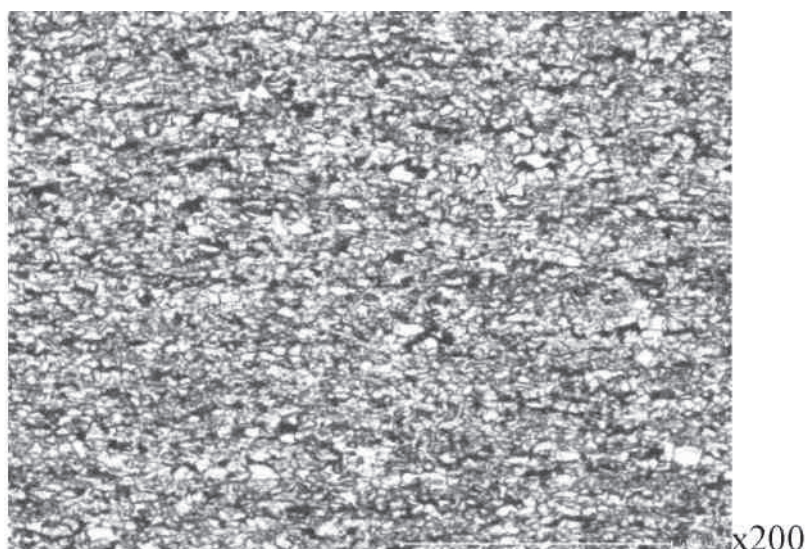


Рис. 2. Микроструктура основного металла трубы в 300 мм от места дефекта

Результаты металлографических исследований структуры металла. Результаты металлографических исследований металла стенки стальной трубы показаны на рис. 2–4. При определении микроструктуры металла выполнено травление шлифов четырехпроцентным раствором азотной кислоты в этиловом спирте. Первый образец металла вырезан на расстоянии 300 мм от места дефекта. Его структура была принята за исходную. Основной металл трубы по химическому составу и механическим свойствам соответствует требованиям ТУ 1381–012–05757848–2005 для стали класса прочности К60 (рис. 2).

Второй образец вырезан в месте дефекта раскатной пригар в плоскости, поперечной направлению проката листа. Полосчатость перлита по сечению образца неоднородна. На образце у поверхности, примыкающей к дефекту, наблюдается локальное искажение однонаправленности перлитной полосчатости (рис. 3). Данные искажения структуры показывают, что дефект был сформирован при горячей деформации в процессе прокатки листа. Отсутствие в структуре выраженного огибания дефектного участка по всей его протяженности, а так же форма дефектного участка показывают, что дефект не был вдавлен в лист, как инородное тело отличной от листа плотности и температуры, а являлся частью литой заготовки, то есть деформировался при прокатке вместе с листом как единое целое (рис. 1).

Третий образец металла вырезан в месте дефекта в плоскости, параллельной направлению проката листа. На третьем образце также наблюдается локальное искажение направленности перлитной полосчатости (рис. 4).

Микроструктура основного металла трубы на всех шлифах — феррито-перлитная с баллом зерна 9–10 по ГОСТ 5639–82. Полосчатость соответствует баллу № 2 ряда Б по ГОСТ 5640–68 (рис. 2–4).

В результате исследования трех темплетов, вырезанных из разгерметизированной трубы, установлено, что основным металлом трубы по химическому составу также соответствует требованиям ТУ 1381–012–05757848–2005 для стали класса прочности К60.

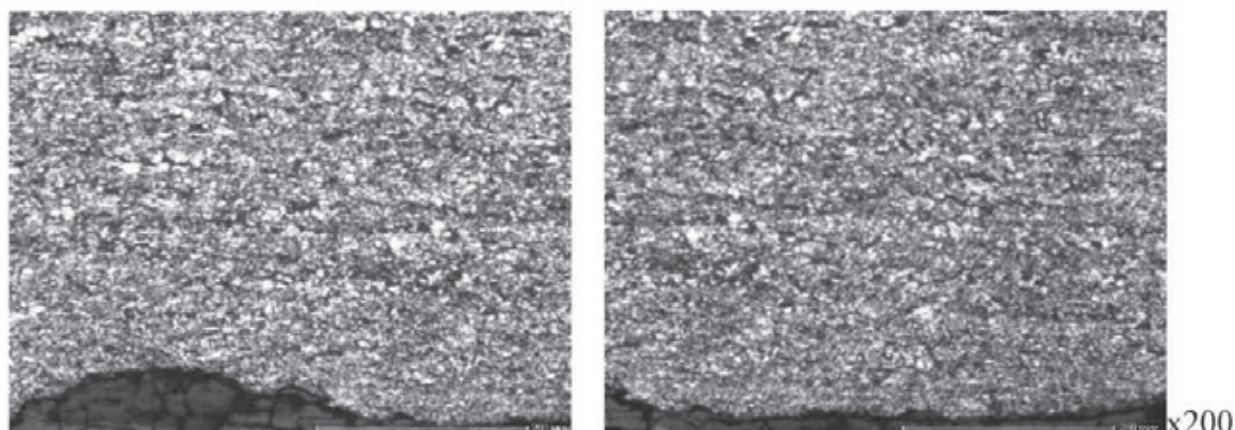


Рис. 3. Микроструктура металла в области раскатанного пригара

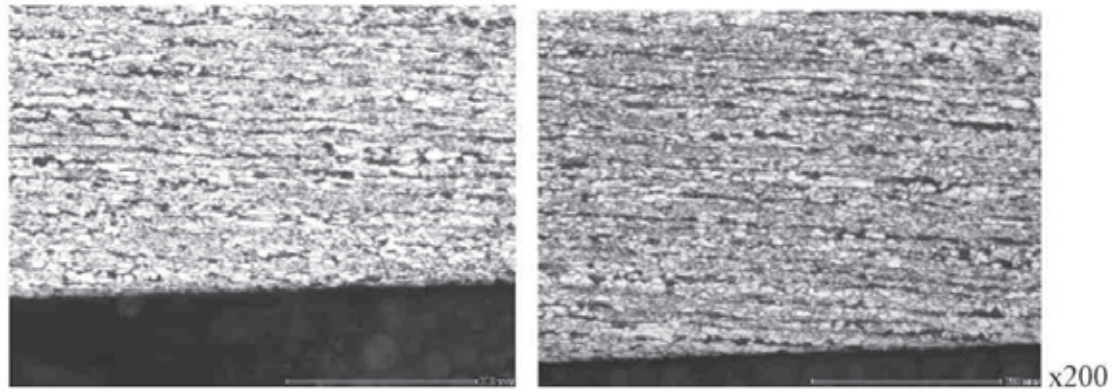


Рис. 4. Микроструктура металла в области риски

Причины образования дефекта. Размеры и вид сквозного отверстия разорванной трубы на ее внешней и внутренней поверхностях свидетельствуют в пользу того, что причиной дефекта раскатанный пригар с рисккой вероятно послужило падение шестигранной гайки типа М12 (ГОСТ 5915–70, ширина 19 мм, диагональ 21,94 мм, толщина 10 мм) или М14 (ГОСТ 5927–70, ширина 21 мм, диагональ 24,25 мм, толщина 11 мм) на поверхность раскаленного листа при прокатке. До момента вдавливания в горячий лист температура гайки была значительно ниже температуры листа. Валки при прокатке не сразу захватили гайку и от нее на поверхности листа образовалась риска с постепенно увеличивающимися глубиной и поперечным размером. Максимальный поперечный размер риски равен размеру гайки в момент ее вдавливания в лист. Вдавливание гайки в горячий лист было моментальным и привело к локальному повышению температуры металла внутри стенки листа до температуры, сравнимой с температурой плавления металла, и выбросу части полужидкого металла наружу. Это вызвало значительное увеличение размеров дефекта стенки листа в направлении его верхней поверхности. Так как температура «упругой» гайки была еще существенно ниже температуры раскаленного «пластического» листа, гайка легко вдавилась в лист практически на полную толщину листа. После вдавливания гайки в горячий лист, ее температура резко увеличилась и приблизилась к температуре листа. При прокатке гайки с листом как единого целого через несколько валков толщина гайки уменьшилась, а поперечные размеры гайки увеличились и приобрели овальные очертания.

Критерий упругопластического разрыва трубы при дефекте «раскатанный пригар с рисккой». *Раскатанный пригар* — дефект поверхности стального листа в виде темного пятна неправильной формы, образовавшийся от раската куска металла, приварившегося к слябу из-за нарушения технологии разливки или упавшего на поверхность листа при горячей прокатке [5]. При выгорании или выпадении раскатанного пригара на поверхности листа остаются углубления с разрывами по краям.

Риска (царапина) — дефект поверхности трубы в виде канавки без выступа кромок с закругленным или плоским дном, образовавшийся от царапания поверхности металла листа или трубы прокатной арматурой без изменения структуры и неметаллических включений [5].

Пусть p — внутреннее давление трубы; h и D — толщина стенки и внешний диаметр трубы ($h \ll D$), σ_b — предел прочности материала трубы; a , b и Δ — продольный и поперечный размеры раскатного пригара и глубина пригара в стенке трубы ($\Delta < h$); a_1 и Δ_1 — максимальные ширина и глубина риски от раскатного пригара ($\Delta_1 \leq \Delta$), ϕ_1 и ϕ_2 — углы наклона «продольных осей» пригара и риски, соответственно, к окружности поперечного сечения и образующей трубы (рис. 5).

Под действием внутреннего давления металл стенки трубы в зоне дефекта раскатанный пригар с рисккой испытывает сложное сопротивление: окружное растяжение, радиальное сжатие и концентрацию напряжений. По теории прочности внешняя стенка трубы разрушается, когда максимальные касательные напряжения достигают половины предела прочности σ_b . Разрушение стенки трубы при дефекте раскатанный пригар происходит при достижении в трубе критического давления (*критерий Шинкина разрушения трубы при дефекте раскатанный пригар с рисккой*):

$$p \geq p_{sh}^{критич} = \frac{\sigma_b}{\mu \left(\frac{D}{2h} \left(1 + \left(\frac{\Delta - \Delta_1}{h - \Delta_1} \right) \left(\sqrt{\frac{a}{b}} \cos \phi_2 + \sqrt{\frac{b}{a}} \sin \phi_2 \right) \right) \left(1 + 2 \sqrt{\frac{2\Delta_1}{a_1}} \cos \phi_1 \right) + 1 \right)},$$

где $\mu = \text{const} \geq 1$ — безразмерный коэффициент (определяется экспериментально); коэффициент $1 + \left(\frac{\Delta - \Delta_1}{h - \Delta_1} \right) \left(\sqrt{\frac{a}{b}} \cos \phi_2 + \sqrt{\frac{b}{a}} \sin \phi_2 \right)$ учитывает концентрацию напряжений в стенке трубы от раскатного пригара с учетом глубины риски, а коэффициент $1 + 2 \sqrt{\frac{2\Delta_1}{a_1}} \cos \phi_1$ — от ширины и глубины риски.

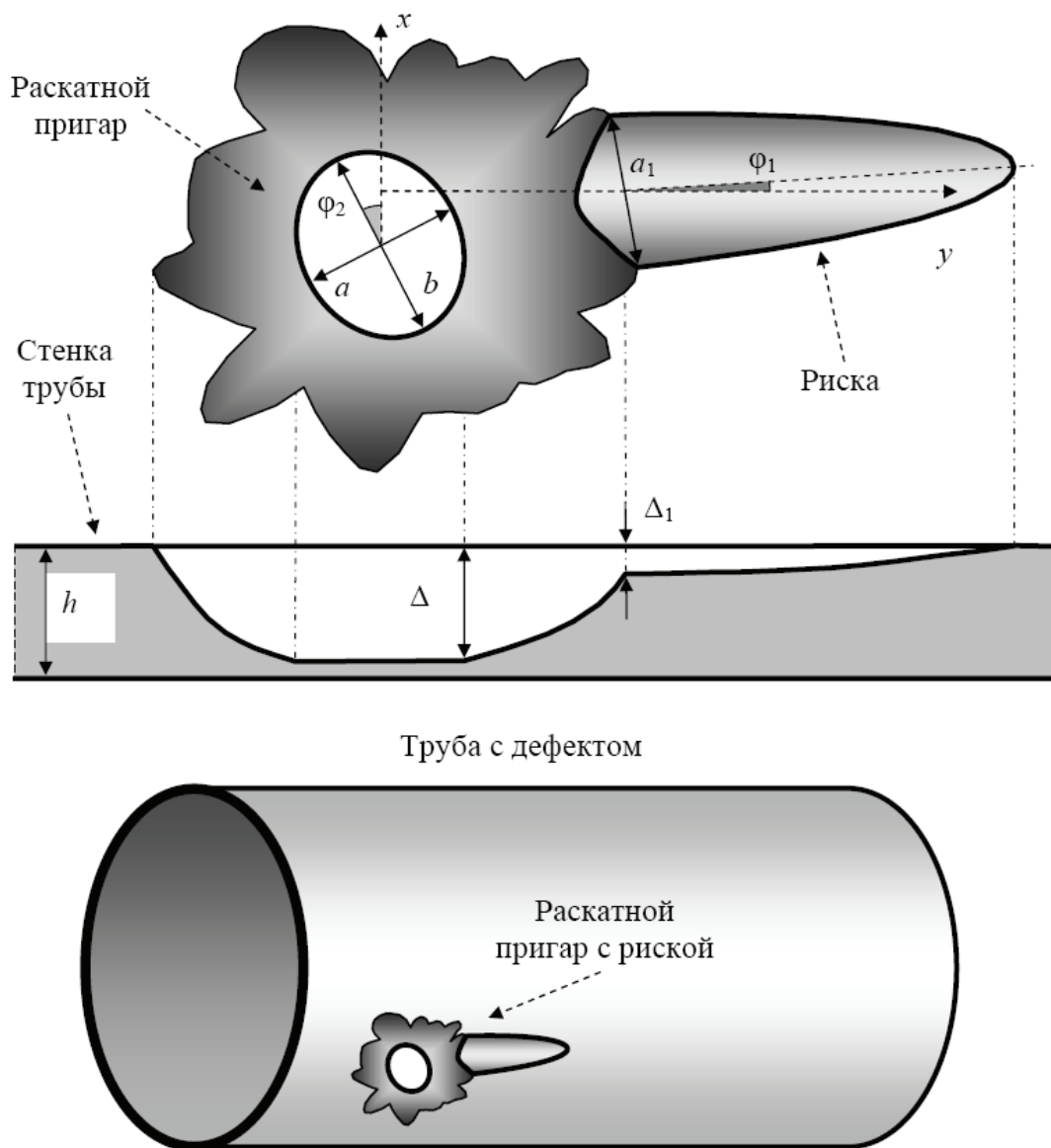


Рис. 5. Дефект раскатанный пригар на внешней поверхности трубы

Подставляя в вышеприведенный критерий параметры вышеуказанной разгерметизированной трубы, получаем при $\mu = 1$ значение $p_{sh}^{критич} = 4,547$ МПа, которое отличается от реального давления разрыва трубы 4,4 МПа всего на 3,34 %.

Пластическая деформация стенки трубы начинается при давлении

$$p \geq p_{sh}^{пластич} = \frac{\sigma_{\tau}}{\mu \left\{ \frac{D}{2h} \left[1 + \left(\frac{\Delta - \Delta_1}{h - \Delta_1} \right) \left(\sqrt{\frac{a}{b}} \cos \phi_2 + \sqrt{\frac{b}{a}} \sin \phi_2 \right) \right] \left(1 + 2 \sqrt{\frac{2\Delta_1}{a_1}} \cos \phi_1 \right) + 1 \right\}}$$

Результаты численных расчетов. Расчет критических давлений при $\mu = 1$, $D = 720$ мм, $h = 11$ мм, $\sigma_{\sigma} = 684$ МПа, $\sigma_{\tau} = 614$ МПа, $\Delta_1 = 3$ мм, $a = 20$ мм, $b = 25$ мм, $a_1 = 20$ мм, $\phi_1 = 10,4^\circ$, $\phi_2 = 34,3^\circ$ в зависимости от глубины раскатного пригара Δ ($h > \Delta \geq \Delta_1$) в стенке трубы приведен в таблице 2.

Таблица 2. Результаты расчета критических давлений труб

Δ, мм	3	4	5	6	7	8	9	10
$p_{sh}^{критич}$, МПа	9,915	8,484	7,414	6,584	5,921	5,379	4,928	4,547
$p_{sh}^{пластич}$, МПа	8,900	7,616	6,655	5,910	5,315	4,829	4,424	4,082

На рис. 6 показана зависимость критического напряжения $p_{sh}^{критич}$ от толщины стенки трубы h ($11 \text{ мм} \leq h \leq 40 \text{ мм}$) при $\mu = 1$, $\sigma_b = 684 \text{ МПа}$, $D = 720 \text{ мм}$, $\Delta = 10 \text{ мм}$, $\Delta_1 = 3 \text{ мм}$, $a = 20 \text{ мм}$, $b = 25 \text{ мм}$, $a_1 = 20 \text{ мм}$, $\varphi_1 = 10,4^\circ$, $\varphi_2 = 34,3^\circ$.

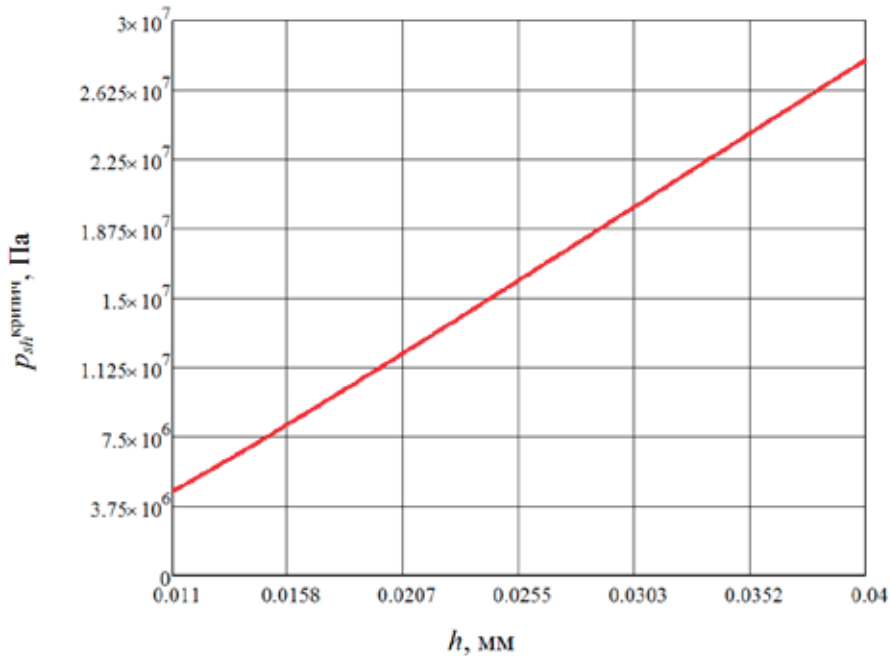


Рис. 6. Зависимость критического напряжения $p_{sh}^{критич}$ от толщины стенки трубы h

На рис. 7 показана зависимость критического напряжения $p_{sh}^{критич}$ от глубины раскатанного пригара Δ ($3 \text{ мм} \leq \Delta \leq 11 \text{ мм}$) при $\mu = 1$, $\sigma_b = 684 \text{ МПа}$, $D = 720 \text{ мм}$, $h = 11 \text{ мм}$, $\Delta_1 = 3 \text{ мм}$, $a = 20 \text{ мм}$, $b = 25 \text{ мм}$, $a_1 = 20 \text{ мм}$, $\varphi_1 = 10,4^\circ$, $\varphi_2 = 34,3^\circ$.

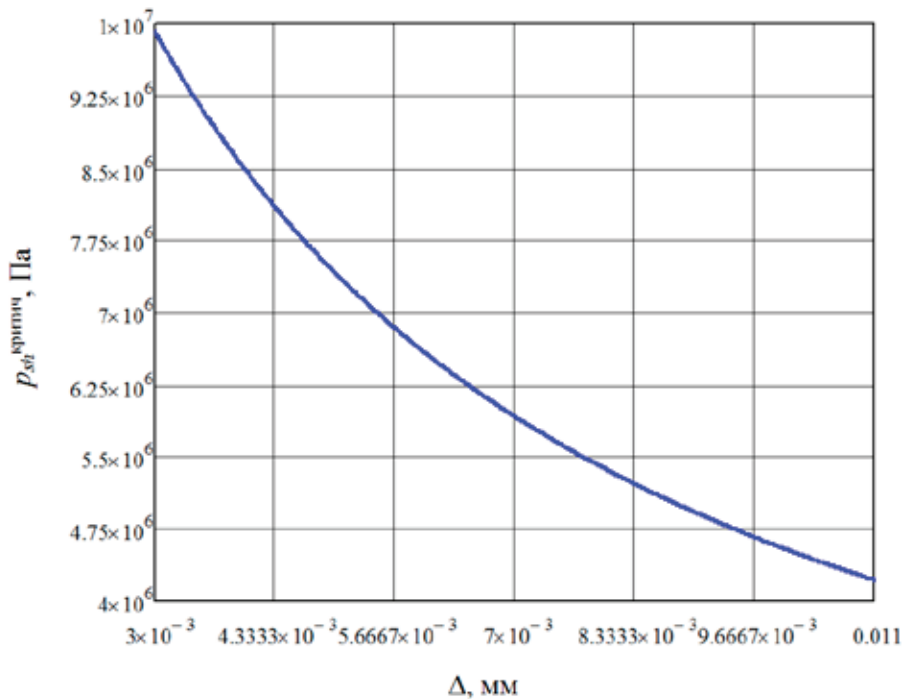


Рис. 7. Зависимость критического напряжения $p_{sh}^{критич}$ от глубины раскатанного пригара Δ

На рис. 8 показана зависимость критического напряжения $p_{sh}^{критич}$ от глубины риски Δ_1 ($3 \text{ мм} \leq \Delta_1 \leq 10 \text{ мм}$) при $\mu = 1$, $\sigma_b = 684 \text{ МПа}$, $D = 720 \text{ мм}$, $h = 11 \text{ мм}$, $\Delta = 10 \text{ мм}$, $a = 20 \text{ мм}$, $b = 25 \text{ мм}$, $a_1 = 20 \text{ мм}$, $\varphi_1 = 10,4^\circ$, $\varphi_2 = 34,3^\circ$.

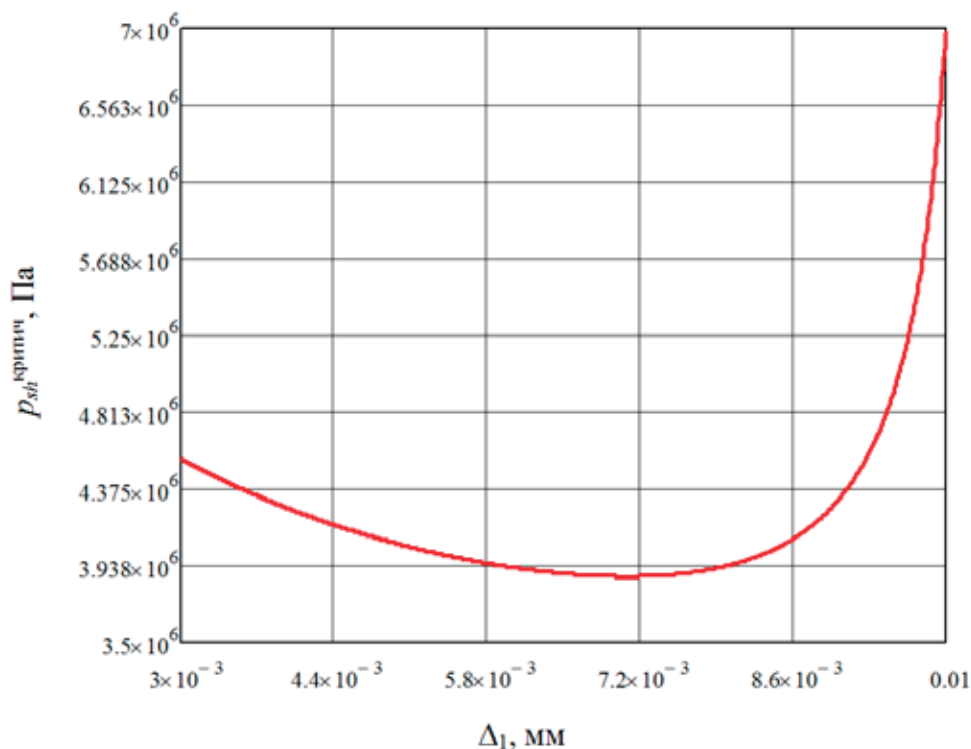


Рис. 8. Зависимость критического напряжения $p_{sh}^{critical}$ от глубины риски D_1

На рис. 9 показана зависимость критического напряжения $p_{sh}^{critical}$ от отношения a/b ($0 \leq a/b \leq 1$) при $\mu = 1$, $\sigma_b = 684$ МПа, $D = 720$ мм, $h = 11$ мм, $\Delta = 10$ мм, $\Delta_1 = 3$ мм, $a_1 = 20$ мм, $\varphi_1 = 10,4^\circ$, $\varphi_2 = 34,3^\circ$.

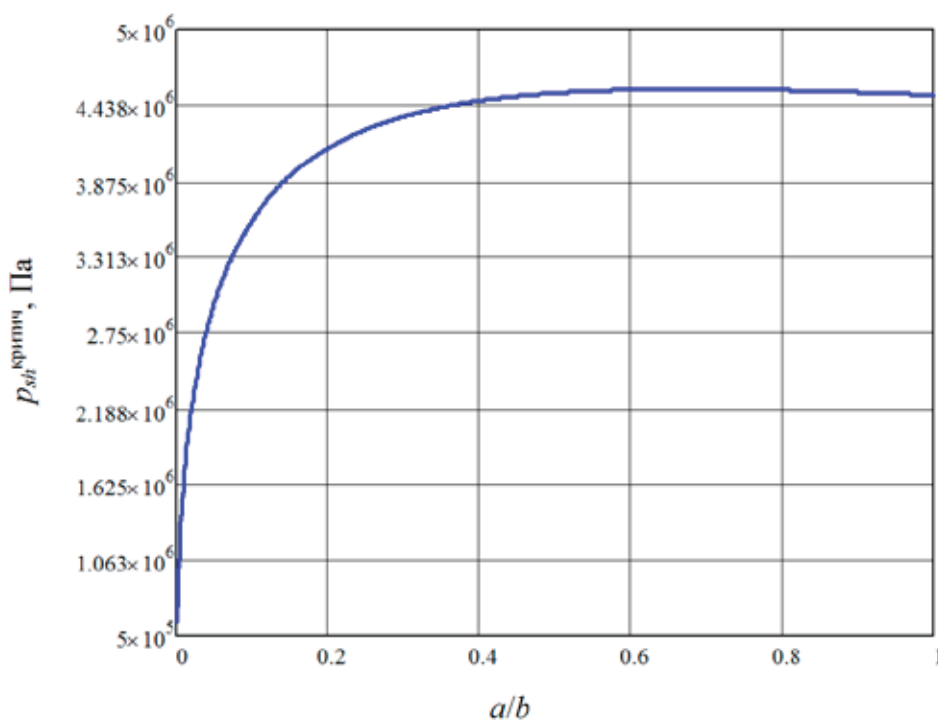


Рис. 9. Зависимость критического напряжения $p_{sh}^{critical}$ от отношения a/b

На рис. 10 показана зависимость критического напряжения $p_{sh}^{critical}$ от ширины риски a_1 ($0 \text{ мм} \leq a_1 \leq 25 \text{ мм}$) при $\mu = 1$, $\sigma_b = 684$ МПа, $D = 720$ мм, $h = 11$ мм, $\Delta = 10$ мм, $\Delta_1 = 3$ мм, $a = 20$ мм, $b = 25$ мм, $\varphi_1 = 10,4^\circ$, $\varphi_2 = 34,3^\circ$.

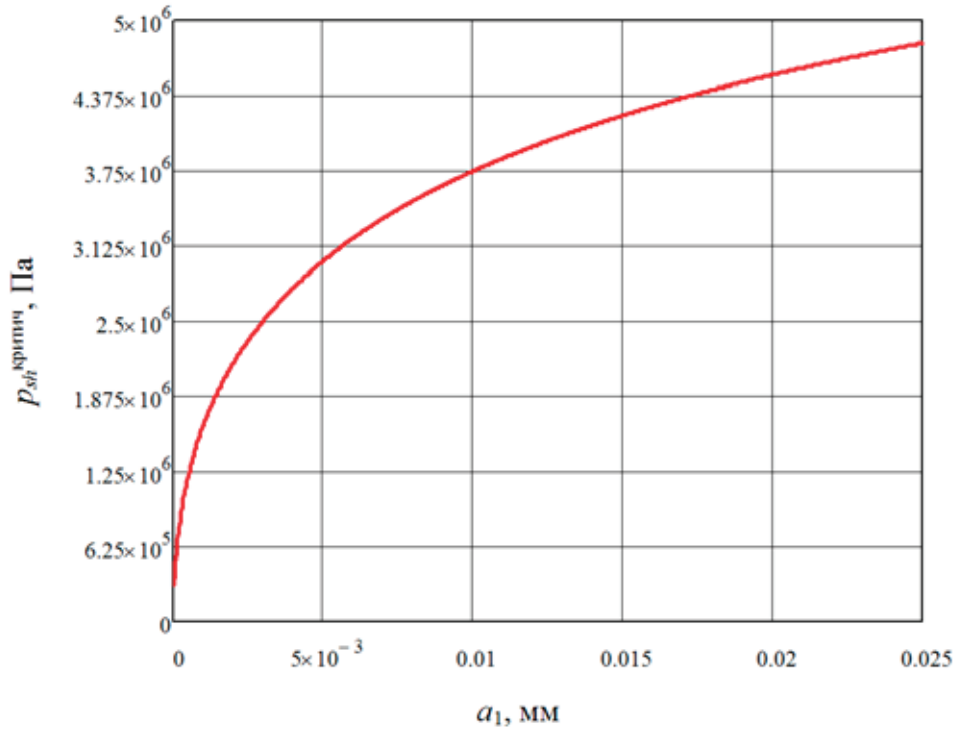


Рис. 10. Зависимость критического напряжения $p_{sh}^{critical}$ от ширины риски a_1

На рис. 11 показана зависимость критического напряжения $p_{sh}^{critical}$ от угла раскатанного пригара φ_2 ($0 \leq \varphi_2 \leq \pi/2$) при $\mu = 1$, $\sigma_b = 684$ МПа, $D = 720$ мм, $h = 11$ мм, $\Delta = 10$ мм, $\Delta_1 = 3$ мм, $a = 20$ мм, $b = 25$ мм, $a_1 = 20$ мм, $\varphi_1 = 10,4^\circ$.

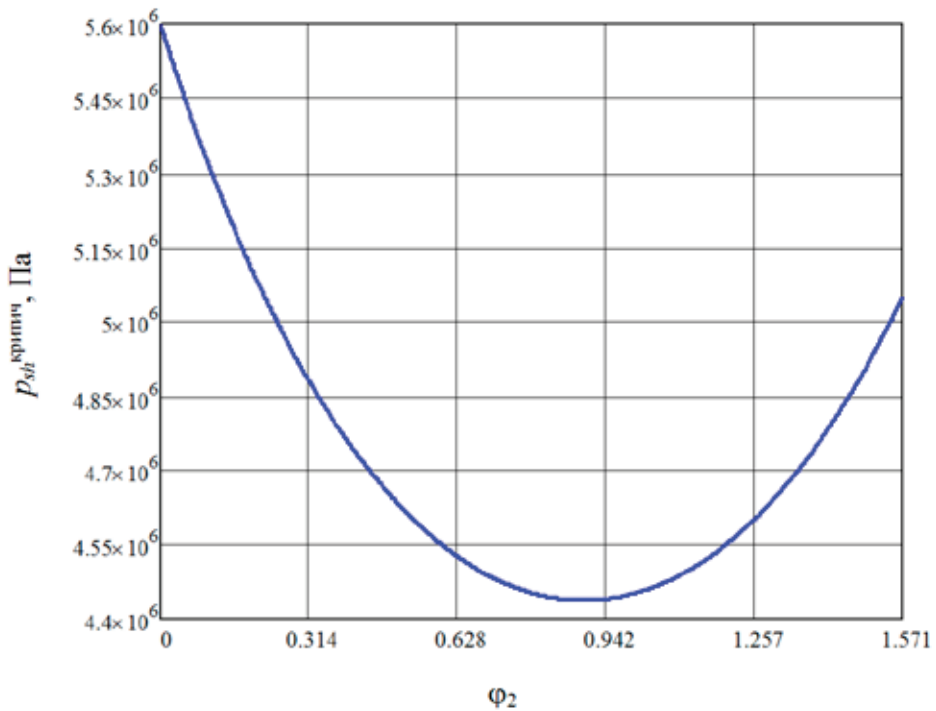


Рис. 11. Зависимость критического напряжения $p_{sh}^{critical}$ от угла раскатанного пригара φ_2

На рис. 12 показана зависимость критического напряжения $p_{sh}^{critical}$ от угла риски φ_1 ($0 \leq \varphi_1 \leq \pi/2$) при $\mu = 1$, $\sigma_b = 684$ МПа, $D = 720$ мм, $h = 11$ мм, $\Delta = 10$ мм, $\Delta_1 = 3$ мм, $a = 20$ мм, $b = 25$ мм, $a_1 = 20$ мм, $\varphi_2 = 34,3^\circ$.

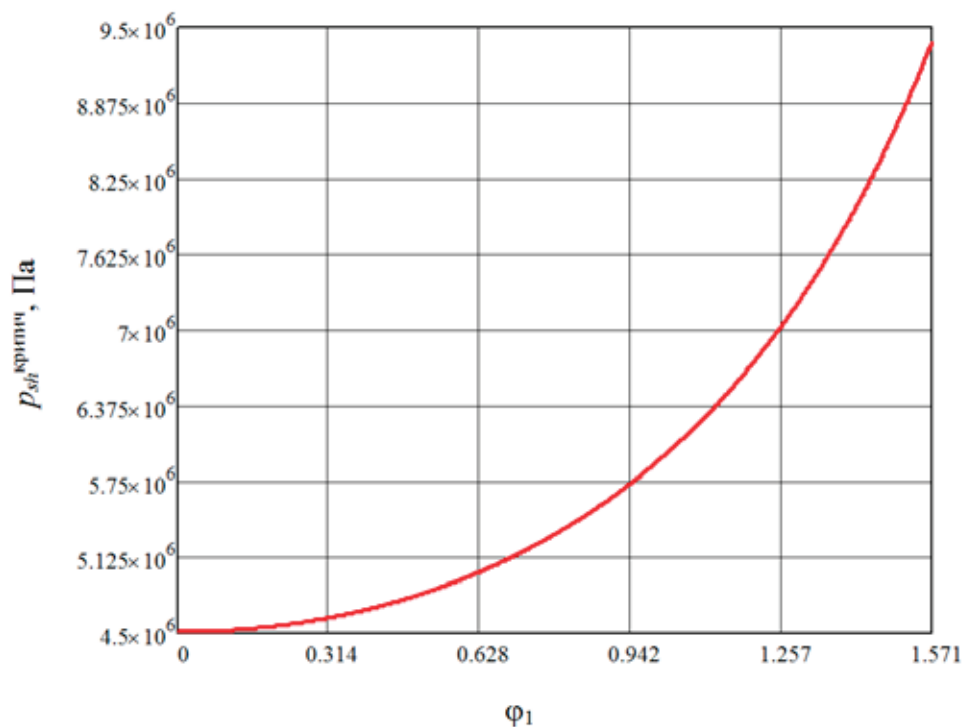


Рис. 12. Зависимость критического напряжения $p_{sh}^{критич}$ от угла риски j_1

На рис. 13 показана зависимость критического напряжения $p_{sh}^{критич}$ от глубины Δ ($3 \text{ мм} \leq \Delta \leq 10 \text{ мм}$) и угла φ_2 ($0 \leq \varphi_2 \leq \pi/2$) раскатанного пригара при $\mu = 1$, $\sigma_b = 684 \text{ МПа}$, $D = 720 \text{ мм}$, $h = 11 \text{ мм}$, $\Delta_1 = 3 \text{ мм}$, $a = 20 \text{ мм}$, $b = 25 \text{ мм}$, $a_1 = 20 \text{ мм}$, $\varphi_1 = 10,4^\circ$.

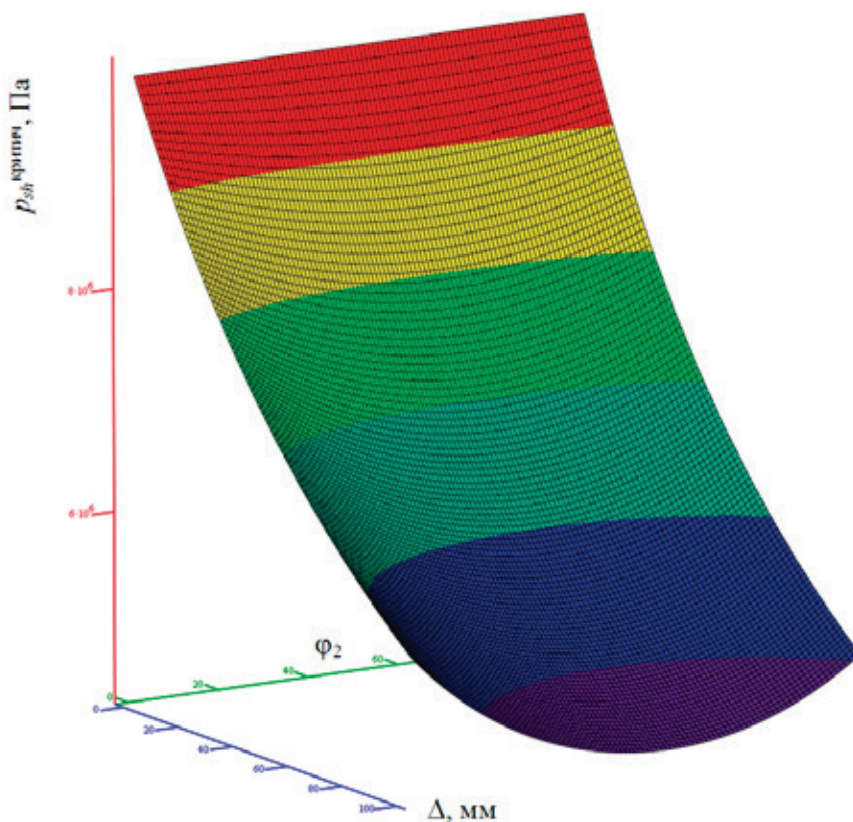


Рис. 13. Зависимость критического напряжения $p_{sh}^{критич}$ от глубины Δ и угла φ_2 раскатанного пригара

На рис. 14 показана зависимость критического напряжения $p_{sh}^{критич}$ от глубины риски Δ_1 ($0 \text{ мм} \leq \Delta_1 \leq 10 \text{ мм}$) и угла φ_2 ($0 \leq \varphi_2 \leq \pi/2$) раскатанного пригара при $\mu = 1$, $\sigma_b = 684 \text{ МПа}$, $D = 720 \text{ мм}$, $h = 11 \text{ мм}$, $\Delta = 10 \text{ мм}$, $a = 20 \text{ мм}$, $b = 25 \text{ мм}$, $a_1 = 20 \text{ мм}$, $\varphi_1 = 10,4^\circ$.

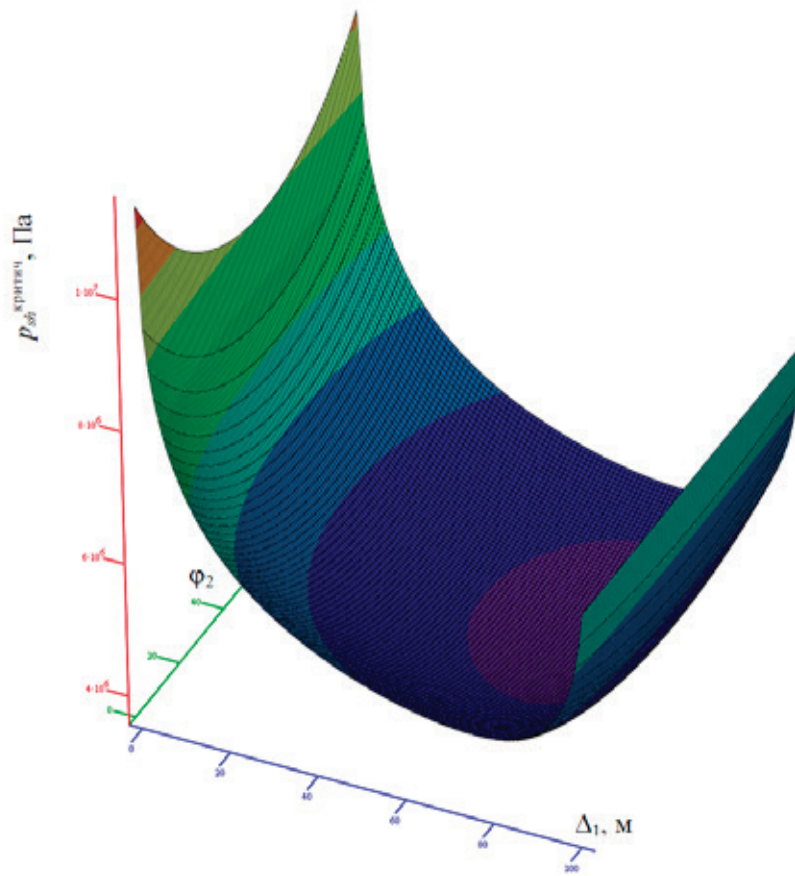


Рис. 14. Зависимость критического напряжения $p_{sh}^{критич}$ от глубины риски D_1 и угла φ_2 раскатанного пригара

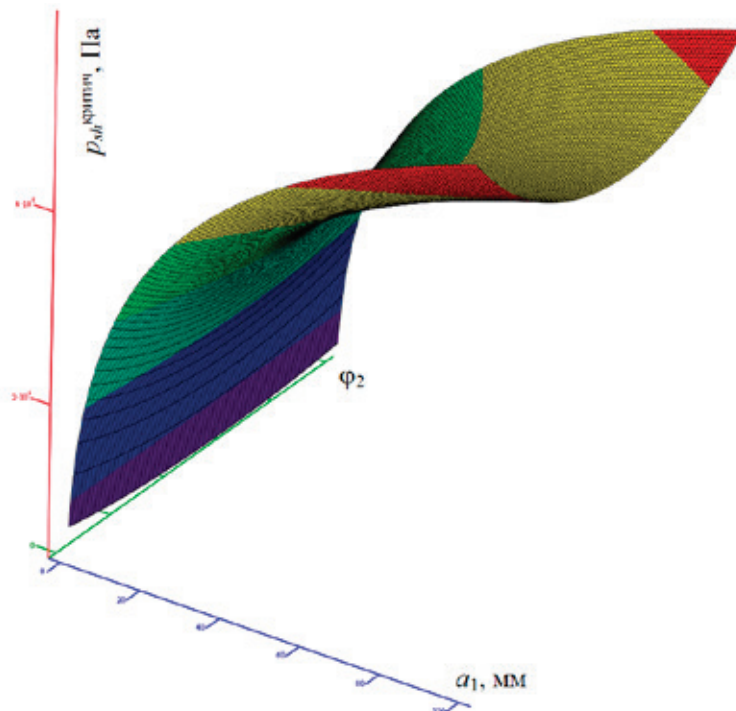


Рис. 15. Зависимость критического напряжения $p_{sh}^{критич}$ от ширины риски a_1 и угла φ_2 раскатанного пригара

На рис. 15 показана зависимость критического напряжения $p_{sh}^{критич}$ от ширины риски a_1 ($0 \text{ мм} \leq a_1 \leq 25 \text{ мм}$) и угла φ_2 ($0 \leq \varphi_2 \leq \pi/2$) раскатанного пригара при $\mu = 1$, $\sigma_b = 684 \text{ МПа}$, $D = 720 \text{ мм}$, $h = 11 \text{ мм}$, $\Delta = 10 \text{ мм}$, $\Delta_1 = 3 \text{ мм}$, $a = 20 \text{ мм}$, $b = 25 \text{ мм}$, $\varphi_1 = 10,4^\circ$.

Литература:

1. Мазур, И. И., Иванцов О. М. Безопасность трубопроводных систем. — М: ИЦ «ЕЛИМА», 2004. — 1104 с.
2. Коршак, А. А., Нечваль А. М. Проектирование и эксплуатация газонефтепроводов. — СПб.: Недра, 2008. — 488 с.
3. Демченко, В. Г., Демченко Г. В. Магистральные трубопроводы. Надежность. Условия работы и разрушений. — М.: Недра, 2007. — 304 с.
4. Тетельмин, В. В., Язев В. А. Магистральные нефтегазопроводы. — Долгопрудный: Изд. Дом «Интеллект», 2010. — 352 с.
5. ГОСТ 21014–88. Прокат черных металлов. Термины и определения дефектов поверхности. — М.: ГК СССР по стандартам, 1988. — 62 с.
6. Шинкин, В. Н. Гофр продольной кромки листа при его формовке на кромкогибочном прессе // Машиностроение и безопасность жизнедеятельности. 2009. Вып. 6. с. 171–174.
7. Шинкин, В. Н., Уандыкова С. К. Гибка стальной листовой заготовки на кромкогибочном прессе при производстве труб большого диаметра // Известия Кыргызского государственного технического университета им. И. Раззакова. 2009. № 16. с. 110–112.
8. Шинкин, В. Н., Коликов А. П. Моделирование процесса формовки заготовки для труб большого диаметра // Сталь. 2011. № 1. с. 54–58.
9. Шинкин, В. Н., Коликов А. П. Моделирование процесса пластического формоизменения листовой заготовки для производства труб большого диаметра // Обработка металлов давлением, 2011. № 3 (28). с. 7–11.
10. Шинкин, В. Н., Коликов А. П. Формовка листовой заготовки в кромкогибочном прессе и условие возникновения гофра при производстве труб магистральных трубопроводов // Производство проката. 2011. № 4. с. 14–22.
11. Шинкин, В. Н. Математическое моделирование процессов производства труб большого диаметра для магистральных трубопроводов // Вестник Саратовского государственного технического университета. 2011. № 4 (62). Вып. 4. с. 69–74.
12. Шинкин, В. Н., Коликов А. П. Упругопластическое формоизменение металла на кромкогибочном прессе при формовке труб большого диаметра // Сталь. 2011. № 6. с. 53–56.
13. Шинкин, В. Н., Коликов А. П. Модель пластического формоизменения кромок листовой заготовки при производстве труб большого диаметра для магистральных трубопроводов // Известия вузов. Черная металлургия. 2011. № 9. с. 45–49.
14. Шинкин, В. Н., Коликов А. П. Моделирование процессов экспандирования и гидроиспытания труб большого диаметра для магистральных трубопроводов // Производство проката. 2011. № 10. с. 12–19.
15. Шинкин, В. Н., Коликов А. П., Барыков А. М. Технологические расчеты процессов производства труб большого диаметра по технологии SMS Meer // Металлург. 2011. № 11. с. 77–81.
16. Shinkin, V. N., Kolikov A. P. Simulation of the shaping of blanks for large-diameter pipe // Steel in Translation. 2011. Vol. 41. No. 1. P. 61–66.
17. Shinkin, V. N., Kolikov A. P. Elastoplastic shaping of metal in an edge-ending press in the manufacture of large-diameter pipe // Steel in Translation. 2011. Vol. 41. No. 6. P. 528–531.
18. Шинкин, В. Н., Коликов А. П., Мокроусов В. И. Расчет максимальных напряжений в стенке трубы при экспандировании с учетом остаточных напряжений заготовки после трубоформовочного пресса SMS Meer // Производство проката. 2012. № 7. с. 25–29.
19. Шинкин, В. Н. Критерий перегиба в обратную сторону свободной части листовой заготовки на трубоформовочном прессе SMS Meer при производстве труб большого диаметра // Производство проката. 2012. № 9. с. 21–26.
20. Shinkin, V. N., Kolikov A. P. Engineering calculations for processes involved in the production of large-diameter pipes by the SMS Meer technology // Metallurgist. 2012. Vol. 55. Nos. 11–12. P. 833–840.
21. Шинкин, В. Н., Барыков А. М. Расчет формы трубной заготовки при гибке на кромкогибочном и трубоформовочном прессах фирмы SMS Meer при производстве труб большого диаметра по схеме JCOE // Производство проката. 2014. № 12. с. 13–20.
22. Шинкин, В. Н., Барыков А. М. Гибка стального листа на трубоформовочном прессе при производстве труб большого диаметра // Сталь. 2015. № 4. с. 38–42.

23. Шинкин, В. Н. Производство труб большого диаметра по схеме JCOE фирмы SMS Meer для магистральных трубопроводов // Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук. 2015. № 3—1. с. 64—67.
24. Шинкин, В. Н. Расчет технологических параметров кромкогибочного пресса фирмы SMS Meer // Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук. 2015. № 4—1. с. 114—119.
25. Шинкин, В. Н. Математический критерий возникновения гофра при формовке стальной листовой заготовки на кромкогибочном прессе SMS Meer // Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук. 2015. № 5—1. с. 96—99.
26. Шинкин, В. Н. Расчет усилий трубоформовочного пресса SMS Meer при изгибе плоской толстой стальной заготовки при производстве труб большого диаметра // Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук. 2015. № 6—1. с. 115—118.
27. Шинкин, В. Н. Оценка усилий трубоформовочного пресса SMS Meer при изгибе стальной цилиндрической заготовки // Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук. 2015. № 7—1. с. 74—78.
28. Шинкин, В. Н., Барыков А. М. Сила давления пуансона трубоформовочного пресса SMS Meer при изгибе частично изогнутой толстой стальной заготовки // Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук. 2015. № 8—1. с. 78—83.
29. Шинкин, В. Н., Барыков А. М. Математический критерий перегиба стальной заготовки на трубоформовочном прессе SMS Meer // Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук. 2015. № 9—1. с. 73—77.
30. Шинкин, В. Н. Влияние остаточных напряжений на прочность металла при экспандировании стальной заготовки // Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук. 2015. № 10—1.
31. Шинкин, В. Н. Сопротивление материалов для металлургов. — М: Изд. Дом МИСиС, 2013. — 655 с.
32. Шинкин, В. Н. Механика сплошных сред для металлургов. — М: Изд. Дом МИСиС, 2014. — 628 с.
33. Шинкин, В. Н. Сопротивление материалов. Простые и сложные виды деформаций в металлургии. — М: Изд. Дом МИСиС, 2008. — 307 с.
34. Шинкин, В. Н. Теоретическая механика для металлургов. — М: Изд. Дом МИСиС, 2012. — 679 с.
35. Буланов, Э. А., Шинкин В. Н. Механика. Вводный курс. — М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2013. — 172 с.
36. Шинкин, В. Н. Дефект перегиба стальной заготовки на трубоформовочном прессе // Молодой ученый. 2015. № 17 (97). с. 318—323.
37. Шинкин, В. Н. Подгибка кромок стального листа по эвольвенте // Молодой ученый. 2015. № 18 (98). с. 231—237.
38. Шинкин, В. Н. Критерий образования гофра при формовке стального листа на кромкогибочном прессе SMS Meer // Молодой ученый. 2015. № 19 (99). с. 238—243.
39. Шинкин, В. Н. Остаточные напряжения при экспандировании стальной трубы // Молодой ученый. 2015. № 20 (100). с. 88—93.
40. Шинкин, В. Н., Федотов О. В. Расчет технологических параметров правки стальной горячекатаной рулонной полосы на пятироlikовой машине линии поперечной резки фирмы Fagor Arrasate // Производство проката. 2013. № 9. с. 43—48.
41. Шинкин, В. Н., Барыков А. М. Расчет технологических параметров холодной правки стального листа на девятироlikовой машине SMS Siemag металлургического комплекса стан 5000 // Производство проката. 2014. № 5. с. 7—15.
42. Шинкин, В. Н. Расчет технологических параметров правки стального листа на одиннадцатироlikовой листопрямительной машине линии поперечной резки фирмы Fagor Arrasate // Производство проката. 2014. № 8. с. 26—34.
43. Шинкин, В. Н., Борисевич В. Г., Федотов О. В. Холодная правка стального листа в четырехроlikовой листопрямительной машине // В сборнике: Глобализация науки: проблемы и перспективы. Том 2. — Уфа: Башкирский государственный университет, 2014. — с. 119—121.
44. Шинкин, В. Н. Математическая модель правки тонкого стального листа на пятнадцатироlikовой листопрямительной машине линии поперечной резки фирмы Fagor Arrasate // Производство проката. 2015. № 1. с. 42—48.
45. Шинкин, В. Н. Математическая модель правки стальной полосы на пятироlikовой листопрямительной машине фирмы Fagor Arrasate // Молодой ученый. 2015. № 8 (88). с. 344—349.
46. Шинкин, В. Н. Правка толстой стальной полосы на одиннадцатироlikовой листопрямительной машине линии поперечной резки фирмы Fagor Arrasate // Молодой ученый. 2015. № 9 (89). с. 359—365.
47. Шинкин, В. Н. Расчет технологических параметров правки тонкой стальной полосы на пятнадцатироlikовой листопрямительной машине фирмы Fagor Arrasate // Молодой ученый. 2015. № 10 (90). с. 361—366.
48. Шинкин, В. Н. Холодная правка толстого стального листа на девятироlikовой машине фирмы SMS Siemag на металлургическом комплексе стан 5000 // Молодой ученый. 2015. № 11 (91). с. 467—472.
49. Шинкин, В. Н. Четырехроlikовый режим холодной правки толстого стального листа на пятироlikовой листопрямительной машине фирмы Fagor Arrasate // Молодой ученый. 2015. № 12 (92). с. 356—361.

50. Шинкин, В. Н. Упругопластическая деформация металлического листа на трехвалковых вальцах // Молодой ученый. 2015. № 13 (93). с. 225–229.
51. Шинкин, В. Н. Шестироликовый режим предварительной правки стальной полосы на листопрямильной машине фирмы Fagor Agrasate // Молодой ученый. 2015. № 14 (94). с. 205–211.
52. Шинкин, В. Н. Критерий разрыва трубы при внутреннем давлении и дефекте раскатной пригар на поверхности трубы // Высокие технологии, исследования, промышленность. — СПб.: Изд-во Политехн. Ун-та, 2011. Т. 3. Часть 2. с. 289–290.
53. Шинкин, В. Н. Критерий разрушения труб при дефекте раскатной пригар // Молодой ученый. 2015. № 16 (96). с. 261–265.
54. Мокроусов, В. И. К вопросу о разрушении стальных труб большого диаметра при дефекте риска на внешней поверхности трубы // Молодой ученый. 2015. № 18 (98). с. 168–172.
55. Мокроусов, В. И. Влияние на прочность стальных толстостенных труб дефекта риска на внутренней поверхности // Молодой ученый. 2015. № 19 (99). с. 148–153.
56. Шинкин, В. Н., Барыков А. М., Коликов А. П., Мокроусов В. И. Критерий разрушения труб большого диаметра при несплавлении сварного соединения и внутреннем давлении // Производство проката. 2012. № 2. с. 14–16.
57. Шинкин, В. Н. Определение критических давлений магистральных газонефтепроводов при частичном несплавлении продольного сварного шва стальных толстостенных труб // Молодой ученый. 2015. № 15 (95). с. 222–227.
58. Шинкин, В. Н. Оценка критических давлений при разрушении стальных труб магистральных газонефтепроводов при несплавлении сварного соединения // Современная наука: актуальные проблемы теории и практики. Серия: Естественные и технические науки. 2015. № 5–6. с. 7–11.
59. Мокроусов, В. И. Прочность стальных труб при дефекте внешней фаски продольного сварного шва // Молодой ученый. 2015. № 20 (100). с. 44–49.
60. Ланчаков, Г. А., Зорин Е. Е., Пашков Ю. И., Степаненко А. И. Работоспособность трубопроводов. Часть 2. Сопротивляемость разрушению. — М.: Недра, 2001. — 350 с.

Ориентированный подход при осуществлении производственного контроля за соблюдением требований промышленной безопасности на объектах газораспределения и газопотребления

Шувакин Александр Евгеньевич, начальник отдельного подразделения;
Сигаилов Михаил Владимирович, ведущий инженер отдельного подразделения
ООО «НОЦ ЭТ ТД» (г. Москва)

В целях снижения уровня аварийности на объектах газораспределения и газопотребления предложено использовать ориентированный подход при осуществлении производственного контроля за соблюдением требований промышленной безопасности с применением методов оценки фактического технического состояния объектов до достижения установленных сроков и анализом возможных рисков.

Ключевые слова: газораспределение, газопотребление, аварийность, причины, производственный контроль, ориентированный подход.

Эксплуатация опасных производственных объектов (ОПО) газораспределения и газопотребления связана с высоким риском возникновения аварий, что обусловлено взрыво- и пожароопасными свойствами транспортируемого по ним газа. Анализ показывает, что за последние 5 лет аварийность ОПО газораспределения и газопотребления составляет в среднем 1/5 часть всех зарегистрированных аварий в стране.

Сведения о распределении аварий по видам на объектах газораспределения и газопотребления получены по результатам статистической обработки данных надзорной деятельности [1–5] и представлены в таблице 1.

Так, за последние 5 лет на указанных ОПО произошло 195 аварий, вклад каждого вида аварий в которые наглядно представлен на рис. 1.

Основными причинами возникновения аварий на ОПО газораспределения и газопотребления являются [6, 7]: воздействия внешних факторов, влияющих на безопасность технологических процессов; техническое состояние ОПО; несвоевременное (некачественное) техническое обслуживание; неисправность (отсутствие) средств обеспечения безопасности; низкая квалификация работников; недостаточная проработка планов производства работ; низкая производственная

Таблица 1. Распределение аварий по видам на объектах газораспределения и газопотребления

Виды аварий	Количество аварий				
	2010 г.	2011 г.	2012 г.	2013 г.	2014 г.
Механические повреждения подземных газопроводов	16	13	16	20	9
Механические повреждения газопроводов автотранспортом	8	4	6	6	–
Повреждения в результате природных явлений	8	3	6	1	–
Коррозионные повреждения наружных газопроводов	1	1	2	–	2
Разрушение (разрывы) сварных стыков	1	1	2	3	–
Утечка газа в ГРП (ШРП) с последующим возгоранием	3	–	4	4	2
Взрывы при розжиге газоиспользующих установок и неисправность оборудования котла	4	4	5	3	3
Неисправность оборудования СУГ	5	7	1	1	3
Иные	5	3	5	2	2
Итого	51	36	47	40	21



Рис. 1. Распределение долей видов аварий в общем количестве аварий, произошедших на ОПО газораспределения и газопотребления за период 2010–2014 гг.

и технологическая дисциплина; невыполнение предписаний; халатность.

Анализ причин возникновения аварий указывает на низкий уровень организации производственного контроля за соблюдением требований промышленной безопасности (далее — производственный контроль, ПК) при эксплуатации ОПО. Ответственность за организацию и осуществление производственного контроля несут руководитель

эксплуатирующей организации и лица, на которых возложены такие обязанности в соответствии с законодательством Российской Федерации [8].

Главными задачами производственного контроля являются [8]:

- обеспечение соблюдения требований промышленной безопасности в эксплуатирующей организации;

- анализ состояния промышленной безопасности в эксплуатирующей организации, в том числе путем организации проведения соответствующих экспертиз;
- разработка мер, направленных на улучшение состояния промышленной безопасности и предотвращение ущерба окружающей среде;
- контроль за соблюдением требований промышленной безопасности, установленных федеральными законами и иными нормативными правовыми актами;
- координация работ, направленных на предупреждение аварий на опасных производственных объектах и обеспечение готовности к локализации аварий и ликвидации их последствий;
- контроль за своевременным проведением необходимых испытаний и технических освидетельствований технических устройств, применяемых на опасных производственных объектах, ремонтом и поверкой контрольных средств измерений;
- контроль за соблюдением технологической дисциплины.

Таким образом, одним из условий обеспечения безаварийного функционирования опасных производственных объектов является эффективность организации производственного контроля за соблюдением требований промышленной безопасности. При этом объективный анализ причин возникновения аварий на опасных производственных объектах, несомненно, обязан определять ориентированный подход к осуществлению контроля.

Действительный уровень аварийности объектов газораспределения и газопотребления, показатели надзорной деятельности [1–5] и накопленный опыт работ свидетельствуют о том, что производственный контроль в большинстве случаев имеет формальный характер и не оказывает существенного влияния на состояние промышленной безопасности.

Наиболее характерными нарушениями в части организации и осуществления ПК являются:

- отсутствие мониторинга изменений требований промышленной безопасности, устанавливаемых нормативными правовыми актами;
- отсутствие комплексных и целевых проверок состояния промышленной безопасности в эксплуатирующей организации;
- отсутствие контроля за проведением (в установленные сроки) необходимых испытаний, диагностики, освидетельствований, обследований и экспертизы промышленной безопасности технических устройств, зданий, сооружений, применяемых на опасных производственных объектах;
- невыполнение предписаний надзорных органов.

Исходя из проведенного анализа можно утверждать, что в подавляющем большинстве случаев именно указанные нарушения не позволяют своевременно предупреждать аварии на объектах газораспределения и газопотребления.

По нашему мнению, ключевой фактор предупреждения аварий на опасных производственных объектах газораспределения и газопотребления — совершенствование организации производственного контроля за соблюдением требований промышленной безопасности и установление постоянного мониторинга параметров потенциально опасных объектов. При этом необходимо более глубоко использовать ориентированный подход контроля внутренних и внешних факторов, влияющих на параметры объектов, с применением технических и аналитических методов, которые должны включать соответственно оценку фактического технического состояния объектов до достижения установленных сроков (например, периодическое техническое диагностирование или неразрушающий контроль в процессе эксплуатации) и анализ возможных рисков.

Такой подход позволит своевременно выявлять слабые места в системе обеспечения промышленной безопасности при эксплуатации опасных производственных объектов газораспределения и газопотребления и проводить необходимые мероприятия, направленные на предупреждение аварий на указанных объектах.

Литература:

1. Годовой отчет о деятельности федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору в 2010 году. — URL: http://gosnadzor.ru/public/annual_reports/Otchet_2010.pdf (дата обращения: 06.11.2015 г.).
2. Годовой отчет о деятельности федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору в 2011 году. — URL: <http://gosnadzor.ru/activity/control/folder/Годовой%20отчет%202011.pdf> (дата обращения: 06.11.2015 г.).
3. Годовой отчет о деятельности федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору в 2012 году. — URL: http://gosnadzor.ru/public/annual_reports/Отчет%202012.pdf (дата обращения: 06.11.2015 г.).
4. Годовой отчет о деятельности федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору в 2013 году. — URL: http://gosnadzor.ru/public/annual_reports/Отчет%202013.pdf (дата обращения: 06.11.2015 г.).
5. Годовой отчет о деятельности федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору в 2014 году. — URL: http://gosnadzor.ru/public/annual_reports/ГД%202014.pdf (дата обращения: 06.11.2015 г.).

6. Волохина, А. Т. Анализ аварийности и травматизма на объектах систем газораспределения / Волохина А. Т. и др. // Безопасность труда в промышленности. — 2006. — № 6. — с. 18–23.
7. Ребров, С. А. Определение основных причин возникновения аварий на опасных производственных объектах газораспределения и газопотребления / Ребров С. А. и др. // Безопасность труда в промышленности. — 2015. — № 9. — с. 62–64.
8. Правила организации и осуществления производственного контроля за соблюдением требований промышленной безопасности на опасном производственном объекте (ред. от 30 июля 2014 г.). — URL: <http://base.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi?req=doc; base=LAW; n=166740> (дата обращения: 06.11.2015 г.).

Исследование зависимости получения травмы работниками железнодорожного пути от стажа работы

Яншина Эльвира Рафаиловна, студент;
Брацук Анна Андреевна, студент;
Иванова Лиана Александровна, студент
Омский государственный технический университет

В данной статье мы рассмотрим зависимость между стажем работника железнодорожного пути и степенью полученной им травмы.

Ключевые слова: работники, железнодорожные пути, стаж работы, производственный травматизм.

Железная дорога является зоной повышенной опасности. Рабочие места железнодорожников расположены в непосредственной близости от движущегося подвижного состава. Одной из основных причин повышенной опасности труда на железнодорожном транспорте является необходимость работы в зоне, которая существенно ограничена габаритом подвижного состава. При выполнении служебных обязанностей работникам некоторых профессий железнодорожного транспорта приходится многократно пересекать железнодорожные пути. Условия труда в зоне движения поездов и маневровых составов усложняются еще тем, что движение происходит круглосуточно, во все времена

года. Шум от качения колёс по рельсам и соударения других деталей подвижного состава заглушает предупредительные звуковые сигналы об опасности [3]. Большинство путевых работ трудоёмки, выполняются на открытом воздухе во все времена года и при любой погоде, в большинстве своём, без прекращения движения поездов, в условиях недостаточной видимости, особенно в периоды снегопадов, туманов, метелей, дождей и тёмного времени суток, с частым изменением рабочих мест и участков работ. Таким образом, актуальным является выполнение требований техники безопасности работниками пути.

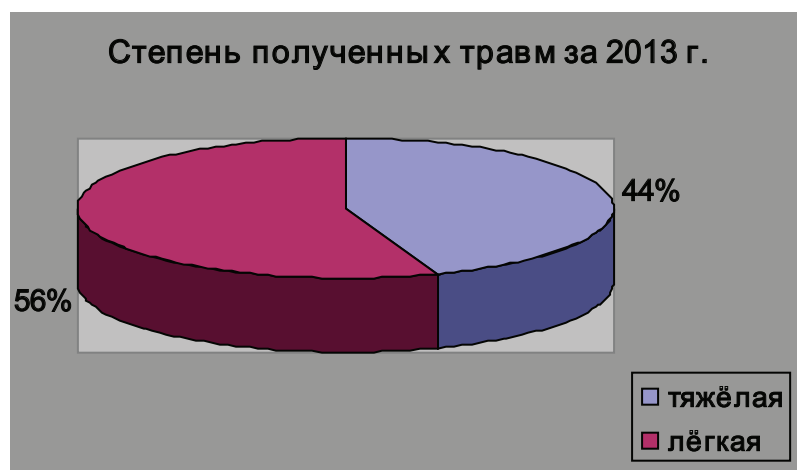


Рис. 1

Целью данной работы является выявление связи между стажем работника железнодорожного пути и степенью полученной им травмы.

В данной работе мы проанализировали случаи производственного травматизма за период с 01.01.2013 г. по 01.01.2014 г. в Западно-Сибирской дирекции инфраструктуры, произошедшие при выполнении ремонтных работ на железнодорожных путях. (см. приложение 1)

На диаграмме (рис. 1) мы представили степень полученных травм работниками железнодорожного пути за 2013 год.

Исходя из данных таблицы (см. приложение 1), за 2013 год в Западно-Сибирской дирекции инфраструктуры произошло 9 случаев производственного травматизма. Из них 4 случая — работники железнодорожного пути получили тяжёлую степень травмы, 5 случаев — лёгкую степень травмы. Пострадавшие имеют следующие долж-

ности: монтер пути, электромеханик, слесарь, машинист автомотрисы.

Анализируя данные таблицы «Случаи производственного травматизма на 01.01.2014 г. в Западно-Сибирской дирекции инфраструктуры», мы выявили зависимость количества полученных травм от стажа работника железнодорожного пути. (Рис. 2)

Анализ травматизма (рис. 2) показывает, что наибольшее их количество происходит с работниками железнодорожного пути со стажем работы до 5 лет, что является подтверждением уменьшения степени тревожности. А по мере увеличения трудового стажа работника и приобретения опыта работы происходит приспособление работника к опасности объекта [1, 2].

Таким образом, степень полученной травмы на производстве напрямую зависит от стажа работы, так как с опытом работники начинают более ответственно подходить к выполнению своих обязанностей.

Зависимость количества полученных травм от стажа работника (в годах)

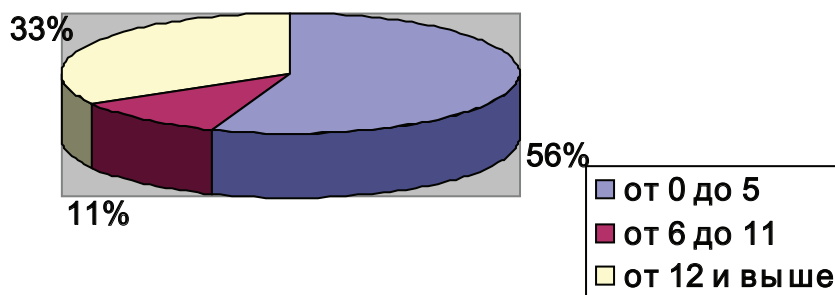


Рис. 2

Степень полученной травмы и стаж работы (в годах)

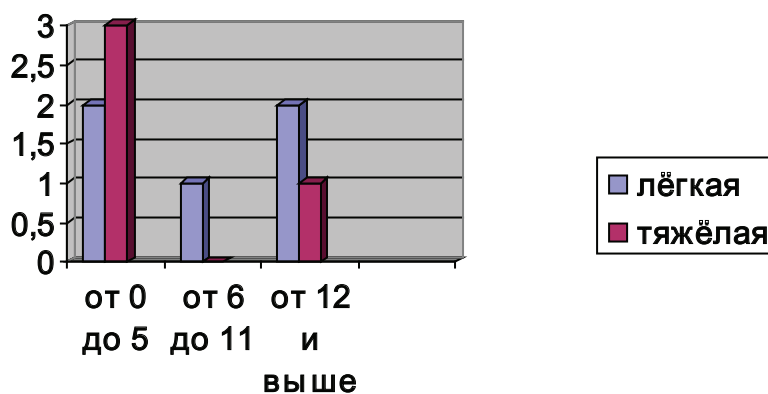


Рис. 3

Приложение 1
Случаи производственного травматизма на 01.01.2014 г. в Западно-Сибирской дирекции инфраструктуры

№ п/п	Дата случая	Ф.И.О., возраст	Предприятие, должность, стаж работы в должности	Обстоятельства случая, диагноз, причины несчастного случая, виновный	Примечания
1	01.02.2013г 12–30	Брёхов Николай Анатолевич, 05.07.1988 г.р.	ПЧ Барабинск Монтер пути 2-го разряда, Стаж 5 мес	Попадание инородного тела в правый глаз Диагноз: Проникающее роговичное ранение, травматическая катаракта правого глаза.	Тяжелая
2	03.04.2013г 14–20	Келлер Иван Иванович, 23.10.1958 г.р.	ПРММ Рубцовск Слесарь по рем. пуг. машин и мех.Стаж 12 лет	При подтягивании гаек на корпусе дизеля Д-12 рожковым ключом, вблизи вращающегося вентилятора сорвалась рука и ударила о вращающиеся лопасти вентилятора, что привело к ампутации большого пальца правой руки. Диагноз: травматическая ампутация 1го кольца и 1ой костной кости правой кисти.	Легкая
3	25.05.2013г 13–10	Еремеев Алексей Сергеевич 03.01.1980 г.р.	ПЧ Полосухино Монтер пути Стаж 2 г 1 мес	Еремеев А.С. установил круг большого диаметра и обтачивал накат на изостыке. При переходе на левую нитку, не выключив пневмомашину, не дал команду сигнальнику о прекращении подачи воздуха. При вращении в воздухе круг разрушился, и один из осколков попал в правую ногу Еремеева А.С., травмировав ее. Диагноз: травматический отрыв II–У пальцев правой стопы.	Легкая
4	17.07.2013г 10–55	Засухин Евгений Александр. 09.09.1975 г.р.	ПЧ Кемерово Монтер пути 3 разряда Стаж 17 л 10 мес	В 10–55 мест вр. проезжая мимо модуля КТСМ на электропоезде, электромеханик ШЧ Кемерово Богданов О.Л, выбросил из окна вагона связку из 4 металлических штырей и держатели в обертке, травмировав монтера пути Засухина Е.А. в левую ногу, упавшим штырем Диагноз: Открытый оскольчатый перелом костей левой голени, в проксимальной трети со смещением.	Тяжелая
5	13.08.2013г 14–10	Гордеюк Александр Анатолевич 19.07.1990 г.р.	ШЧ Входная Электромеханик Стаж 2 мес	Штаков П.Н. увидев, что группа вагонов следует по 35 пути и одиночный отцеп по 34 пути, крикнул электромеханику Гордеюку А.А. о необходимости выхода из габарита отцепа, движущегося по 34 пути. Гордеюк А.А. резко развернулся, оступился, почувствовал удар в спину. Диагноз: Сочетанная травма. ЗЧМТ. Сотрясение головного мозга. Травматический шок I ст. Открытый многооскольчатый перелом обеих костей левого предплечья. Размозжение мягких тканей предплечья.	Тяжелая
6	03.09.2013г 11–01	Баринев Андрей Владимирович	ПЧ Инская Монтер пути Стаж 4 г 1 мес	Производилась работа по окашиванию травы мотокосой. Баринев был назначен сигнальником. При пропуске грузового поезда Баринев почувствовал резкое жжение в правом глазу (попадание в глаз инородного тела). Диагноз: Проникающее роговичное ранение с выпадением оболочек глазного яблока правого глаза.	Тяжелая
7	24.10.2013г 14–40	Страшиков С.В.	ШЧ Входная Слесарь механо-сборочных работ Стаж 4 мес.	При выполнении ремонта запорного устройства дверей 20-ти тонного контейнера после смещения в нем груза от соударения, Страшиков С. В. прыгнул с платформы, подвернул правую ногу в области голеностопа. Диагноз: Перелом обеих лодыжек правой голени со смещением отломков. Разрыв межберцового синдесмоза.	Легкая
8	11.10.2013г 10–45	Милаев Евгеньевич, Юрьевич, 1971 г.р.	ШЧ Белово, электромеханик Стаж 10 лет	Производилось складирование стрелочных электроприводов на склад с помощью автопогрузчика. При разборе деревянной упаковочной тары, переломилась вертикальная стойка, отломившаяся часть попала в правую часть лица, часть удара пришла по закрытому правому глазу. Диагноз: Контузия правого глаза 1 ст. Травматический кератит.	Легкая
9	14.12.2013г 08–55	Астахов Александр Владимирович, 1969 г.р.	ПМС-315 Топки, маш. Автомотрисы, стаж 15 лет	После получения маршрутного листа, шел в пункт прохождения медосмотра по маршруту служебного прохода. За 20 м. до крыльца пункта поскользнулся, упал. Диагноз: Закрытый перелом обеих лодыжек слева, подвывих стопы	Легкая

Литература:

1. Анохин, П. К. Системные механизмы высшей нервной деятельности: Избранные труды. — М: Наука, 1979;
2. Годфруа, Ж. Что такое психология: В 2-х т.т. 1: Пер. с франц. — М: Мир, 1992;
3. http://ohrana-bgd.narod.ru/jdtrans/jdtrans2_008.html;

Молодой ученый

Научный журнал
Выходит два раза в месяц

№ 22 (102) / 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)
Атаев 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: Голубцов М. В.

Статьи, поступающие в редакцию, рецензируются.
За достоверность сведений, изложенных в статьях, ответственность несут авторы.

Мнение редакции может не совпадать с мнением авторов материалов.

При перепечатке ссылка на журнал обязательна.

Материалы публикуются в авторской редакции.

АДРЕС РЕДАКЦИИ:

420126, г. Казань, ул. Амирхана, 10а, а/я 231.

E-mail: info@moluch.ru

http://www.moluch.ru/

Учредитель и издатель:

ООО «Издательство Молодой ученый»

ISSN 2072-0297

Тираж 1000 экз.

Отпечатано в типографии издательства «Молодой ученый», 420029, г. Казань, ул. Академика Кирпичникова, 25