

ISSN 2072-0297



МОЛОДОЙ[®] УЧЁНЫЙ

международный научный журнал



20
2017
Часть I

16+

ISSN 2072-0297

МОЛОДОЙ УЧЁНЫЙ

Международный научный журнал

Выходит еженедельно

№ 20 (154) / 2017

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

Абдрасилов Турганбай Курманбаевич, доктор философии (PhD) по философским наукам

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

Калдыбай Кайнар Калдыбайулы, доктор философии (PhD) по философским наукам

Кенесов Асхат Алмасович, кандидат политических наук

Коварда Владимир Васильевич, кандидат физико-математических наук

Комогорцев Максим Геннадьевич, кандидат технических наук

Котляров Алексей Васильевич, кандидат геолого-минералогических наук

Кузьмина Виолетта Михайловна, кандидат исторических наук, кандидат психологических наук

Курпаяниди Константин Иванович, доктор философии (PhD) по экономическим наукам

Кучерявенко Светлана Алексеевна, кандидат экономических наук

Лескова Екатерина Викторовна, кандидат физико-математических наук

Макеева Ирина Александровна, кандидат педагогических наук

Матвиенко Евгений Владимирович, кандидат биологических 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

Паридинова Ботагоз Жаппаровна, магистр философии

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

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 размещается и индексируется на портале eLIBRARY.RU, на момент выхода номера в свет журнал не входит в РИНЦ

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

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.

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)

Ахмеденов Кажмурат Максutowич, кандидат географических наук, ассоциированный профессор (Казахстан)

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)

Курпаяниди Константин Иванович, доктор философии (PhD) по экономическим наукам (Узбекистан)

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, доктор 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)

Шуклина Зинаида Николаевна, доктор экономических наук (Россия)

Руководитель редакционного отдела: Кайнова Галина Анатольевна

Ответственные редакторы: Осянина Екатерина Игоревна, Вейса Людмила Николаевна

Художник: Шишков Евгений Анатольевич

Верстка: Бурьянов Павел Яковлевич, Голубцов Максим Владимирович, Майер Ольга Вячеславовна

Почтовый адрес редакции: 420126, г. Казань, ул. Амирхана, 10а, а/я 231.

Фактический адрес редакции: 420029, г. Казань, ул. Академика Кирпичникова, д. 25.

E-mail: info@moluch.ru; http://www.moluch.ru/.

Учредитель и издатель: ООО «Издательство Молодой ученый».

Тираж 500 экз. Дата выхода в свет: 7.06.2017. Цена свободная.

Материалы публикуются в авторской редакции. Все права защищены.

Отпечатано в типографии издательства «Молодой ученый», 420029, г. Казань, ул. Академика Кирпичникова, д. 25.

На обложке изображен Бхимрао Рамджи Амбедкар (1891–1956), так же известный под прозвищем Бабасахиб, индийский политик, юрист, лидер движения за права «неприкасаемых», основной автор проекта Индийской Конституции.

Амбедкар был сам из касты неприкасаемых, принадлежал к народности маратхи. Его предки по мужской линии несколько поколений служили в армии Британской Ост-Индской компании. Он был одним из первых неприкасаемых, кто сумел получить образование в колледже, затем несколько докторских степеней (в области права и экономики) в Колумбийском университете и Лондонской школе экономики. По возвращении в Индию он несколько лет был практикующим юристом, затем подключился к борьбе за права неприкасаемых. Бабасахиб критиковал ведущие партии Индии за недостаточное внимание к проблеме кастовой системы. Его критике подверглись и взгляды Махатмы Ганди — за чрезвычайную мягкость, романтизм и идеализм по отношению к несправедливости кастовой системы. Взгляды Амбедкара на кастовую систему были более радикальными: он требовал ее полного уничтожения, боролся за предоставление неприкасаемым политических прав и свобод, возможность получать образование и пе-

реезжать в города. По его инициативе миллионы неприкасаемых обратились в буддизм, который не признавал кастовых различий.

Несмотря на разногласия с Ганди и оппозицию к Индийскому национальному конгрессу, Амбедкар считался очень опытным юристом. Когда в 1947 году Индия получила независимость, новое правительство предложило Амбедкару стать первым министром юстиции, он возглавил комитет по подготовке проекта Конституции Индии. В нем предусматривались конституционные гарантии широкого круга гражданских свобод, в том числе свобода вероисповедания, отмена принципа «неприкасаемости» и запрет на любые формы дискриминации, а также защищались социально-экономические права женщин.

Бхимрао Рамджи Амбедкар был посмертно награжден высшей наградой Индии — орденом Бхарат Ратна.

В Дели возведён мемориал Амбедкара, а его день рождения отмечается как государственный праздник. Каждый год в день рождения и в день смерти в его мемориале в Мумбаи собираются около полумиллиона его последователей.

Екатерина Осянина, ответственный редактор

СОДЕРЖАНИЕ

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

- Аксенова И. С., Ворошилина В. А., Пономарев С. В.**
Газопровод «Сила Сибири»: состояние, проблемы и перспективы 1
- Аленичев А. А.**
Общий анализ надежности автомобильных трансмиссий..... 3
- Базарбаева Г. Г., Умарова М. Ю.**
Формирование структуры базы данных процесса прогнозирования материальных затрат на стадии эскизного проекта моделей 5
- Бронов С. А., Мартынов А. В., Тесленко Д. С.**
Анализ времени, необходимого на освоение неосвоенных дидактических единиц.....10
- Валиева З. Ф., Садилов Ф. С.**
Исследование влияния параметров приемного барабана чесальной машины на качество полуфабрикатов пряжи13
- Галка Г. А., Иванов Р. А., Думлер М. Г.**
Принцип работы и устройство автомобильного кондиционера16
- Земляк В. А., Пятница А. В.**
Применение объемной георешетки в основании дорожной одежды.....20
- Исраилова С. М., Ёдгорова Х. И.**
Изменение качественных показателей шелка-сырца, полученного различными способами23
- Кадыров М. М.**
Метод мониторинга информационной безопасности на основе интерполяции значений оценок в таблице моментов25
- Кинчак О. Г., Морозов В. Д.**
Разработка программного модуля для определения видов птиц по внешнему описанию.....28
- Колесников С. В., Алимова А. И.**
Рекомендации по формированию организационной структуры управления городским пассажирским транспортом в г. Волгограде30
- Колесников С. В., Кузина Ю. В.**
Создание интеллектуальной транспортной системы (ИТС) Волгоградской агломерации32
- Колесников С. В., Кузина Ю. В.**
Создание приоритетных условий движения пассажирских транспортных средств общего пользования по отношению к иным транспортным средствам.....35
- Кузин Д. А.**
Реализация алгоритмов дискретного преобразования Фурье на языке программирования Python39
- Лаврентьева В. Ю.**
Реконструкция мостов с использованием композитных материалов с целью повышения грузоподъемности.....43
- Махкамова Ш. Ф., Шумкарова Ш. П.**
Влияние показателя микронейра волокна на физико-механические свойства пряжи46
- Мухаметзянова А. Р.**
К вопросу об исследовании долговечности железобетонных элементов48
- Очилов Т. А., Исмадова М. М.**
Влияние условий хранения и сушки на надмолекулярную структуру волокон хлопчатника52
- Очилов Т. А., Исмадова М. М.**
Кинетика изменения прочности волокна при хранении и переработке хлопка-сырца по технологическим переходам56
- Очилов Т. А., Юлдашева М. Т.**
Влияние условий выращивания коконов тутового шелкопряда на физико-механические свойства шёлка-сырца61

Порожникова Т. А. Обоснование необходимости разработки актуализированного проекта применения конструкций сборных железобетонных балок из предварительно напряженного железобетона под автодорожные мосты.....	65
Ражапов О. О., Казакова Д. Э. Влияние смесового состава на механическую повреждённость волокон по переходам прядильного производства.....	68
Резниченко Н. Е. Алгоритм измерения интегральной и дифференциальной нелинейностей аналого-цифровых преобразователей.....	71
Резниченко Н. Е. Методики измерения норм электрических параметров микросхем с использованием тестера Advantest V93000.....	73
Туляганов З. Я. Проблема математического моделирования сложных единиц и комплексов технологического оборудования.....	76
Туляганов З. Я. Возможность повышения чувствительности волоконного датчика с помощью метода внутрирезонаторного лазерного поглощения...	78
Туляганов З. Я. Оптические световоды волоконно-оптических систем передачи информации.....	80
Туляганов З. Я. Физико-химические свойства редкоземельных элементов, используемых в активных компонентах волоконно-оптических систем передачи.....	83
Фрид А. И., Галеев С. Ф. Применение библиотеки AForge.NET и ее расширения Accord.NET Framework при распознавании лиц в режиме реального времени.....	85
Hasan M. Road planning in Syrian desert using geographical information system and the least cost path approach.....	88
Чурикова Л. А., Нургалиев А. М., Конашева Е. А. Анализ методов обеспечения безопасности эксплуатации трубопроводных систем.....	91
Шастин В. И., Ермаков М. А., Ермакова К. В. Применение технологии лазерного модифицирования для ремонта тяговой зубчатой передачи колесно-моторного блока локомотива.....	95
Щепакин Е. О. Сравнение расчетных схем для оценки напряженно-деформированного состояния поршневого пальца.....	97
Юсупов А. Р., Герлеин Г. В. Исследование методов применения систем поддержки принятия решений в задаче проектирования информационно-вычислительных сетей.....	101

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

Газопровод «Сила Сибири»: состояние, проблемы и перспективы

Аксенова Ирина Сергеевна, студент;
 Ворошила Виктор Александровна, студент;
 Пономарев Сергей Викторович, кандидат экономических наук, доцент
 Дальневосточный государственный университет путей сообщения (г. Хабаровск)

Самый масштабный международный энергетический проект современности газопровод «Сила Сибири» обеспечит России не только повышение качества поставок газа на экспорт, но и даст возможность интенсифицировать газификацию восточных регионов. Данный газотранспортный проект уникален по своему геополитическому значению. Он дает множество возможностей по расширению внешнеэкономических связей. 21 мая 2014 г. был заключен между «Газпромом» и Китайской национальной нефтегазовой корпорацией крупнейший в истории мировой газовой отрасли контракт, который предусматривает поставку газа до 38 млрд кубометров в год с общей ценой 400 млрд долларов за 30 лет.

Строительство ГТС намечено провести в два этапа. На первом запланировано построить газопровод «Якутия-Хабаровск-Владивосток», который в перспективе получит статус связующего звена между центрами газодобычи с газотранспортной сетью запада. А на втором произойдет соединение газопроводом Чаяндинского и Ковыктинского месторождений. В свою очередь, это предоставит возможность не только расширить газовые потоки, но и перенаправлять их с востока на запад, и наоборот. Так же, планируется строительство крупнейшего комплекса, в который войдет три основных производства: газоперерабатывающее, гелиевое и газохимическое. Комплекс сможет производить товарный и сырьевой газ, пропан-бутановую смесь, полипропилен, гликоли, полиэтилен.

Деятельность «Газпрома» по газификации российских регионов направлена на повышение экономически оправ-

данного уровня газификации Российской Федерации. Несмотря на богатство ресурсов природного газа восточной части России, ее средний уровень газификации не превышает 7%, тогда как в целом по стране он составляет 64,4%. Государство стремится изменить данное положение и делает все возможное для решения вопросов по улучшению обеспеченности газом регионов. В генеральных схемах газоснабжения и газификации предусматривается комплексный подход. Вместе с сетевым природным газом предполагается широко использовать сжиженный углеводородный и природный газ. Для развития газификации «Газпром» финансирует строительство газопроводов-отводов, газораспределительных станций и межпоселковых газопроводов. Ответственность за строительство внутри поселковых сетей и подготовку потребителей к приему газа несут администрации регионов. Газификация Якутии повысит уровень социально-экономического развития региона. Маршрут газопровода выбран наиболее рациональным образом, что поможет обеспечить газом максимальное число населенных пунктов. За счет этого существенно повысится эффективность местной экономики, так как сократятся расходы на энергию для местных жителей и предприятий. Создание Якутского центра газодобычи позволит увеличить занятость населения, даст возможность жителям реализовать свой трудовой потенциал. Сегодня «Газпром» организует подготовку специалистов в российских профильных образовательных центрах, стимулирует разработку новых образовательных программ. При эксплуатации газопровода будет задействовано 3000 специалистов.

Таблица 1. Параметры газопровода «Сила Сибири»

Протяженность	Около 3000 км
Диаметр	1420 мм
Рабочее давление	9,8 МПа
Экспортная производительность	38 млрд куб. м в год

В чем преимущества строительства газопровода? Россия в лице КНР получит надежного покупателя, потребности которого в газе будут постоянно возрастать. Мощности «Силы Сибири», создающие условия для стабильного дохода будут задействованы в течение 30 лет. Газопровод повысит экономические показатели страны. Покупка газа для регионов станет возможной за рубли, что немаловажно в нынешней ситуации. Хабаровский край перестанет покупать газ за доллары США у Эксон-Мобил. Значительно расширится экспорт наших углеводородов, появится возможность соединить европейскую и восточную части газопровода, что позволит создавать перетоки газа при экстренных ситуациях, подтолкнет развитие машиностроения, металлургической, трубной и химической промышленности. Россия получит статус крупнейшего игрока на рынке этана и гелия.

Для России «Сила Сибири» станет основным каналом транспортировки и экспорта попутного нефтяного газа, добываемого на сибирских месторождениях. В последние годы страна предприняла значительные меры для накопления и использования попутного газа. В 2014 г. «Роснефть» добыла 55 млрд кубометров традиционного и попутного газа. В Сибири и на Дальнем Востоке компания планирует увеличить добычу в десятки раз, но создание инфраструктуры для транспортировки и хранения попутного газа требует значительных затрат. Поэтому рассматривается возможность присоединения «Роснефти» и других производителей попутного газа к экспорту через «Силу Сибири». Для Китая строительство «Силы Сибири» поможет улучшить экологическую обстановку в стране. Основой их энергетики пока является угольная промышленность. Загрязнение воздуха в стране в 7 раз превышает допустимую норму. Для исправления острой экологической ситуации правительство планирует увеличить потребление газа до 400 млрд кубометров в год. Поэтому импорт газа из России является для китайцев жизненно-важной необходимостью.

Строительство будет осуществляться в экстремальных условиях повышенного сейсмического воздействия и вечномерзлых грунтов. Данный факт предъявляет повышенные требования при строительстве и эксплуатации, что создает определенные экономические проблемы. Будет приобретен замечательный опыт осуществления подобных проектов.

Решая указанные выше экономические проблемы проекта, необходимо минимизировать убытки, которые

потерпят коренные жители Якутии. Ущерб наносится промысловым занятиям якутов: охоте, рыболовству, оленеводству. Необходимо учесть возможное истощение сырьевой базы и организовать ее рациональное использование с перспективой на будущее регионов. Не стоит оставлять без внимания внутренние проблемы строительства. Мы предлагаем следующие меры по их устранению: определить безопасную загрузку трубопровода, не допуская перегрузки; составить подробный план действий в случае чрезвычайных ситуаций; осуществлять строгий контроль во время строительства и эксплуатации трубопровода. Стоит обратить особое внимание на тщательное оснащение работников всей экипировкой и пытаться максимально улучшить технические характеристики морозостойкости оборудования. Эффективными станут предложения о создании мощностей по переработке газа не только в Амурской области, но и в Хабаровском, и в Приморском краях, и в ЕАО. «Газпром» должен оснащать газовым оборудованием жилые дома и взять на себя полную ответственность за безопасность газовых систем, в том числе и внутридомовых.

По последним планам России и Китая, к 2019 г. также должен быть построен газопровод «Сила Сибири-2», который по западному маршруту через Алтайские горы свяжет месторождения Западной Сибири с Синьцзян-Уйгурским автономным районом на западе Китая. Таким образом, Россия и Китай окажутся, связаны целой сетью крупных газопроводов, которые будут осуществлять поставки газа через несколько ключевых точек на западе, на востоке и в центре границы. Строительство данного газопровода позволит колоссально увеличить поставки газа в КНР.

В будущем при истощении материковых месторождений газа целесообразно будет соединить существующие газотранспортные системы с месторождениями газа на шельфе Северного ледовитого океана. Колоссальные запасы газа российского шельфа позволят обеспечивать топливом российских потребителей, а также стран АТР и Китая на столетия. «Сила Сибири» откроет огромные перспективы развитию бизнеса, газовой инфраструктуры высокотехнологичных производств, создаст новые рабочие места и укрепит внешнеэкономические связи страны. Реализация такого масштабного проекта должна кардинально изменить экономическое и геополитическое положение России.

Литература:

1. <http://www.gazprom.ru/about/production/projects/pipelines/built/ykv/>
2. [https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%90%D0%BB%D1%82%D0%B0%D0%B9_\(%D0%B3%D0%B0%D0%B7%D0%BE%D0%BF%D1%80%D0%BE%D0%B2%D0%BE%D0%B4\)](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%90%D0%BB%D1%82%D0%B0%D0%B9_(%D0%B3%D0%B0%D0%B7%D0%BE%D0%BF%D1%80%D0%BE%D0%B2%D0%BE%D0%B4))

Общий анализ надежности автомобильных трансмиссий

Аленичев Александр Андреевич, студент
Волгоградский государственный технический университет

Проведен обзор наиболее характерных неисправностей элементов автомобильных трансмиссий на основании опыта работы предприятий автосервиса. Выполнен анализ внешних факторов, влияющих на показатели надежности трансмиссии. Детально рассмотрены особенности условий эксплуатации автомобилей в городе Волгограде и их общее влияние на надежность трансмиссии автомобиля.

Ключевые слова: надежность, долговечность, трансмиссия автомобиля, условия эксплуатации автомобилей

Современные автомобили имеют высокую энерговоруженность, что позволяет повысить среднюю скорость движения, обеспечивает безопасное выполнение обгонов. Вместе с тем, высокие нагрузки могут негативно сказаться на показателях надежности трансмиссии автомобиля. Поэтому актуальной задачей является исследование надежности элементов трансмиссии современного автомобиля.

Надежность элементов трансмиссии рассматривается в ряде работ. Например, авторы статьи [1], исследовали работу автомобилей КамАЗ в условиях северо-востока РФ (Магаданская область). Отмечено, что более половины всех отказов автомобиля приходится на агрегаты трансмиссии. На сцепление, карданную передачу, раздаточную коробку, главную передачу и бортовые редукторы приходится по 10–15% отказов и до 40% материальных и трудовых затрат на технические воздействия от их общего объема по грузовым автомобилям.

В рамках данного исследования были рассмотрены условия работы различных элементов трансмиссии современного автомобиля. В качестве основного объекта принята трансмиссия автомобиля ГАЗель Next.

Трансмиссия данной модели автомобиля включает:

- сцепление — однодисковое, сухое, с гидроприводом;
- коробку передач — механическую, пятиступенчатую;
- дифференциал — конический, шестеренный.

Общий анализ, проведенный с использованием данных из сети Интернет [2], показывает, что все элементы трансмиссии испытывают почти одинаковые нагрузки. Вместе с тем, по опыту ряда предприятий автосервиса г. Волгограда, чаще всего клиенты обращаются с неисправностями коробок передач, реже — сцепления.

Основные неисправности коробок передач, которые перечисляют работники исследуемых автосервисов:

1. Самопроизвольное выключение передач.

Причины: износ подшипников валов, износ зубьев включаемых шестерен, нарушение регулировки дистанционного привода механизма включения передач, износ фиксаторов механизма включения. При самопроизвольном выключении передач водитель при езде по ровной дороге отвлекается от управления, а при подъеме в гору эта неисправность может вызвать скатывание автомобиля назад, что зачастую становится причиной ДТП.

2. Затрудненное включение передач.

Причины: заедание ползунов, износ подшипников валов, износ синхронизаторов, низкий уровень масла, заедание штоков механизма включения. При затрудненном включении передач водитель также отвлекается от управления, а на подъеме не может включить нужную передачу, что может вызвать скатывание автомобиля.

3. При работающем двигателе не включается передача на автоматизированной коробке передач.

Причины: неисправен пульт управления, обрыв в обмотке электромагнита, неисправен микропереключатель главного золотника.

4. Не включается задний ход на автоматизированной коробке передач.

Причина: неисправен электромагнит первой передачи или передачи заднего хода.

5. Сильные рывки при автоматическом переключении передач.

Причина: нарушилась регулировка переключателя периферийных клапанов.

6. Не включается прямая передача при автоматическом переключении передач.

Причина: нарушилась регулировка главного золотника.

7. Не блокируется гидротрансформатор (отсутствует характерный толчок) при автоматическом переключении передач.

Причина: заедание главного золотника.

Таким образом, менее надежными являются автоматические коробки передач вследствие их более сложной конструкции.

Большую роль в работоспособности агрегатов трансмиссии играет качественное масло [3]. Сроки службы масел в агрегатах трансмиссии различных автомобилей находятся в широких пределах: примерно от 20 до 100 тыс. км пробега. Производители очень четко нормируют сроки замены трансмиссионных масел.

Одним из важных факторов, определяющих срок смены масел, являются условия эксплуатации автомобиля. Наиболее нагружены агрегаты трансмиссии при эксплуатации автомобиля на грунтовой дороге (нагруженность характеризуется передаваемой энергией на 1 км пробега), в наименьшей степени — на скоростных маги-

стралях. Если взять удельную энергию при движении на скоростной дороге за единицу, то по бульварной дороге она составит — 1,66, в городских условиях — 1,89, в горных условиях — 1,94, на грунтовой дороге — 2,21.

При повышенной рабочей температуре масла ускоряются окислительные процессы, растет количество отложений. При этом ухудшается теплоотвод от деталей, что, в свою очередь, дополнительно повышает температуру, ужесточая условия работы деталей. Происходит интенсивное снижение противоизносных, противозадирных и антиокислительных свойств масла.

Необходимым условием продолжительной работы масла является надежная защита агрегатов от проникновения пыли и влаги. Наличие в масле дорожной пыли

приводит к снижению противоизносных свойств масла, которое невозможно компенсировать самыми эффективными присадками. Попадание воды и иной влаги в масло также ухудшает его противоизносные и противозадирные свойства.

В условиях г. Волгограда и аналогичных населенных пунктов сроки замены масла обычно устанавливаются в диапазоне 50–80 тыс. км (если в рекомендациях производителя автомобиля или масла не указано менее), даже если масло залито на весь срок службы автомобиля.

В ходе исследования также проведен общий анализ факторов, способствующих появлению неисправностей, результаты которого приведены в таблице 1.

Таблица 1. Основные неисправности трансмиссии автомобиля и влияющие факторы

№	Наименование агрегата	Неисправность	Причины неисправности	Влияющие факторы
1	Сцепление	Сцепление пробуксовывает	Замасливание дисков, износ фрикционных накладок ведомого диска, ослабление силовых пружин, отсутствие свободного хода педали сцепления.	Интенсивное движение, резкая манера езды, несвоевременная регулировка, климатические условия, перегрузка автомобиля
2	Сцепление	Сцепление ведет	Коробление дисков сцепления, поломка одной из нажимных пружин, срыв фрикционной накладки и заклинивание ее между дисками, большой свободный ход педали, наличие воздуха в гидроприводе сцепления, выжимные рычаги находятся не в одной плоскости.	
3	Коробка передач	Самопроизвольное выключение передач	Износ подшипников валов, износ зубьев включаемых шестерен, нагруженная регулировка дистанционного привода механизма включения передач, износ фиксаторов механизма включения.	Интенсивное движение, резкая манера езды, несвоевременная регулировка, климатические условия, несвоевременная замена масла, низкое качество масла
4	Коробка передач	Затрудненное включение передач.	Заедание ползунов износ подшипников валов, износ синхронизаторов, мал уровень масла, заедание штоков механизма включения.	
5	Коробка передач автоматизированная	При работающем двигателе не включается передача	Неисправность пульта управления, обрыв в обмотке электромагнита, неисправен микропереключатель главного золотника.	Интенсивное движение, резкая манера езды, климатические условия, несвоевременная замена масла, низкое качество масла
6	Коробка передач	Не включается задний ход.	Неисправность электромагнита первой передачи или электромагнита заднего хода.	
7	Коробка передач	Сильные рывки при автоматическом переключении передач.	Нарушение регулировки переключателя периферийных клапанов.	
8	Коробка передач	Не включается прямая передача при автоматическом переключении передач	Нарушение регулировки главного золотника.	

Как видно из таблицы 1, многие неисправности агрегатов трансмиссии связаны с условиями их работы. Ниже эти условия рассмотрены более детально применительно к г. Волгограду:

1. Дорожное покрытие.

Дороги г. Волгограда имеют достаточно низкое качество покрытия, множество неровностей, в том числе крупных. Это заставляет водителей часто изменять скорость движения вплоть до минимума с последующим разгоном. Следовательно, повышается частота переключения передач и время работы сцепления. Возрастает износ элементов, быстрее нарушаются характеристики масла.

2. Климатические условия.

Город Волгоград находится в районе резко континентального климата. Температура зимой может достигать -30°C , а летом в тени легко доходит до $+40^{\circ}\text{C}$ и выше. Помимо этого, наблюдаются сильные перепады температуры за короткие промежутки времени. В конце сентября температура может плавно опуститься от $+12^{\circ}\text{C}$ до $+2^{\circ}\text{C}$ всего за один день, в зимний период часто происходит переход от отрицательных температур к положительным. Все это пагубно влияет на работоспособность элементов

трансмиссии, хотя и в меньшей степени, чем дорожное покрытие. Высокие температуры летом приводят к повышенному износу дисков сцепления, а перепады температур влияют на характеристики масла.

3. Манера вождения.

Резкая манера вождения означает более частое переключение передач, рост времени работы сцепления на износ. Опыт работы предприятий автосервиса показывает, что в отдельных случаях из-за чрезмерно резкого вождения диски сцепления выходят из строя в полтора раза быстрее нормативного срока. В отдельных случаях из-за резкого переключения передач наблюдаются неисправности шестерен коробки передач

Таким образом, в результате проведенного исследования было установлено, что на надежность трансмиссии автомобиля достаточно существенное влияние оказывают внешние факторы. Следующим этапом исследования будет количественная оценка степени этого влияния на основе статистических материалов.

По результатам оценки будут разрабатываться предложения по совершенствованию технической эксплуатации автомобилей.

Литература:

1. Ионов, В.В. Исследование эксплуатационной надежности агрегатов трансмиссии автомобилей КамАЗ / Ионов В.В. // Вестник СВГУ. — 2013. — Вып. 20. — С. 82.
2. Неисправности автомобильной трансмиссии — [Электронный ресурс]. — 2017. — Режим доступа: <http://www.autoopt.ru/articles/products/5473144/>
3. Трансмиссионные автомобильные масла — [Электронный ресурс]. — 2017. — Режим доступа: <http://stroy-technics.ru/article/transmissionnye-avtomobilnye-masla>
4. Техническая эксплуатация автомобилей: учебник для вузов / под общ. ред. Е. С. Кузнецова. — М.: Транспорт, 1991. — 413 с.
5. Ляпин Н. А. Современные системы технического обслуживания и ремонта грузовых автомобилей / Н. А. Ляпин, С. А. Ширяев, А. П. Федин, М. В. Полуэктов; под ред. Н. А. Ляпина — Волгоград: ИУНЛ ВолгГТУ, 2016. — 183 с; ил.
6. Ротенберг Р.В. Основы надежности системы водитель-автомобиль-дорога-среда / Р.В. Ротенберг. — М.: Машиностроение, 1986. — 216 с.
7. Резник Л.Г. Эффективность использования автомобилей в различных условиях эксплуатации / Л.Г. Резник, Г.М. Ромалис, С.Т. Чарков. — М.: Транспорт, 1989. — 128 с.

Формирование структуры базы данных процесса прогнозирования материальных затрат на стадии эскизного проекта моделей

Базарбаева Гузал Гулимовна, кандидат технических наук, ассистент;
Умарова Масуда Юлдашевна, ассистент
Ташкентский институт текстильной и легкой промышленности (Узбекистан)

В данной статье представлена структура базы данных включающая массивы необходимой информации по базовым моделям, основным и дополнительным материалам для осуществления прогноза материальных затрат по эскизу новой модели. Информация в базе данных позволяет оперативно прогнозировать материалоемкость, экономическую эффективность и принять решение о внедрении новой модели в производство.

This article discusses the mechanisms of forecasting materials-new models at the stage of the sketch. The technique of forecasting materials-new model of sewing and knitting products, which represent a sequence of actions, the implementation of which allows you to take the decision to implement a new model into production.

В настоящее время в условиях рыночной экономики одним из наиболее актуальных задач является своевременное прогнозирование экономической эффективности планируемых новых партий швейных изделий. Производителям необходимо своевременно реагировать на частую сменяемость ассортимента и на стадии эскизного проекта оценить экономическую целесообразность внедрения новых коллекций в производство. Исходя из этого для оперативного прогнозирования материалоемкости швейно-трикотажных изделий на стадии эскиза разрабо-

тана структура и состав базы данных, включающая массивы информации по базовым моделям в виде каталога технических эскизов и характеристик ассортимента основных, вспомогательных, отделочных материалов, фурнитуры.

Основной характеристикой базы данных является ее структура. Под структурой понимается относительно постоянный порядок внутренних пространственно-временных связей между отдельными элементами системы и их взаимодействия с внешней средой, определяющей функциональное назначение системы. [1,2]. Она предназначена,

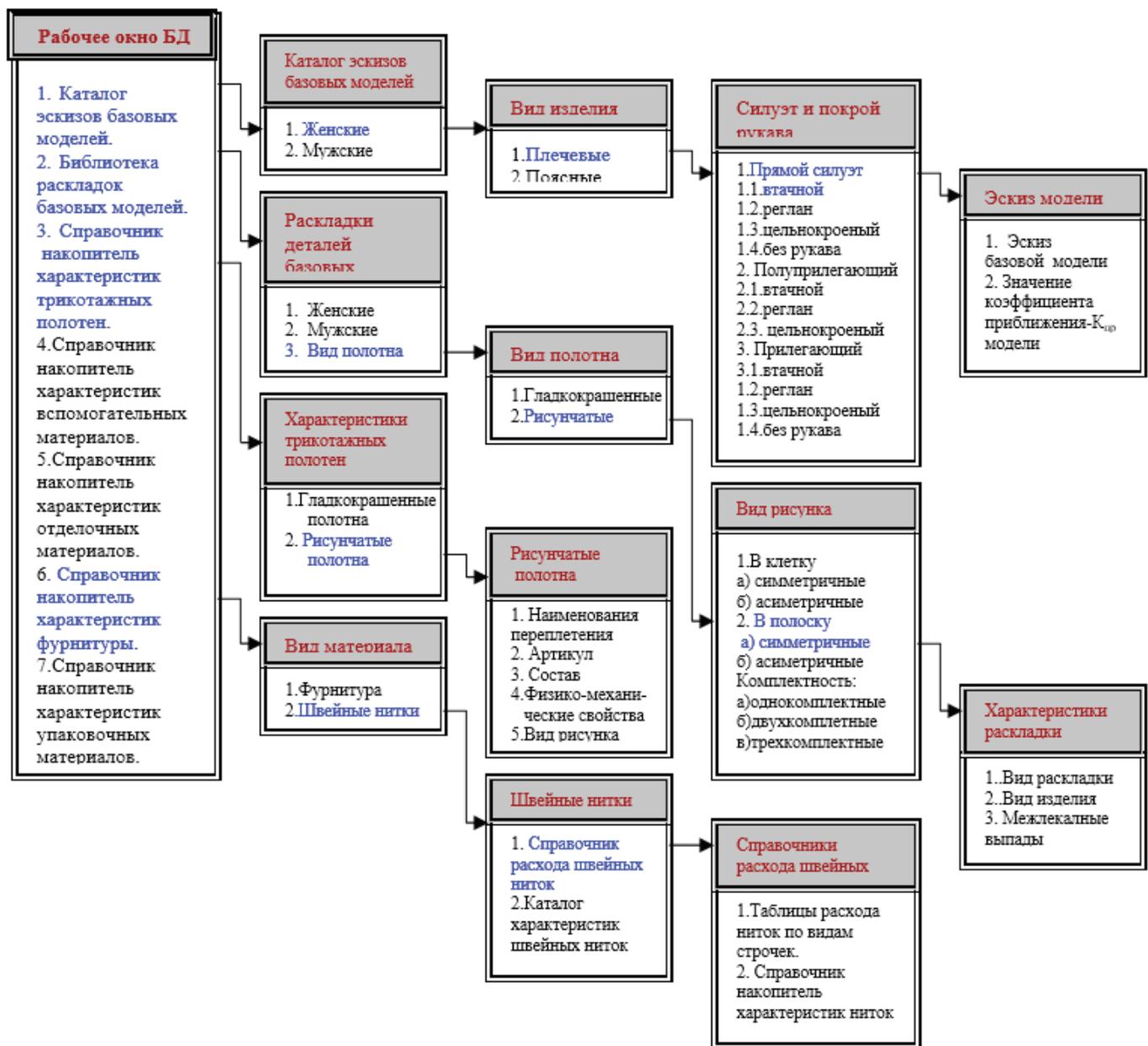


Рис. 1. Структура базы данных процесса прогнозирования материалоемкости новой модели швейно-трикотажного изделия

для того, чтобы можно было оперировать с блоком разнотипных данных как с единым объектом. Каждое значение внутри структуры носит собственное имя. Все значения структуры взаимосвязаны. Структура базы данных построена по иерархическому принципу, т.е. ее можно представить в виде композиции элементов различных уровней (Рисунок 1). В данной системе имеется возможность хранить в полях базы данных самые разнообразные объекты — документы Word, электронные таблицы Excel и т.д. Размер вложенных объектов практически неограничен, более того применяются алгоритмы сжатия информации. [3]

На основе проведенных исследований с целью формализации информации проведена систематизация, классификация и кодирование характеристик ассортимента базовых моделей и материалов.

Кодирование информации — технический прием, позволяющий представить классифицируемый объект в виде группы знаков по правилам, установленным той или иной системой классификации. Кодирование позволяет представить информацию об объектах в виде удобном для ее автоматизированного сбора, передачи и обработки. Для эффективного управления производством, качеством и процессами учета требуется своевременный и точный контроль за продукцией. Действенным средством, позволяющим проследивать путь изделия от хранения его на

складе до реализации, является идентификация. Идентификация — это установление характера и назначения изделия на основе набора упорядоченной информации, которая используется для выяснения всех существующих характеристик, определяющих уникальность, т.е. отличающих его от всех других изделий. В последние годы получили широкое распространение технологии автоматической идентификации на базе компьютерной техники, направленные, прежде всего, на повышение производительности труда и существенное снижение затрат [4,5]. Для хранения и обработки информации об объекте в электронном виде ему должен быть присвоен код, по которому из базы данных извлекаются его параметры (цена, количество, поставщик, вид упаковки, срок реализации, серия и т.д.). Как правило, эти коды назначаются производителем по специальным правилам, утвержденным Международной Ассоциацией товарной нумерации продукции EAN.

В работе предложено следующий способ кодирования информации о базовых моделях: обозначать код модели из 5-и цифр. Первые три цифры обозначают порядковый номер модели, четвертая цифра — вид изделия (пуловер, брюки, поясное спальное белье), пятая — вид переплетения трикотажного полотна (кулирная гладь, интерлок, велюр, пике и т.д.), из которого изготавливают изделие (Рисунок 2).



Рис. 2. Структура кода модели швейно-трикотажного изделия

Полотна кодируются следующим образом: первые две цифры обозначают артикул, следующие две — вид переплетения, четвертая цифра — волокнистый состав полотна,

вид поверхности (гладкокрашенная, набивной рисунок и т.д.), и последние две цифры — дополнительная информация (стоимость 1 кг. трикотажного полотна) (Рисунок 3).

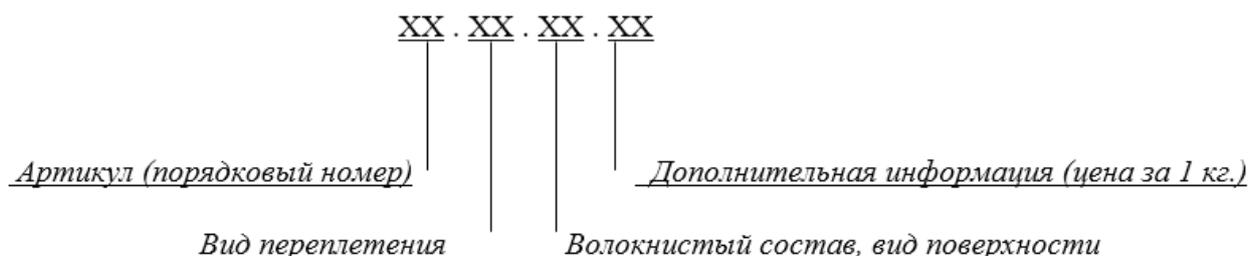


Рис. 3. Структура кода основного материала

Кодирование фурнитуры и отделочных элементов осуществляют следующим образом: первые две цифры

обозначают артикул (порядковый номер фурнитуры). Вторые две цифры идентифицируют фирму-постав-

щика, следующие четыре цифры обозначают вид фурнитуры или отделочного материала (тесьма-молния, лента, кружево, пуговицы, кнопки, крючки и т.д.). Последние две цифры заключают в себе дополнительную инфор-

мацию о виде отделочного материала (фурнитуры), для лент и тесьм — это ширина, для пуговиц — диаметр, для тесьмы-молнии — ее длина и стоимость за 1 ус.ед. (Рисунок 4).



Рис. 4. Структура кода дополнительных материалов швейно-трикотажных изделий

Существует множество способов и вариантов кодирования информации для швейных предприятий. Предложенный способ кодирования разработан для условий производства на конкретном предприятии, для которого он является удобным в использовании, так как содержит всю информацию, необходимую для эффективной работы с базой данных. Предложенный способ при необходимости может быть модифицирован и модернизирован.

Проведенная классификация позволила присвоить каждой базовой модели соответствующий код и в соответствии с кодом и ценовой уровни модели, выбрать характеристик основных и дополнительных материалов для ее изготовления.

На основе проведенных исследований разработан информационные составляющие базы данных системы оперативного прогнозирования материалоемкости процесса

подготовки новых моделей к внедрению в производство которые характеризуются наличием следующих объектов информации:

- Информация об эскизах моделей в виде «Каталог эскизов базовых моделей швейно-трикотажных изделий», содержащий информацию о внешнем виде, размерах, материалах и технологии базовых моделей;
- Информация о деталях базовых моделей в виде «Каталог лекал деталей моделей швейно-трикотажных изделий», содержащие информацию о размерах деталей и значениях коэффициентов приближения;
- Информация об ассортименте трикотажных полотен в виде «Характеристики ассортимента трикотажных полотен», в котором содержится информация о виде переплетения полотна, ширине, основных физико-механических свойствах, стоимости.

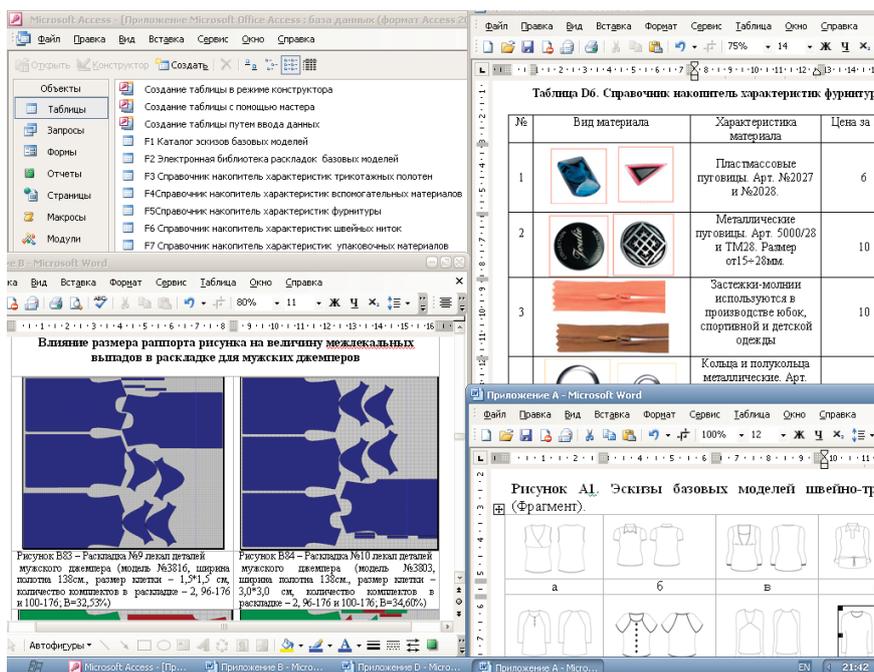


Рис. 5. Рабочее окно и информационные составляющие базы данных в программе Access

– Информация о дополнительных материалах в виде «Справочник-накопитель характеристик вспомогательных материалов», «Справочник-накопитель характеристик отделочных материалов», «Справочник-накопитель характеристик фурнитуры», «Справочник-накопитель характеристик швейных ниток», «Справочник-накопитель характеристик упаковочных материалов».

Так как разработанная БД направлена на прогнозирование материалоемкости швейно-трикотажных изделий, в ней дополнительно содержатся графики и функциональные зависимости величины межлекальных выпадов от трех факторов — комплектности раскладки, ширины и раппорта рисунка полотна и уравнения для расчета прогнозной стоимости изделий.

База данных процесса прогнозирования материалоемкости разработана с применением программы Microsoft Access, входящей в состав прикладных программ пакета Microsoft Office. Она состоит из электронных таблиц, содержащих все необходимые данные для определения прогнозной стоимости новой модели. Таблицы имеют связи для обеспечения доступа к любой требующейся информации (Рисунок 5).

Каталог базовых моделей представляет собой электронную таблицу, содержащую информацию о базовых моделях ассортиментных групп изделий в структурированном виде. Информация о моделях включает наименование модели, технический эскиз, разработанный в графической программе Corel Draw, техническое описание модели и информацию о ценовом уровне изделия (Рисунок 6).

Каталог лекал содержит эскиз внешнего вида изделия, лекал деталей, информацию об их размерах и площади, а также коэффициенты приближения для каждого лекал детали и модели изделия. Коэффициент приближения необходим для расчета прогнозного расхода трикотажного полотна для новой модели.

Каталог раскладок содержит характеристик выполненные каждой базовой модели, для полотен различной ширины, комплектности, с разными видами поверхности т.е. гладкоокрашенных и рисунчатых в клетку, в полоску по размеру раппорта 1,5; 3 и 5см.

Каталог швейных ниток содержит информацию о видах ниток, их характеристики, рекомендации по применению. Также в каталоге содержится таблица, в которой указаны виды наиболее применяемых строчек для изготовления швейно-трикотажных изделий, их внешний вид и расход ниток на 1см строчки. Эта информация необходима для расчета прогнозного расхода ниток на новую модель изделия (Рисунок 7, 8).

Каталоги фурнитуры, отделочных, вспомогательных материалов и упаковки необходимы для определения необходимого количества и стоимости этих материалов. В раздел упаковочных материалов входит также подпункт о характеристиках логотипов изделий. Хотя данные материалы составляют небольшую долю в общей стоимости всех материалов для изделия, однако информация об их стоимости позволит провести более точную оценку прогнозной стоимости новой модели изделия.

Преимуществом предложенной структуры базы данных является возможность ее дополнения в случае появления принципиально новых моделей по конструк-

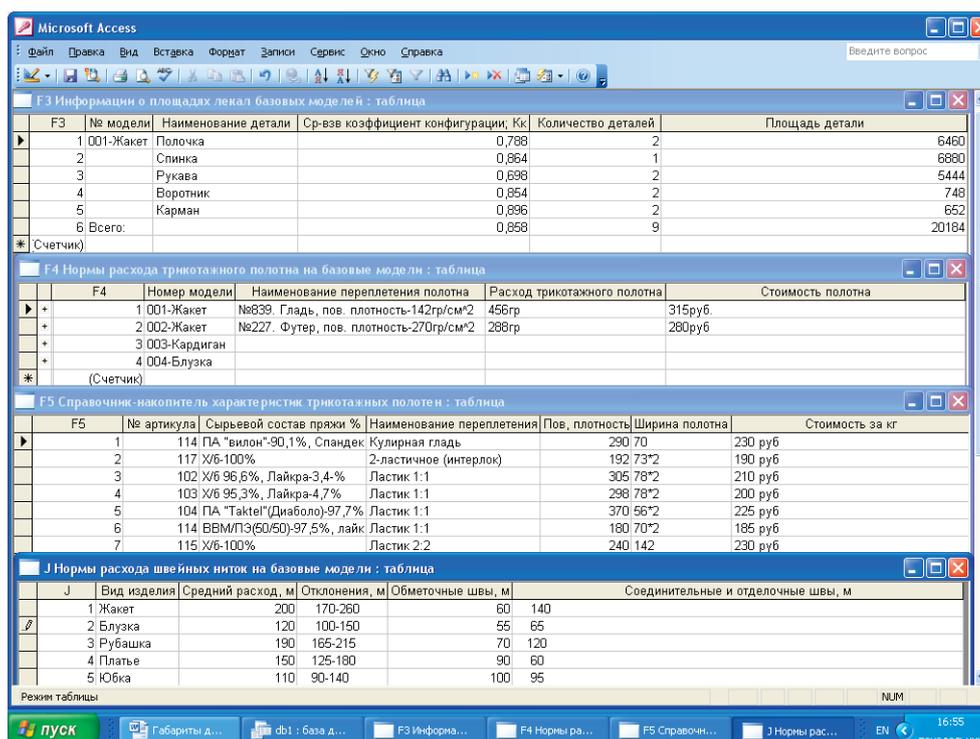


Рис. 6. Функциональные составляющие базы данных

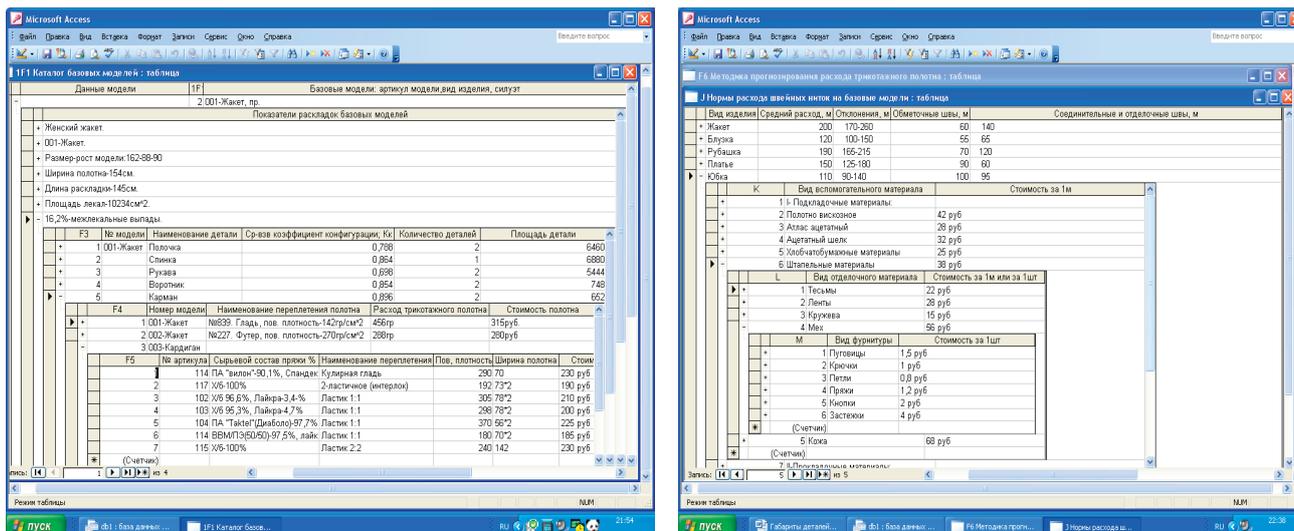


Рис. 7, 8. Структурные составляющие (F, J, K, L, M) базы данных процесса прогнозирования материалоемкости швейно-трикотажных изделий

тивно-технологическим параметрам и возможность перехода на другой более детализированный уровень прогнозирования расхода трикотажного полотна на изделие новой модели на стадии эскизного проектирования. Разработанная база данных является неотъемлемой частью методики прогнозирования материалоемкости швейно-трикотажных изделий. Ее использование позволяет

оперативно получить необходимую информацию, не обращаясь к дополнительным источникам, что позволит сэкономить достаточное количество времени, оперативно выполнить анализ этой информации и с помощью методики рассчитать прогнозную стоимость материалов новой модели по эскизу изделия, основываясь на имеющихся данных.

Литература:

1. Шишкин М. В. Разработка системы прогнозирования затрат. Экономика и управление на предприятиях. М. 2004 г.
2. Алан Р. Стратегические технологии баз данных: менеджмент на 2000 г. М. 2000 г.
3. Сергеев А. Access 2007. Новые возможности. Санкт-Петербург. 2008 г.
4. Андрейчикова О. Н. Основы проектирования баз данных: Уч. пособие. Волгоград, 2000 г.
5. Золотова С. И. Практикум по Access. М. Финансы и статистика, 2001 г.

Анализ времени, необходимого на освоение неосвоенных дидактических единиц

Бронов Сергей Александрович, доктор технических наук, профессор;
 Мартынов Александр Владимирович, аспирант;
 Тесленко Дарья Сергеевна, аспирант
 Сибирский федеральный университет (г. Красноярск)

Воспользуемся Таблицей 1, и представим наглядно дидактические единицы вместе со временем, которое необходимо для их освоения. Зная время на освоение каждой дидактической единицы, можно рассчитать время для каждой схемы не освоенных дидактических единиц, которое потребуется для их повторного освоения.

В каждой из представленных вариаций (см. Рис. 1, Рис. 2) можно найти дополнительное время, которое необходимо будет затратить на освоение дидактических единиц. В первом случае 1,4ч во втором 1,2ч. В первом случае ито-

говая сумма на освоение всех дидактических единиц увеличится с 6,6ч до 8ч, во втором же случае до 7,8ч.

Каждая вариация, является отражением незнания по каждому конкретному студенту, что дает возможность статистически предположить, сколько в среднем может понадобиться дополнительного времени на освоение дидактических единиц, путем расчета средней. В долгосрочной перспективе, если средняя будет иметь устоявшийся вид, то можно распределить ее время по дидактическим единицам, приведя тем самым общее время к более реалистичному виду.

Таблица 1. Представление материала в виде списка

	№ Д.Е.	Время на изучение	Коэффициент веса Д. Е.	Количество входных Д. Е.
Д.Е. ВХ.	1	0.3	1	0
	2	1	1	0
	3	1.1	11	0
	4	0.2	1	1
	5	0.3	1	1
	6	0.1	1	1
	7	0.5	1	1
	8	0.6	2	1
	9	0.8	2	1
	10	0.9	1	1
	11	0.1	1	6
	12	0.2	1	4
	13	1	2	1
	14	1.5	1	4
	15	0.6	1	0
	16	0.6	1	2
	17	0.8	1	1
	19	1	1	1
	20	1	1	2
	Д.Е. ВЫХ.	21	6,6	0

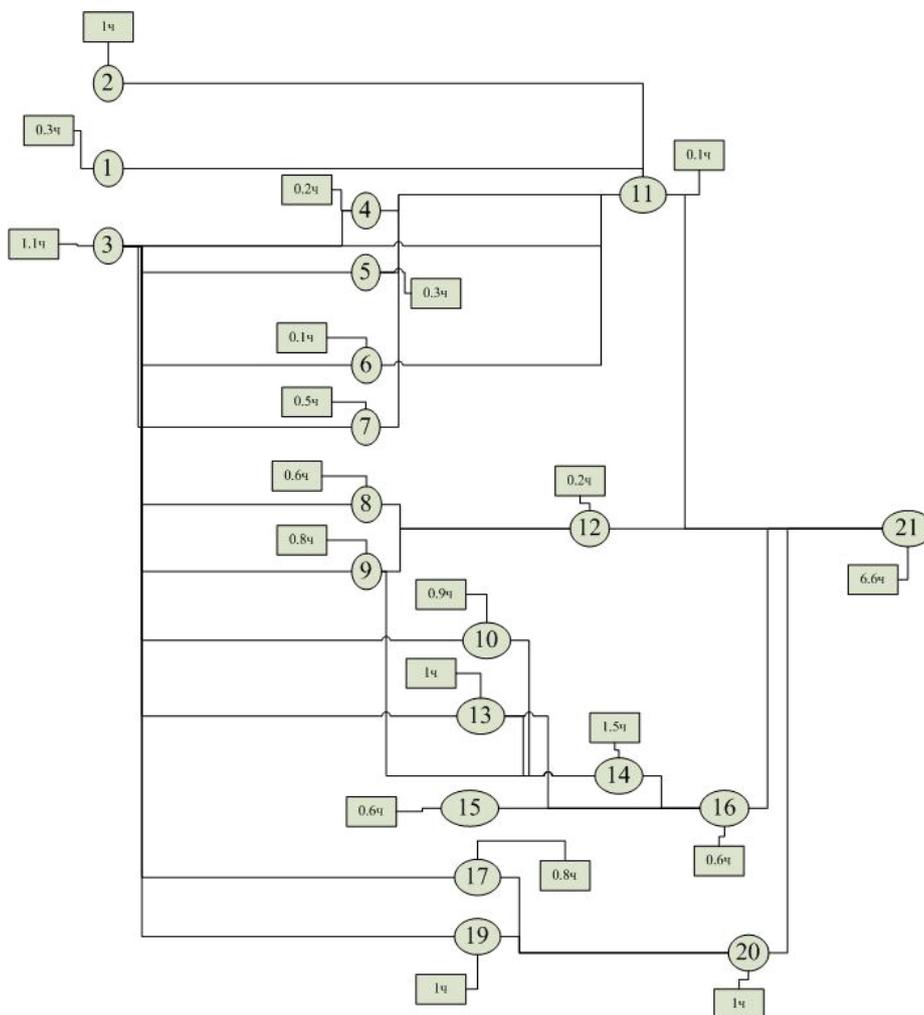


Рис. 1. Схема дидактических единиц со временем изучения каждой дидактической единицы

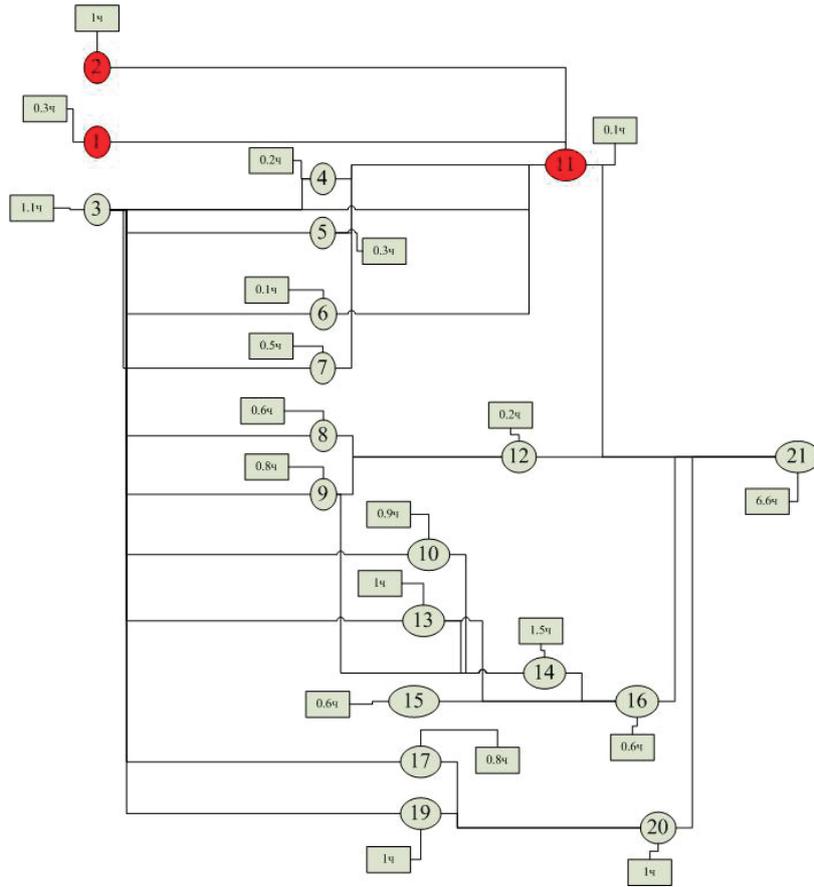


Рис. 2. Первый пример не освоенных дидактических единиц с указанием времени

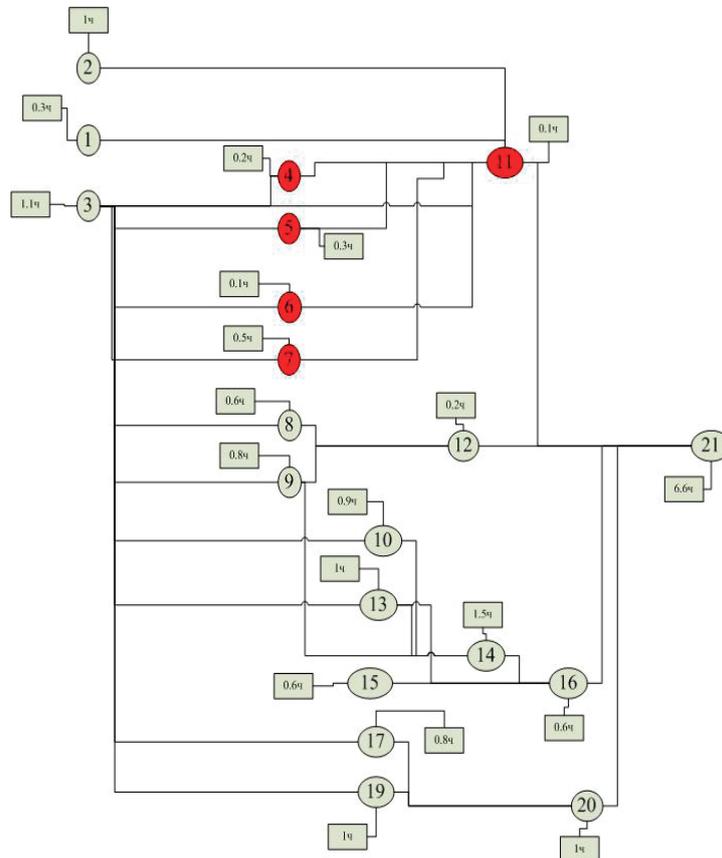


Рис. 3. Вторая вариация не освоенных дидактических единиц

Если рассмотреть всю схему взаимосвязанных дидактических единиц, то она будет представлена в виде последовательного графа, где одна дидактическая единица может быть изучена только после изучения всех предыдущих дидактических единиц, что говорит о их жесткой взаимосвязи.

Такая организация дидактических единиц не позволяет провести *методы оптимизации* изучения итоговой дидактической единицы, как в случае если бы имелась возможность изучения дидактической единицы, зная не все входящие в нее единицы, что позволило бы прибегнуть к методу *динамического программирования Беллмана*, и найти наименьшее время на изучение итоговой дидактической единицы. Если в графе дидактических единиц и имеется подобная организация, то она будет носить *вырожденный характер*.

Однако, если предположить, что дидактическая единица для своего освоения не требует от студента сто процентного результата, а достаточно знать ее в какой-либо степени, т.е. можно предположить, что дидактическая

единица имеет некоторую степень знания. Чем выше данная степень, тем больший процент знаний необходим, чтобы считать освоенной данную дидактическую единицу. Например, если рассматривать таблицу умножения, то можно с полной уверенностью говорить о том, что для ее освоения необходимо пройти тест на сто процентов. Но, если взять понятие «число», то можно говорить о том, что знание его определения не требуется в *сто процентном* виде. Большинство людей на Земле, не сможет дать его точное определение, но при этом они точно представляют себе, что подразумевает и означает данное понятие. Таким образом, на примере данных понятий, можно с уверенностью сказать, что они обладают разными степенями знания, а значит, что для понятий, в которые входит таблица умножения, может существовать только один путь освоения, если они состоят только из подобных дидактических единиц. А для понятий, в которые входит дидактическая единица «число», может существовать несколько путей достижения, тогда можно говорить о нахождении наиболее быстрого пути освоения данных понятий.

Литература:

1. В. Е. Пешкова. Педагогика Часть 4. Теория обучения (дидактика) учеб. пособие для студ. вузов.— 2010: Майкоп, 2010.— 149 с.;
2. В. В. Конев Векторная. Алгебра: учеб. пособие для студ. вузов.— 2008г: Томский политехнический университет, 2008 г.— 34 с.;
3. В. Е. Пешкова. Педагогика Часть 6. Педагогическая информатика (дидактика) учеб. пособие для студ. вузов.— 2010: Майкоп, 2010.— 151 с.;
4. Голованова Ю. В. Модульность в образовании: методики, сущность, технологии // Молодой ученый.— 2013.— № 12.— С. 422–437;
5. М. В. Кондурар. Понятие компетенция и компетентность в образовании // 2011.— 2011.— № 2(5).— С. 212–220.
6. Федеральный закон от 29 декабря 2012 г. № 273-ФЗ (ред. от 03.07.2016) «Об образовании в Российской Федерации» (с изм. и доп., вступ. в силу с 15.07.2016) // КонсультантПлюс. URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_140174/ (дата обращения: 9.10.2016).

Исследование влияния параметров приемного барабана чесальной машины на качество полуфабрикатов прядения

Валиева Зульфия Фахритдиновна, ассистент
Ташкентский институт текстильной и легкой промышленности (Узбекистан)

Садиков Фархад Самандарович, ассистент
Джизакский политехнический институт (Узбекистан)

Исследовательская работа была проведена в условиях учебной лаборатории «ТИТЛП» при выработке пряжи линейной плотности 29 текс на кольцепрядильной машине Zinser 350. Для выработки пряжи использовалось хлопковое волокно 5 типа II сорта класса «Яхши». Были изучены физико-механические показатели полуфабрикатов по переходам прядильного производства и рекомендован оптимальный вариант параметров приёмного барабана чесальной машины.

The research work was carried out in the conditions of the laboratory «TITLI» in the produced of a yarn of a linear density of 29 tex on a ring spinning machine Zinser 350. To produce yarn used cotton fiber 5 Type II grade class «Good».

Physico-mechanical parameters of semifinished products for transitions of spinning production have been studied and the optimum variant of the parameters of the licker-in of the carding machine has been recommended.

Сегодня Узбекистан — один из важных мировых производителей натуральных текстильных волокон, хлопчатобумажной ткани и трикотажа. Привлекательность отрасли для иностранных инвесторов обусловлена множеством факторов. Среди них доступность и стабильность сырьевой базы, а именно, хлопкового волокна высокого качества, доступные цены на энергоносители, квалифицированная и недорогая рабочая сила, развитая инфраструктура производства и логистики, системы финансовых и правовых услуг, емкие и неохваченные перспективные рынки сбыта в регионе.

В современном мире легкая промышленность обладает одним из самых высоких рейтингов среди отраслей, осуществляющих экспорт. Она имеет самый широкий спектр номенклатуры экспортируемых товаров — от пряжи до готовой продукции (швейные и трикотажные изделия). С этой точки зрения экспортный потенциал отрасли весьма масштабен, а Современный Узбекистан ежегодно наращивает темпы в сфере структурных преобразований текстильной промышленности. Проводимые мероприятия способствуют росту конкурентоспособности производимой продукции не только на внутреннем, но и на мировом рынке. Для поддержания конкурентоспособности отечественной продукции необходима постоянная работа, направленная на повышение её качества. Качество текстильных изделий в большой степени зависит от равномерности, чистоты и прочности пряжи, качество которой зависит от способов её подготовки. В кардной кольцевой системе прядения чесальная машина является последней машиной, на которой происходит очистка волокнистого

материала, поэтому так важно выбрать оптимальные параметры наладки её отдельных узлов. Определяющим фактором в формировании качественных показателей питающего полуфабриката является процесс кардочесания как основной процесс разделения комплексов волокон на отдельные волокна и очистки их от сорных примесей.

В результате теоретических и экспериментальных исследований выбраны оптимальные параметры приемного барабана при высокоскоростном чесании на чесальных машинах типа ДК 903.

Для решения поставленных в работе задач проведены экспериментальные исследования по проектированию свойств и параметров узла питания чесальной машины.

Исследования проводились в условиях учебной лаборатории «ТИТЛП» при выработке пряжи линейной плотности 29 текс на кольцепрядильной машине Zinseg 350 фирмы «Tuetzschleg».

Для выработки пряжи использовалось хлопковое волокно 5 типа II сорта класса «Яхши».

Чесальная лента всех вариантов протестирована на приборе USTER TESTER5M. Результаты тестирования приведены в таблице 1.

Для характеристики процесса чесания используется коэффициент $K = C_{\phi} / C_{\text{и}}$, где C_{ϕ} — фактический коэффициент массы ленты по сечению, %; $C_{\text{и}}$ — коэффициент вариации идеальной чесальной ленты, %.

Пределом снижения неровноты чесальной ленты можно считать идеальную неровноту $C_{\text{и}}$ [2].

Идеальная неровнота чесальной ленты определяется закономерностью Пуассона по формуле

Таблица 1. Показатели качества чесальной ленты

№	Наименование показателей	Варианты								
		1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	Линейная плотность, ктекс	5,0	5,2	5,13	5,1	5,0	5,2	5,0	5,14	5,0
2	Номер метрический	0,2	0,192	0,195	0,196	0,2	0,192	0,2	0,195	0,197
3	Коэффициент вариации по отрезкам, %									
	1м	1,04	0,88	1,08	1,22	1,2	1,27	1,32	1,29	1,36
	3м	0,76	0,64	0,78	0,88	0,87	0,92	0,96	0,94	0,99
	5м	0,62	0,53	0,65	0,73	0,72	0,76	0,79	0,77	0,82
4	Неровнота по сечению, %									
	— линейная, U_m	2,71	2,58	2,80	2,93	2,88	3,12	3,26	3,21	3,40
	— коэффициент вариации, C_m	3,42	3,25	3,53	3,69	3,62	3,93	4,11	4,04	4,28
	— Уровень UST	68	65	71	74	73	79	83	81	86
5	Теоретическая (идеальная) неровнота чесальной ленты по сечению, $C_{\text{и}}$ %	0,5949	0,586	0,5875	0,5891	0,5949	0,583	0,5940	0,5868	0,5903
6	Коэффициент K , характеризующий процесс сечения	5,75	5,6	6,0	6,3	6,0	6,7	6,9	6,9	7,3
7	Оценка процесса, чесания	хор	хор	хор	хор	хор	удов	удов	удов	удов

$$C_u = 100 / \sqrt{n},$$

где n — число волокон в сечении ленты.

$$n = \frac{T_d}{T_b}$$

Подсчитанное значение C_u для каждого варианта приводится в таблице 2.

Считают, что при $K=4,5-6,5$ технологический процесс на чесальной машине протекает хорошо, при $6,8-8,0$ удовлетворительно, при $K=8,5$ и выше плохо.

Из таблицы 1 видно, что в вариантах 1–5 технологический процесс оценивается как «хороший», т.е. при частоте вращения приемного барабана 1950 об/мин на всех выбранных разводках; с снижением частоты до 1850 об/мин процесс считается хорошим при разводках 0,005–0,007 дюймов, а при разводке 0,009 дюймов удовлетворительным. С уменьшением частоты вращения до 1750 об/мин процесс чесания на всех разводках оценивается как «удовлетворительный». Зависимость неровноты чесальной ленты по длинным (1 м) отрезкам и по сечению

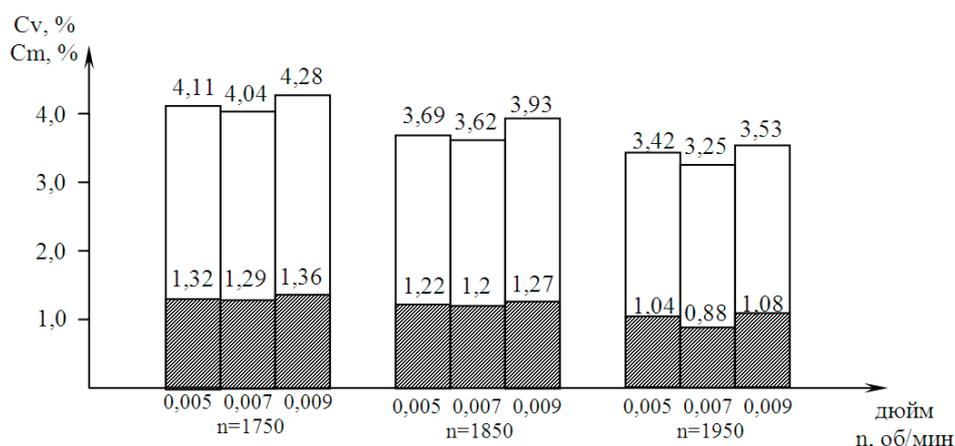


Рис. 1. Зависимость неровноты чесальной ленты от параметров настройки узла приемного барабана.

□ — коэффициент вариации по 1 м отрезкам, Cv%.
 ▨ — коэффициент вариации по сечению, Cm%.

Таблица 2. Показатели качества ленты и ровницы

№	Наименование показателей	Варианты								
		1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	Лента с ленточной машины									
	— линейная плотность, ктекс	5,0	5,01	5,0	5,02	5,0	5,1	5,05	5,09	5,0
	— коэффициент вариации по отрезкам длиной									
	1м	0,81	0,69	0,84	0,95	0,92	0,98	1,03	1,02	1,1
	3м	0,59	0,50	0,61	0,69	0,67	0,71	0,75	0,75	0,80
	5м	0,48	0,41	0,49	0,56	0,54	0,58	0,61	0,60	0,65
	неровнота по сечению:									
	— линейная U_m , %	2,40	2,29	2,48	2,60	2,65	2,77	2,89	2,85	3,02
— коэффициент вариации C_m , %	3,0	2,86	3,1	3,26	3,32	3,48	3,64	3,59	3,81	
Отношение C_m / U_m	1,252	1,251	1,252	1,255	1,254	1,256	1,261	1,260	1,261	
2	Ровница									
	— линейная плотность, текс	678	676	676	673	673	675	676	675	673
	— коэффициент вариации по отрезкам длиной									
	1м	1,81	1,8	1,82	1,9	1,88	1,93	2,01	2,0	2,4
	3м	1,39	1,4	1,45	1,46	1,45	1,48	1,55	1,54	1,85
	неровнота по сечению:									
	— линейная, U_m	4,21	4,08	4,20	4,51	4,44	4,51	4,76	4,68	4,82
	— коэффициент вариации, C_m	5,28	5,11	5,27	5,66	5,58	5,73	6,01	6,00	6,1
отношение C_m / U_m	1,253	1,252	1,254	1,256	1,256	1,271	1,26	1,26	1,26	

от параметров узла приемного барабана наглядно видна на рис. 1.

Из таблицы 1 также видно, что неровнота чесальной ленты по сечению при частоте вращения 1750 об/мин (варианты 7, 8, 9) отвечает требованиям 81–86% уровня по Устер статистик, а уровень чесальной ленты 1, 2, 3 вариантов ($n=1950$ об/мин) значительно ниже — 65–71%, что говорит о лучшей структуре чесальной ленты.

Из чесальной ленты каждого варианта в один ленточный переход наработана экспериментальная ровница.

Результаты тестирования ленты и ровницы на приборе USTER TESTER5M приведены в таблице 2.

Из таблицы 2 следует, что распределение массы волокон по сечению ленты и ровницы 1–3 вариантов соответствует нормальному закону распределения (норма $C_m/U_m=1,25$). В вариантах 4–6 некоторая асимметрия распределения $C_m/U_m=1,256–1,257$, а в вариантах 7–9 асимметрия распределения увеличивается до 1,26–1,261.

Увеличение значения показателя асимметрии распределения возможно от периодических или случайных воз-

действий разных факторов, в том числе от групповых сдвигов волокон в вытяжных приборах, что возможно при использовании чесальной ленты из недостаточно распутанных, очищенных и неравномерно распределенных волокон по длине чесальной ленты. Лучшая неровнота ровницы по длинным отрезкам и по сечению во 2-м варианте ($n=1950$, $R=0,007$ дюйм) отвечает требованиям 30% уровня по Ust, наименее оптимальная неровнота ровницы в 9-м варианте ($n=1750$, $R=0,009$ дюйм) отвечает требованиям 45% уровня по Ust.

Таким образом, можно сделать вывод, что с увеличением частоты вращения третьего приемного барабана и одновременной установке минимально возможной разводки между приемным и главным барабанами неровнота полуфабрикатов уменьшается, что способствует к выработке наиболее качественной пряжи, у которой коэффициент вариации по разрывной нагрузке снижается. Наиболее оптимальными параметрами настройки приемного барабана являются: частота вращения приемного барабана — 1950 об/мин, разводка между приемным и главным барабанами 0,007 дюйма (0,17мм).

Литература:

1. В. К. Крючкова, С.С. Максудов и др. Пути повышения конкурентоспособности хлопкобумажной пряжи и тканей. Ташкент. ГФНТИ, 1993.
2. С. Л. Матисмаилов, Р.З. Бурнашев, Л. А. Амзаев. Экспериментальное исследование условий взаимодействия гарнитуры с бородкой в узле приемного барабана чесальной машины. Тезисы докладов «Научным разработкам широкое внедрение в практику», Иванова, 1988.
3. Г. Б. Леонова, Л.П. Ладынина. Влияние засоренности волокна на качество пряжи. Сб.науч.тр. ЦНИХБИ, М: 1980.
4. И. Г. Борзунов, К.И. Бадалов и др. Прядение хлопка и химических волокон, — М: Легпромбытиздат, 1986.

Принцип работы и устройство автомобильного кондиционера

Галка Галина Александровна, старший преподаватель;

Иванов Роман Александрович, студент;

Думлер Марк Георгиевич, студент

Донской государственной технической университет (г. Ростов-на-Дону)

Процесс кондиционирования воздуха в автомобиле — это формирование и поддержание микроклимата в салоне, т.е. регуляция температуры воздуха, уменьшение его влажности, циркуляция, очищение, устранение запахов. Кондиционер является сложной замкнутой геометрической системой, где с помощью хладагента и принудительной циркуляции происходит отвод тепла из салона автомобиля. Автомобильный кондиционер функционирует исключительно при включенном двигателе. Его принцип работы: с помощью компрессора происходит непрерывное сжатие и циркуляция хладагента, во время сжатия хладагент из газообразного состояния переходит в жидкое, при этом конденсируясь в теплообменнике-конденсаторе и выделяя тепло. Потом при обратном переходе в состояние газа (испарение) в теплообменнике происходит поглощение тепла. Оптимальная температура: 18–20°C; влажность: 30–70%. [1]

Испаритель, который находится в салоне автомобиля, непрерывно снижает температуру воздуха. А хладагент переносит тепло в кондиционер, который находится вне салона, и освобождается от этого тепла. Данный цикл непрерывно повторяется, следовательно, из салона постоянно отводится тепло. Хладагент представляет собой газ, находящийся в системе. Сейчас уже все чаще в устройстве автомобильного кондиционера применяется фреон R134a.



Рис. 1. Основные элементы и принцип работы автомобильного кондиционера



Рис. 2. Компрессор

Компрессор — сложнейший и основной агрегат системы автомобильного кондиционера. Его назначение — сжатие газообразного хладагента низкой температуры и низкого давления и превращение его в газ высокой температуры и высокого давления. Смазывается компрессор с помощью специального масла, которое циркулирует по системе вместе с хладагентом.

Конденсатор — радиатор кондиционера, обычно из алюминия. Внутри его происходит конденсация (переход в жидкое состояние) хладагента, который нагнетается компрессором с попутным выделением тепла в атмосферу. [2]

Конденсатор оборудован дополнительными электроклапанами и для обеспечения ему интенсивного обдува устанавливается перед радиатором системы охлаждения.

Испаритель — это теплообменник, обычно алюминиевый. Преобразование хладагента из жидкого в газообразное состояние (испарение) протекает с поглощением тепла. Испаритель вместе с радиатором отопителя находится в салоне автомобиля на линии входящего воздушного потока, что позволяет эффективно снижать его температуру.



Рис. 3. Конденсатор



Рис. 4. Испаритель

Ресивер-осушитель является резервуаром для жидкого хладагента и устанавливается на выходном трубопроводе конденсатора перед испарителем. Служит для очистки хладагента от примесей и воды. Ресивер-осушитель может быть оборудован смотровым окном для проверки уровня хладагента.

Расширительный клапан или РК, или «терморегулирующий вентиль» — ТРВ, отвечает за количество хладагента, поступающего в испаритель, и представляет собой устройство, изменяющее производительность системы в зависимости от режима работы и внешних условий. Установлен на испарителе, иногда — в отсеке двигателя на входной трубке испарителя.

Система кондиционирования, разработанная нами, оснащена датчиками давления, клапанами и предохранителями.

Датчик низкого давления производит отключение компрессора, если давление в системе менее 2 кг/см² и включение — при 2,3 кг/см². Это делается для того, чтобы не произошло заклинивание компрессора, а также при аварийном сбросе хладагента или его утечке, нарушении циркуляции масла.

Датчик высокого давления производит отключение компрессора при давлении хладагента в системе — 30–34 кг/см² и включение — при 26 кг/см². Датчик включения дополнительных электро вентиляторов обдува конденсатора срабатывает при повышении давления в системе до 19–22 кг/см² и выключается — при 14–16 кг/см². [3]

Рассчитаем холодопроизводительность установки

$$\dot{Q} = k \cdot d \cdot \Delta T$$

Геометрические размеры испарителя

$$(0,12 * 0,35 * 0,07) \text{ м}$$

$$\text{Площадь поверхности испарителя } d = (0,12 \cdot 0,35) \times 2 + (0,35 \cdot 0,07) \cdot 2 + (0,12 \cdot 0,07) \cdot 2 = 0,15 \text{ (м}^2\text{)}$$

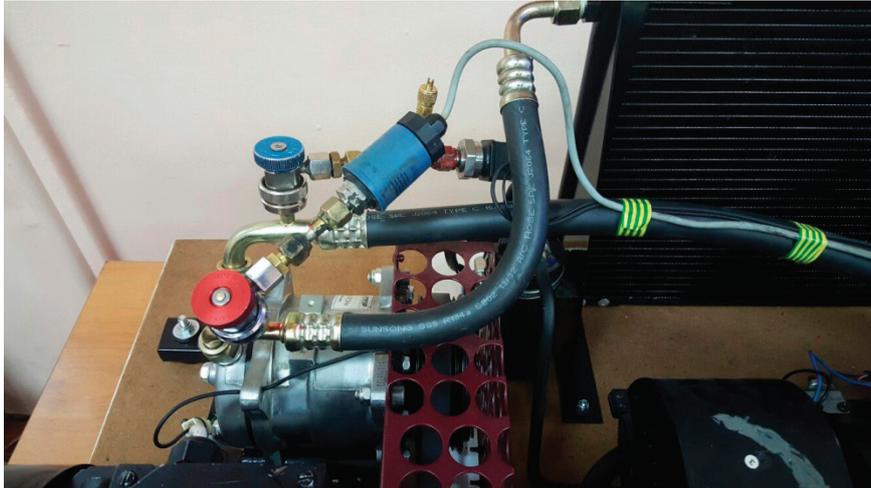


Рис. 5

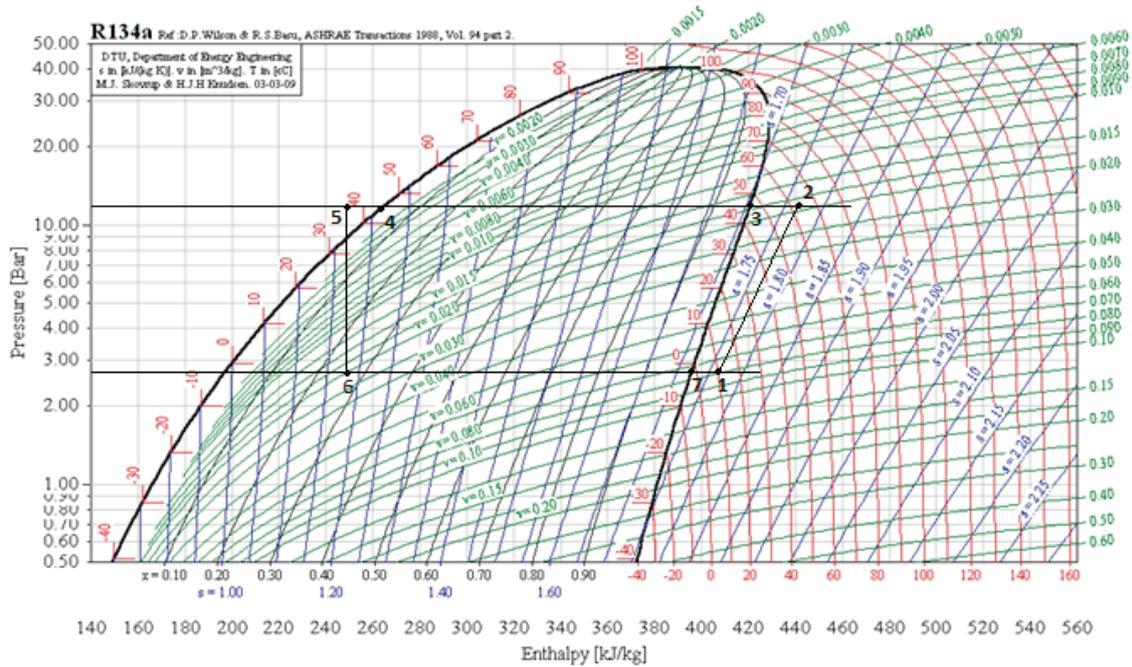


Рис. 6. Экспериментальное определение и расчет основных экспериментальных параметров автомобильного кондиционера

коэффициент теплопередачи поверхности $k = 8 \frac{Вт}{м^2К}$

$DT = 22 + 2 = 24 (К)$

$Q = 8 \times 0,15 \times 24 = 28,8 (Вт)$

Удельная холодопроизводительность по циклу на i-d диаграмме:

$q = i_7 - i_6 = 390 - 245 = 15510^3 \left(\frac{Дж}{кг} \right)$

Массовый расход $\dot{m} = \frac{Q}{q} = \frac{28,8}{15510^3} = 18 \cdot 10^{-5} \left(\frac{м}{с} \right)$

Удельная работа компрессора $l = i_2 - i_1 = 439 - 408 = 31 \cdot 10^3 \left(\frac{Дж}{кг} \right)$

Полезная мощность компрессора $N_{\text{полезн}} = \dot{m} = 3110^3 1810^{-5} = 5,58 (Вт)$

Сила электрического тока $I = 14,6 А$

Электрическое напряжение $U = 220 В$

Потребляемая мощность $N_{\text{потр}} = IU = 14,6220 = 3212 (Вт)$

$$\text{КПД компрессора} = \frac{N_{\text{полезн}}}{N_{\text{потр}}} = \frac{5,58}{3212} = 0,0017$$

$$\text{Степень повышения давления в компрессоре} = \frac{P_2}{P_1} = \frac{10,12}{1,88} = 5,38$$

$$\text{Холодильный коэффициент} = \frac{q}{l} = \frac{15510^3}{3110^3} = 5$$

$$Q_{\text{в.к}} = q\dot{m} = 15510^3 1810^{-5} = 27,9 (Вт)$$

$$Q_{\text{конд}} = (i_2 - i_4) \cdot \dot{m} = (440 - 260) \cdot 18 \cdot 10^{-5} = 32,40 (Вт)$$

Выводы:

Произведен расчет основных термодинамических параметров автомобильного кондиционера.

Построен цикл холодильной машины автомобильного кондиционера на i-d диаграмме.

Установлено, что численное значение теплоты отведенной от испарителя полученное по диаграмме совпадает с теоретическим расчетом.

Экспериментально определен холодильный коэффициент автомобильного кондиционера, = 5.

Литература:

1. Доссат Рой Дж. Основы холодильной техники. Пер с англ. — М.: Легкая и пищевая пром-ть, 1984. — 520 с.
2. Нашокин В.В. Техническая термодинамика и теплопередача: Учеб. Пособие для вузов. — 3-е изд., испр. и доп. — М.: Высш.школа, 1980. — 469 с.
3. Кругляк И. Н. Бытовые холодильники (устройство и ремонт). Учеб. пособ. М., Легкая индустрия, 1974, 205 с.

Применение объемной георешетки в основании дорожной одежды

Земляк Вероника Андреевна, студент;

Пятница Антон Васильевич, студент

Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет

И для кого не секрет, что в нашей стране преобладают сложные гидрогеологические условия. Решить проблему строительства автодорожных и железнодорожных насыпей в таких районах можно армированием основания объемными георешетками. Данный материал относится к группе геосинтетиков и активно внедряется в современные конструкторские решения.

Слабые грунты основания выражены водонасыщенными глинистыми грунтами, заторфованными участками, тиксотропными свойствами и другими особенностями. Слабым грунтом по ГОСТ Р 54476–2011 «Грунты. Методы лабораторного определения характеристик сопротивляемости сдвигу грунтов в дорожном строительстве» считается грунт, имеющий прочность на сдвиг в природном залегании менее 0,075 МПа или модуль осадки более 50 мм/м при нагрузке 0,25 МПа. При этом, согласно ГОСТ

25100–2011 «Грунты. Классификация» по деформируемости к слабым грунтам относятся дисперсные, с модулем деформации менее 5 МПа и, в том числе, по консистенции с показателем текучести свыше 0,5 д.е.

Объемная георешетка создана специально для решения задач в сложных условиях. Свое начало геоячейки берут с 1980х гг. в США компанией Presto Products Company, а широкое применение материала, в том числе в гражданском строительстве, началось в 1991 году после военной операции «Буря в пустыне» по заказу армии США. Георешетка справилась с большими нагрузками, что обеспечило высокопроходимость тяжелой военной техники по пескам пустыни.

По ОДМ 218.3.032–2013 пространственная георешетка или геосотовый материал (далее георешетка) — это геосинтетический материал ячеистой конструкции,

похожий по текстуре на пчелиные соты, образованный из полиэфирных геополос, связанных между собой высокопрочными сварными швами в шахматном порядке. В рабочем состоянии существуют разные конфигурации ячеек: 160x160; 210x210; 320x320 или 440x440 мм. Раз-

меры ячеек, их высота и внешний вид у производителей варьируются. Выбор материала определяется его назначением, эксплуатационными нагрузками, конструктивными особенностями. Общий вид геосотового материала представлен на рисунке 1.

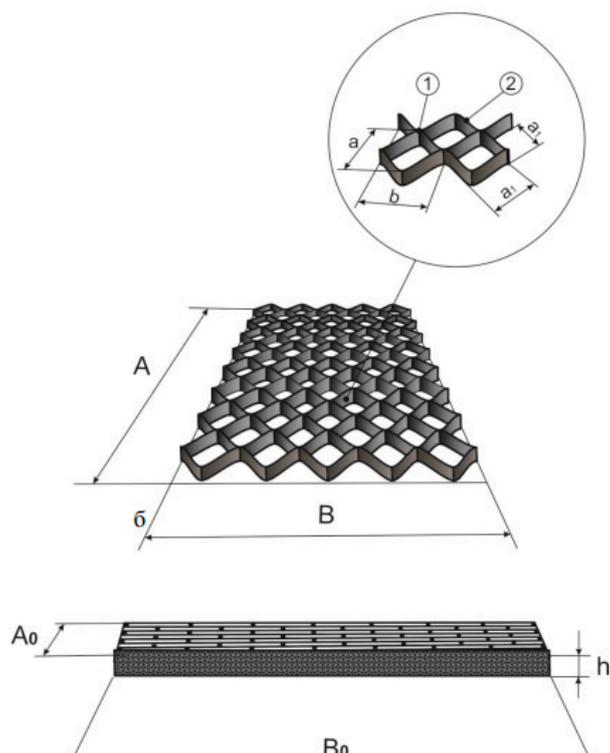


Рис. 1. Общая схема георешеток в рабочем состоянии: 1 — сварной шов, 2 — геополосы, A и B — длина и ширина модуля, a и b — размер ячейки по диагонали в направлении длины и ширины

Георешетки обширно применяется в конструкции дорожной одежды, при благоустройстве территории, укрепления откосов и выемок, устройства парковочных мест, в конструкции насыпей на слабых грунтах. Данный вид материала представляет собой композитную систему, работающую преимущественно на растяжение при изгибе и выполняющую функцию распределения. Механические свойства системы определяются свойствами применяемого заполнителя и геометрическими параметрами самой георешетки, создавая изгибную жесткость элемента. При этом, используя перфорированные геоленты, необходимо учитывать отверстия, понижающие прочностные показатели композитной системы.

В качестве заполнителя применяются дискретные материалы, представленные песком и щебнем разного гранулометрического состава, местным непучинистым грунтом и плодородной почвой, а также бетоном. Композитная система с бетоном представляет собой блочную систему с повышенной температурной трещиностойкостью за счет образования условных деформационных швов между ячейками.

Основными преимуществами георешетки и целями применения ее в дорожном строительстве являются:

- повышение прочностных характеристик дорожной конструкции при меньшем объеме расхода дисперсного материала в ее основании;

- замена покрытия из железобетонных плит на менее жесткую временную конструкцию, обеспечивающую движение транспортных средств на первой стадии строительства дороги на заболоченных территориях;

- повышение устойчивости основания насыпи и снижение неравномерности осадки со сведением к минимуму колееобразования, как следствие деформаций.

Существует два типовых решения применения георешетки в конструкции насыпи на слабом основании: в уровне подошвы насыпи (рис. 2); многоуровневое армирование насыпи (рис. 3). Последний способ также обеспечивает общую устойчивость откосов насыпи. В дополнение к основным методам возможно применение георешетки в составе гибкого ростверка совместно с другими геосинтетическими материалами при устройстве свайного основания дорожной насыпи.

Выбор георешетки при проектировании необходимо обосновывать специальными расчетами и соблюдать конструктивные требования, одно из которых указывает,

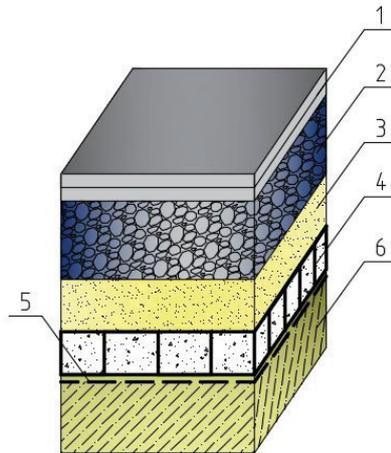


Рис. 2. Общий вид конструкции с применением георешетки в основании насыпи на слабом основании: 1 — слой дорожного покрытия; 2 — несущее основание (щебень); 3 — дополнительный слой основания (песок); 4 — объемная георешетка, заполненная непучинистым грунтом; 5 — геотекстиль; 6 — слабое основание

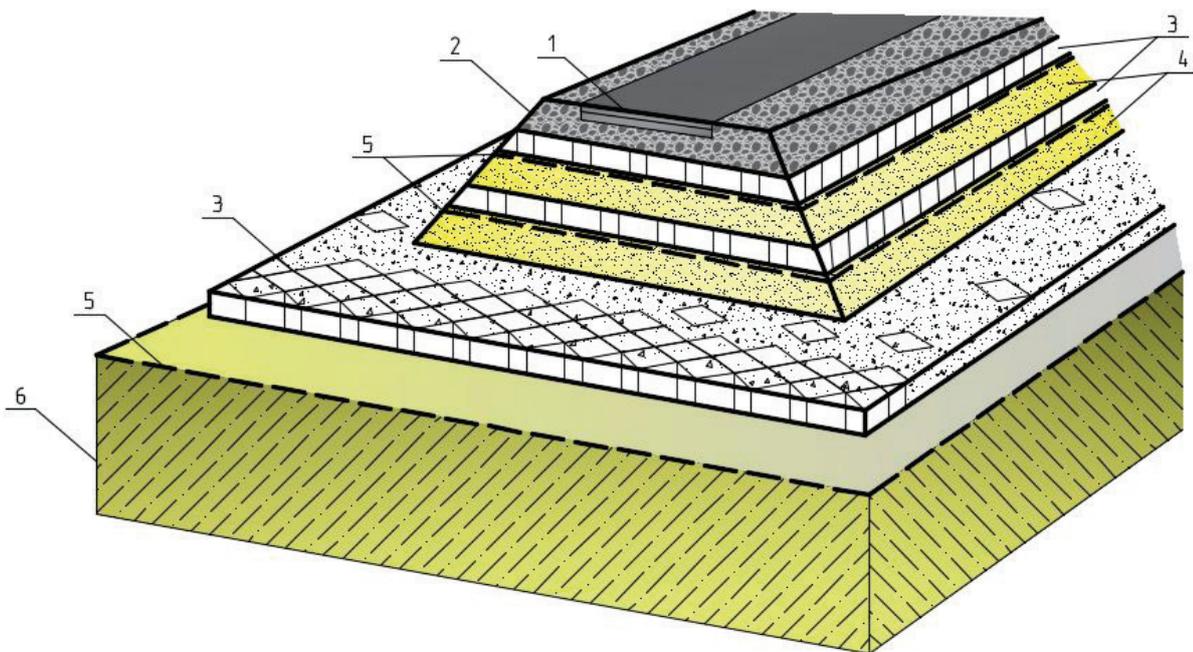


Рис. 3. Общий вид конструкции с многоуровневым армированием высокой насыпи объемной георешеткой: 1 — слой дорожного покрытия; 2 — несущее основание (щебень); 3 — объемная георешетка, заполненная непучинистым грунтом; 4 — дополнительный слой основания (песок); 5 — геотекстиль; 6 — слабое основание

что минимальная высота георешетки в основании конструкции на слабом грунте должна быть не менее 150 мм. Расчет дорожных одежд с применением георешеток рассчитывается по трем критериям, согласно действующей нормативной документации: упругий прогиб, сдвиг, растяжение при изгибе.

Основной расчетной характеристикой является модуль упругости E_n , который допускается принимать при проектировании как для композитной системы в зависимости от заполнителя по Б.1 ОДМ 218.3.032–2013. Ввиду того, что эта характеристика является основополагающей при решении задачи, то возникает актуальный вопрос о точ-

ности ее определения. Для определения ее фактических значений проводят штамповые полевые испытания, но механизм взаимодействия элементов остается до сих пор достаточно сложным.

В настоящее время еще одним актуальным вопросом области применения георешетки является недостаточность обоснования проектных решений. Это в первую очередь ведет к удорожанию строительства, ввиду образования двух противоположных результатов: перерасход материала с небольшим коэффициентом полезного использования и недостаточность принятых решений, что влечет выключение материала из работы в составе конструкции.

Последнее утверждение является одной из причин последующих прогрессирующих деформаций в конструкции дорожной одежды и необходимости проведения мероприятий по реконструкции.

Основополагающим условием для проверки при проектировании является обеспечение прочности геосинтетического материала при растяжении с учетом поправочных коэффициентов. Определить возникающие в конструкции растягивающие усилия можно методом численного моделирования с помощью современных про-

граммных комплексов, которые открывают большие возможности перед специалистами данной отрасли.

В завершении сказанного, имеют место следующие выводы:

- применение объемной георешетки в сложных гидрогеологических условиях является эффективным методом стабилизации конструкции дорожной одежды;
- при проектировании необходим комплексный подход к решению задачи, для должного обоснования выбора конструкции.

Литература:

1. ГОСТ Р 54476–2011 «Грунты. Методы лабораторного определения характеристик сопротивляемости сдвигу грунтов в дорожном строительстве».
2. ОДМ 218.3.032–2013 «Методические рекомендации по усилению конструктивных элементов автомобильных дорог пространственными георешетками (геосотами).
3. ГОСТ 25100–2011 «Грунты. Классификация».
4. ОДН 218.046–01 «Проектирование нежестких дорожных одежд».
5. Пособие по проектированию земляного полотна автомобильных дорог на слабых грунтах. М 2004.

Изменение качественных показателей шелка-сырца, полученного различными способами

Исраилова Саджида Мирхаликовна, старший преподаватель
Ташкентский институт текстильной и легкой промышленности (Узбекистан)

Ёдгорова Хилола Исроиловна, ассистент
Джизакский политехнический институт (Узбекистан)

Научно-исследовательские работы проведены в лаборатории кафедры «Технология шелка и прядения». В обычных лабораторных условиях на механическом кокономотальной машине КМС-10 и экспериментальным путем, т.е после сортировки на калибровочных коробках, из гибрида Тетрагибрид-4 был получен шелк-сырец линейной плотности 3,23 текс, определены его физико-механические свойства и на основе проведенных исследований рекомендован для производства определенный вариант.

В настоящее время производство конкурентоспособных на мировом рынке коконов, шелка-сырца и изготовленных из шелка изделий требует решения ряда проблем. Шелконосность и качественные показатели коконов во многом зависят от состава гибридов и генетики подготавливаемых грен.

Опыт существующей в нашей республике селекции и практики шелководства показывает, что у гибридов, имеющих высокую шелконосность, показатели плодовитости оказываются невысокими. По этой причине, гибридные станции и заводы по подготовке грен сталкиваются со многими трудностями. В связи с этим, особенно важными являются исследования, направленные на повышение шелконосности и наследственных особенностей гибридов, полученных путем селекции. Особенно актуальной задачей современной селекции и генетики и является создание методов, позволяющих пропорционально

повышать шелконосность и плодовитость гибридов шелкопряда. Например, качественные признаки, получаемых на кокономотальных предприятиях шелка-сырца зависит от линейной плотности, длины, равномерности, пороков коконной нити, формы кокона.

Кроме того, пороки шелка-сырца в зависимости от возникновения могут быть мелкими и крупными, которые могут привести к повышению обрывов в последующих технологических процессах, ухудшить внешний вид. Естественно, все это отрицательно влияет на качественные показатели готовой продукции.

В настоящее время, когда ставится задача повышения качество получаемого на кокономотальных фабриках шелка-сырца до уровня мировых стандартов, предъявляются особые требования к показателям относительного отклонения линейной плотности от номинальной, коэффициента вариации по линейной плотности, пере-

моточной способности, чистоты по мелким и крупным порокам, разрывной нагрузки, разрывного удлинения, связности. Эти показатели шелка-сырца имеют решающее значение для производства высококачественной шелковой продукции.

В связи с тем, что производительность кокономотальных предприятий нашей республики напрямую зависит от качества коконов, изучением влияющих на него факторов можно предложить новые усовершенствованные методы получения качественных коконов

Для получения на кокономотальных фабриках качественного шелка-сырца в рыночных условиях проведены научно-исследовательские работы. Для этого были исследованы качественные показатели шелка-сырца линейной плотности 3,23 текс, полученного обычным

и экспериментальными способами, на современных приборах.

Результаты проведенных испытаний приведены в таблицах 1 и 2.

Сравнение полученных результатов испытаний со стандартными показателями показывает, что квадратическая неровнота по линейной плотности шелка-сырца линейной плотности 3,23 текс, полученного из гибрида Тетрагибрид-4 обычным способом снизилась на 20,0%, перемоточная способность — на 41,2%, чистота по крупным порокам — на 2,2%, состояние мотка — на 8,6%; чистота по мелким порокам увеличилась на 11,1%, относительная разрывная нагрузка уменьшилась на 3,2%, разрывное удлинение не изменилось, связность повысилась на 37,5%; квадратическая неровнота шелка-сырца, по-

Таблица 1. Результаты испытаний шелка-сырца линейной плотности 3,23 текс, полученного из гибрида Тетрагибрид-4 опытной калибровки

п/н	Наименование показателей	По нормативному документу	Отклонение	Результаты
Основные показатели				
1.	Относительное отклонение кондиционной линейной плотности от номинальной, %	+6,5 -5,0	+2,1	Соответствует
2.	Квадратическая неровнота по линейной плотности, %	Для 1-сорта не более 10,6	2,5	1-сорт
3.	Перемоточная способность, количество обрывов, приходящееся на 1 кг сырья	Для 1-сорта не более 17,0	9,0	1-сорт
4.	Чистота по крупным порокам, %	Для 1-сорта не менее 91	94,0	1-сорт
Второстепенные показатели				
5.	Состояние мотка, баллы	Для 1-сорта не более 3,5	2,8	1сорт
6.	Чистота по мелким порокам, %	80	91,0	Соответствует
7.	Относительная разрывная нагрузка, гс/текс	31,0	34,0	Соответствует
8.	Разрывное удлинение, %	17,0	18,0	Соответствует
9.	Связность, не менее числа хода каретки	30	51,0	Соответствует

Таблица 2. Результаты испытаний шелка-сырца линейной плотности 3,23 текс, полученного из гибрида Тетрагибрид-4 обычной калибровки

п/н	Наименование показателей	По нормативному документу	Отклонение	Результаты
Основные показатели				
1.	Относительное отклонение кондиционной линейной плотности от номинальной, %	+6,5 -5,0	+6,4	Соответствует
2.	Квадратическая неровнота по линейной плотности, %		8,5	1-сорт
3.	Перемоточная способность, количество обрывов, приходящееся на 1 кг сырья	Для 1-сорта не более 17,0	10,0	1-сорт
4.	Чистота по крупным порокам, %	Для 1-сорта не менее 91	89,0	2-сорт
Второстепенные показатели				
5.	Состояние мотка, баллы	Для 1-сорта не более 3,5	3,2	1-сорт
6.	Чистота по мелким порокам, %	80,0	90,0	Соответствует
7.	Относительная разрывная нагрузка, гс/текс	31,0	30,0	Несоответствует
8.	Разрывное удлинение, %	17,0	17,0	Соответствует
9.	Связность, не менее числа хода каретки	30,0	48,0	Соответствует

лученного опытным путем, снизилась на 76,4%, перемоточная способность — на 47,1%, чистота по крупным порокам увеличилась на 3,2%, состояние мотка ухудшилось на 20,0%, чистота по мелким порокам увеличилась на 12,1%, относительная разрывная нагрузка — на 8,9%, разрывное удлинение — на 5,6%, связность — на 41,2%.

В результате сравнения полученных данных установлено, что квадратическая неровнота по линейной плотности шелка-сырца, полученного опытным способом по сравнению с показателями шелка-сырца, полученного обычным способом, уменьшилась на 70,6%, перемоточная способность — на 10,0%, чистота по крупным порокам повысилась на 5,4%, состояние мотка снизилось на 12,5%, чистота по мелким порокам увеличилась на 1,1%, относительная разрывная нагрузка — на 11,8%, разрывное удлинение — на 5,6%, связность — на 5,9%. Таким образом, качественные показатели шелка-сырца линейной плотности 3,23 текс, полученного опытным путем из гибрида Тетрагибрид-4, относительно высокие

по сравнению с показателями шелка-сырца, полученного обычным способом.

В заключении можно сделать выводы о том, что по результатам сравнения показателей шелка-сырца, полученного опытным путем, со стандартными показателями, квадратическая неровнота по линейной плотности уменьшилась на 76,4%, перемоточная способность — на 47,1%, чистота по крупным порокам увеличилась на 3,2%, состояние мотка снизилось на 29,9%, чистота по мелким порокам увеличилась на 12,1%, относительная разрывная нагрузка — на 8,8%, разрывное удлинение — на 5,6%, связность — на 41,2%; квадратическая неровнота по линейной плотности шелка-сырца, полученного обычным способом, уменьшилась на 20,0%, перемоточная способность — на 41,2%, чистота по крупным порокам — на 2,2%, состояние мотка — на 8,6%, чистота по мелким порокам увеличилась на 11,1%, относительная разрывная нагрузка снизилась на 3,2%, разрывное удлинение не изменилось, связность увеличилась на 37,5%.

Литература:

1. Алимова Х.А. Жаҳон бозори шароитида ипак маҳсулотларини сифатини ошириш ва ассортиментини кўпайтириш // Ж. Ипак. — 1998. — № 1. — Б. 6.
1. Алимова Х.А. Пилла ва ипак сифатини жаҳон андозалари даражасига кўтарайлик // Ж. Ипак — 1996. — № 1. — Б. 4.
1. Мухаммедов М. М. Хом ипак сифатини яхшилаш-муҳим иқтисодий масала // Ж. Ипак — 1996. — № 2. — Б. 3.
2. Алимова Х.А. Проблемы создания безотходной технологии производства и переработки натурального шелка (Обзор). — Ташкент: ГФНТИ-

Метод мониторинга информационной безопасности на основе интерполяции значений оценок в таблице моментов

Кадыров Мирхусан Мирпулатович, старший преподаватель
Ташкентский государственный технический университет имени Ислама Каримова (Узбекистан)

Математическое ожидание и дисперсия распределения на соседних временных интервалах должны не очень сильно отличаться, поэтому их оценки могут быть получены в результате интерполяции по значениям, хранящимся в специально для этого созданной таблице моментов (имеются в виду 1 и 2 моменты случайной величины). В ходе экспериментов было установлено, что метод квадратичной интерполяции позволяет получить наиболее точные значения оценок математического ожидания и дисперсии. Для отслеживания цикличности сообщений информационной безопасности (ИБ) используется таблица моментов.

Для того чтобы определить пороговые значения для количества сообщений ИБ необходимо знать оценки математического ожидания и дисперсии количества сообщений ИБ на заданном интервале времени. Оценки математического ожидания и дисперсии количества сообщений ИБ могут быть получены несколькими способами. Очевидным решением является сохранение исторических данных для каждого возможного интервала времени [1]. Преимуществом такого подхода является то, выявление отклонений производится на основании сравнения с достоверными историческими данными, и таким образом повышается точность определения аномалий. Недостатками такого подхода является то, что, во-первых, необходимо хранить большое количество данных (значения оценок математического ожидания и дисперсии) для каждого из временных интервалов, во-вторых, данное решение является не масштабируемым с точки зрения архитектуры, поскольку изменение интервала времени потребует изменения структуры базы данных и программного кода, реализующего подобный функционал.

В статье на основании эмпирических данных было показано, что значения оценок математического ожидания и дисперсии количества сообщений ИБ на соседних временных интервалах не сильно отличаются друг от друга, а изменение этих значений происходит достаточно плавно [2]. В подобной ситуации возможно сохранять лишь ключевые значения оценок математического ожидания и дисперсии количества сообщений ИБ, например, значения оценок для каждого часа, и получать остальные значения оценок математическими методами. Фактически задача заключается в том, чтобы по известным точкам построить функцию, на которую могли бы с высокой точностью попадать значения оценок математического ожидания и дисперсии количества сообщений ИБ. Такая задача называется аппроксимацией кривой и решается методами экстраполяции или интерполяции.

Таким образом, в статье оценки математического ожидания и дисперсии количества сообщений ИБ на соседних временных интервалах будут получены методом интерполяции по ключевым значениям, хранящимся в специально созданной для этого таблице моментов. К сложностям данного такого подхода относится то, что выбранный способ интерполяции должен обеспечивать достаточную точность, чтобы давать результаты, совпадающие в пределах погрешности с реальными историческими данными. К преимуществам такого подхода являются оптимизация количества сохраняемых данных и хорошая масштабируемость.

Существует несколько способов интерполяции. На практике чаще всего применяют интерполяцию многочленами. Это связано с тем, что многочлены легко вычислять, легко аналитически находить их производные и множество многочленов плотно в пространстве непрерывных функций (теорема Вейерштрасса) [3]. Были исследованы следующие возможные варианты интерполяции многочленами (табл. 1):

- линейная;
- квадратичная;
- кубическая.

Таблица 1. Сравнение способов интерполяции

Наименование	Способ интерполяции	Размах вариации (сообщ.)	Среднее отклонение (сообщ.)	Коэффициент осцилляции	Линейный коэффициент вариации
Оценка мат. ожидания кол-ва сообщ. ИБ	Линейная	9.2	1.5	0.083	0.013
	Квадратичная	5.3	0.7	0.048	0.006
	Кубическая	5.2	0.7	0.047	0.006
Оценка дисперсии кол-ва сообщ. ИБ	Линейная	1.1	0.2	0.088	0.013
	Квадратичная	0.7	0.1	0.052	0.007
	Кубическая	0.6	0.1	0.047	0.006

Эмпирические данные показывают, что линейная интерполяция часто приводит к результатам, которые значительно отклоняются от достоверных исторических значений. При этом как квадратичная, так и кубическая интерполяция позволяют получить достаточно точные оценки, совпадающие с историческими данными в пределах погрешности. Поэтому в рамках данной работы для расчета оценок математического ожидания и дисперсии количества сообщений ИБ используется квадратичная интерполяция, поскольку она позволяет достичь необходимой точности и при этом является более простой в использовании по сравнению с кубической интерполяцией.

Далее выводятся формулы для расчета оценок математического ожидания и дисперсии количества сообщений ИБ по значениям, содержащимся в таблице моментов. Пусть x_t — это количество сообщений, полученное на t -ом интервале времени, который соответствует циклу s , часу $h(1 \leq h \leq H)$ и минуте $m(1 \leq m \leq M)$, где $H=24$ — количество часов в дне, $M=60$ — количество минут в часе.

Таким образом, на первом шаге происходит получение оценок математического ожидания $\mu_{h,m}$ и дисперсии $\sigma_{h,m}^2$ нормального распределения на t -ом интервале времени в результате квадратичной интерполяции значений математического ожидания и дисперсии, хранящихся в таблице моментов $\{(Eh, Dh): h=1, \dots, H\}$.

Пусть арифметическое среднее $M=60$ математических ожиданий, полученных в результате интерполяции в рамках одного часа, равно соответствующему значению Eh из таблицы моментов. Аналогично арифметическое среднее $M=60$ дисперсий, полученных в 63 результате интерполяции в рамках одного часа, равно соответствующему значению Dh из таблицы моментов.

Тогда, если взять три последовательных часа $(-1, 0], (0, 1], (1, 2]$, то можно определить коэффициенты квадратичной интерполяции (A, B, C) :

$$\int_{-1}^0 (At^2 + Bt + C) dt = \frac{A}{3} - \frac{B}{2} + C = E_{-1}M$$

$$\int_0^1 (At^2 + Bt + C) dt = \frac{A}{3} + \frac{B}{2} + C = E_0 M$$

$$\int_1^2 (At^2 + Bt + C) dt = \frac{7A}{3} - \frac{3B}{2} + C = E_1 M \quad (1)$$

Решение данной системы уравнений относительно А, В, С дает:

$$A = M(E - 1 - 2E_0 + E_1) / 2$$

$$B = M(E_0 - E - 1)$$

$$C = M(2E - 1 + 5E_0 - E_1) / 6$$

Пусть $m_1 = \frac{m-1}{M}, m_2 = \frac{m}{M}$ две последовательные минуты, тогда значение оценки математического ожидания, полученное в результате процедуры интерполяции, соответствующей минуте m часа h равно:

$$\hat{\mu}_{h,m} = \int_{m_1}^{m_2} (At^2 + Bt + C) dt = \frac{A}{3M} (m_1^2 + m_1 m_2 + m_2^2) + \frac{B}{2M} (m_1 + m_2) + \frac{C}{M} \quad (2)$$

В более общем виде выражение выглядит следующим образом:

$$\hat{\mu}_{h,m} = \frac{A}{3M} \left[\left(\frac{m_2}{M} \right)^3 - \left(\frac{m_1}{M} \right)^3 \right] + \frac{B}{2} \left[\left(\frac{m_2}{M} \right)^2 - \left(\frac{m_1}{M} \right)^2 \right] + C \left(\frac{m_2}{M} - \frac{m_1}{M} \right) \quad (3)$$

Таким образом, выведено выражение для расчета оценки $\hat{\mu}_{h,m}$ из сохраненных значений математических ожиданий в таблице моментов.

Аналогичным образом для дисперсии:

$$A' = M(D - 1 - 2D_0 + D_1) / 2$$

$$B' = M(D_0 - D - 1)$$

$$C' = M(2D - 1 + 5D_0 - D_1) / 6$$

$$\hat{\sigma}_{h,m}^2 = \int_{m_1}^{m_2} (A't^2 + B't + C') dt = \frac{A'}{3M} (m_1^2 + m_1 m_2 + m_2^2) + \frac{B'}{2M} (m_1 + m_2) + \frac{C'}{M} \quad (4)$$

В более общем виде выражение выглядит следующим образом:

$$\hat{\sigma}_{h,m}^2 = \frac{A'}{3M} \left[\left(\frac{m_2}{M} \right)^3 - \left(\frac{m_1}{M} \right)^3 \right] + \frac{B'}{2} \left[\left(\frac{m_2}{M} \right)^2 - \left(\frac{m_1}{M} \right)^2 \right] + C' \left(\frac{m_2}{M} - \frac{m_1}{M} \right) \quad (5)$$

Интерполяция коэффициентов (А, В, С) и (А', В', С'), используемых для расчета оценок математического ожидания и дисперсии, происходит раз в час. Интерполяция сглаживает как значения внутри часа, так и между часами, поскольку коэффициенты зависят от хранящихся в таблице моментов оценок для данного часа, а также двух смежных с ним часов.

Литература:

1. Thottan M. Proactive anomaly detection using distributed agents / М. Thottan, С. Ji // IEEE Network. — 1998. Р. 21–27.
2. Ковалев Д. О. Оценка количества сообщений ИБ в автоматизированных системах как метод выявления сетевых атак / Д. О. Ковалев, Н. Г. Милославская // Безопасность информационных технологий. — 2011. — № 1. С. 44–50.
3. Интерполяция [Электронный ресурс]: Веб-сайт / Wikipedia. 2009. — Режим доступа к Веб-сайту: <http://wikipedia.ru> [ссылка]

Разработка программного модуля для определения видов птиц по внешнему описанию

Кинчак Ольга Геннадьевна, студент;

Морозов Виктор Дмитриевич, студент

Национальный исследовательский университет «Московский институт электронной техники»

Ключевые слова: птицы, определитель

Для определения видов животных и растений часто используют атласы и определители в печатном или электронном формате. Находясь на природе, носить с собой громоздкие книги не очень удобно, к тому же поиск информации в них целиком ложится на плечи пользователя, так как печатное издание предоставляет информацию лишь в виде списка видов с изображениями и текстовыми описаниями, чаще всего систематизированных по родам и семействам.

Наибольший интерес представляют интерактивные электронные справочники. Они используют возможности мобильной платформы, чтобы ускорить и облегчить пользователю процесс поиска. Интерактивный графический интерфейс позволяет просто ввести параметры поиска и передать их дальнейшую обработку специальному алгоритму. Набор параметров может включать в себя внешний вид животного, ареал обитания и другие. Важно подобрать оптимальный баланс количества параметров, чтобы не утомить пользователя перегруженным интерфейсом, и при этом сохранить точность поиска. В дальнейшем осуществляется поиск по заданным параметрам в базе данных и выдача результатов пользователю. Таким образом, в отличие от традиционных справочников, большая часть про-

цесса поиска ложится на приложение, тогда как от пользователя требуется лишь определиться с начальными параметрами и просмотреть результат работы программы на наличие в списке искомого животного.

Орнитофауна нашей страны насчитывает около 790 видов, представляющих разнообразие форм и цветов [1]. Выбор и систематизация параметров внешнего описания являются важным этапом создания программы для определения. Их количество должно позволять отличить птиц с достаточной точностью.

Пытаясь распределить птиц по ограниченному количеству параметров, некоторые виды могут быть сложно соотнести с каким-то определенным значением. Проводя поиск не только по внешнему описанию, но и по географическим координатам места, где была встречена птица, можно разрешить большинство коллизий, связанных со слишком похожими видами. Таким образом помимо внешнего вида при поиске учитывается положение пользователя относительно ареала обитания птицы.

Также возможны случаи, когда пользователь видел птицу мельком и недостаточно запомнил точный вид птицы или ему не хватает времени, чтобы вводить большое количество данных. При малом количестве па-



Рис. 1. Видовое разнообразие птиц России

раметров поиска алгоритму скорее всего не удастся однозначно определить конкретный вид птицы, особенно если у нее нет каких-то черт, однозначно отличающих ее от остальных. Следует выводить пользователю результат в виде списка видов, которые наиболее вероятно подходят под предложенное им описание. Такие параметры как внешнее описание и местоположение будут определять сортировку возможных вариантов от наиболее подходящих.

Разделим внешнее представление птицы на четыре участка тела: туловище с головой, клюв, хвост и лапы. Для этих участков будут подобраны шаблоны формы и дополнительные уточняющие параметры. Рассмотрим этот процесс на примере клюва птицы.

Задача подбора шаблонов состоит в том, чтобы систематизировать все разнообразие форм (рис. 2) и выделить из них некоторое количество типов клювов, на которые можно разделить всех птиц.

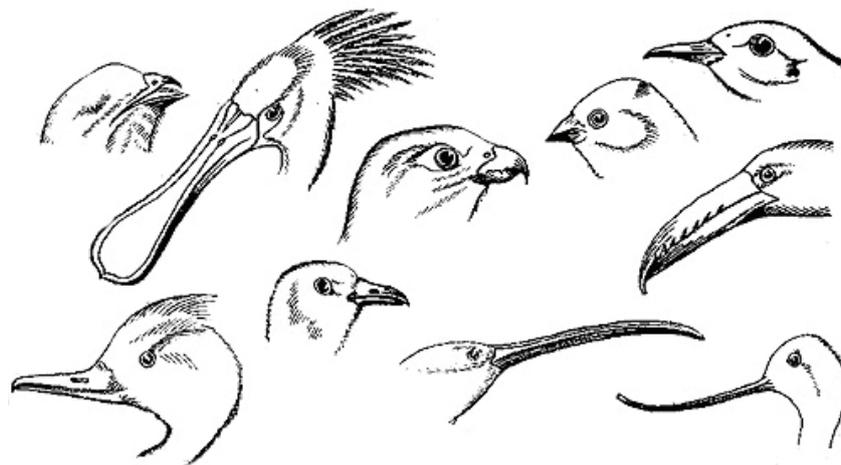


Рис. 2. Разнообразие форм клювов

Получившиеся типы форм приведены на рис. 3. Каждому из них присвоен свой числовой индекс. Чем больше разница между индексами форм, тем более они не похожи друг на друга и тем сложнее их спутать пользователю.

Такая градация позволит сравнивать между собой разные значения одного параметра при сортировке результатов поиска по релевантности путем нахождения разности между индексами.



Рис. 3. Типы клювов

Для прямого (индекс 2) и крючковатого (индекс 3) клюва введем также дополнительные параметры, уточняющие форму: длину и ширину. В таблице 1 приведен пример таких параметров для клювов прямой формы.

Аналогичным образом выделяются типы для туловища, хвоста и лап. Помимо характеристик формы, для частей тела птицы задается цвет и возможные дополнительные элементы вроде хохолоков. Так же есть параметр, не привязанный к конкретной части тела, задающий общий размер птицы.

После того как пользователь задаст параметры для поиска осуществляется выборка по ним из базы данных на основе фасетного поиска [3]. Найденные в базе виды птиц необходимо отсортировать по релевантности. Коэффициент релевантности определяет, насколько сильно

похож элемент, выбранный из базы, на искомый по сумме коэффициентов для всех параметров, по которым ведется поиск, включая положение пользователя относительно ареала обитания птицы. Следует учесть, что некоторые виды птиц сложно отнести к какому-то определенному типу из параметров, поэтому разница в индексах параметров вычитается из некоторой максимально допустимой разности для этого параметра.

В итоге получается формула:

$$rel = \sum_{i=0}^n (M_i - |\dot{x}_i - x_i|) * k + m * \frac{100}{D}$$

Первое слагаемое является суммой по всем параметрам, задающим внешнее описание птицы, а второе определяется местоположением, где:

Таблица 1

	Короткий (1)	Средней толщины (2)	Длинный (3)
Тонкий (1)			
Толстый (2)			

x_i — числовое значение параметра i из элемента базы данных;

\dot{x}_i — числовое значение параметра i из заданных пользователем критериев отбора;

M_i — максимально допустимая разница между значениями параметра i ;

D — расстояние от пользователя до ареала обитания птицы (равно 100, если пользователь внутри ареала);

k, m — коэффициенты важности данного параметра для расчета релевантности.

Элементы выборки из базы сортируются по рассчитанному коэффициенту релевантности, при этом последние элементы удаляются, если их общее количество больше максимально допустимого.

Данный метод поиска видов птиц достаточно точен, не перегружен параметрами, которые нужно задавать пользователю, и устойчив к небольшим отклонениям значений параметров от идеальных для какого-то вида, так как поиск ведется не по строгому соответствию, а с учетом возможных отклонений.

Литература:

1. Е. А. Коблик, В. Ю. Архипов. Фауна птиц стран Северной Евразии в границах бывшего СССР. Списки видов. — М.: Товарищество научных изданий КМК, 2014. — 173 с.
2. Питание птиц [электронный ресурс] // ecosystema.ru/08nature/birds/morf/morf2.htm (дата обращения 14.05.2017)
3. Фасетная классификация [электронный ресурс] // ru.wikipedia.org/wiki/Фасетная_классификация (дата обращения 14.05.2017)

Рекомендации по формированию организационной структуры управления городским пассажирским транспортом в г. Волгограде

Колесников Сергей Васильевич, кандидат технических наук, старший преподаватель;

Алимова Анастасия Игоревна, студент

Волгоградский государственный технический университет

В статье рассмотрены основные пассажирские автотранспортные предприятия г. Волгограда. Исследовано внедрение безналичной системы оплаты проезда с использованием бесконтактных карт в настоящее время. Разработаны рекомендации по формированию организационной структуры управления городским пассажирским транспортом.

Ключевые слова: городской пассажирский транспорт, пассажирские перевозки, безналичная система, организационная структура, диспетчерская служба, информационная безопасность

Главная задача совершенствования организационной структуры управления общественным пассажирским транспортом — обеспечить единство функций и структуры системы управления в процессе достижения заданного качества пассажирского сервиса (услуги) на территории региона. В основе формирования организационной структуры управления общественным пассажирским транспортом должны находиться выделенные логистические функции, необходимые и достаточные для реали-

зации основной цели — обеспечения заданного уровня сервиса пассажирских услуг. [1, с. 85]

Цель развития организации требует создания не только новых структурных подразделений, но и изменения оргструктуры, необходимых затрат на информационное и другие виды обеспечения. [3, с. 93]

Муниципальное унитарное предприятие «Метроэлектротранс» г. Волгограда — крупнейшее транспортное предприятие России. Включает в себя два трамвайных,

один троллейбусный парк и трамвайно-троллейбусное депо. В структуру МУП «Метроэлектротранс» входит завод «ВЭТА», осуществляющий текущий, капитальный и капитально-восстановительный ремонт трамваев и троллейбусов. Сегодня трамваями и троллейбусами МУП «Метроэлектротранс» перевозится примерно 250 тыс. пасс. в сутки. Также данное предприятие обслуживает линию скоростного трамвая, имеющая два маршрута.

Структура МУП «Метроэлектротранс» состоит из следующих подразделений:

- служба скоростного трамвая;
- служба движения;
- служба подвижного состава;
- служба энергохозяйства;
- служба пути;
- служба вычислительной техники, автоматики и связи;
- служба наружного городского освещения;
- автотранспортный цех;
- цех легкового транспорта;
- завод по ремонту трамваев и троллейбусов «ВЭТА»;
- трамвайное депо № 2;
- трамвайно-троллейбусное депо № 3;
- трамвайное депо № 5.

МУП «ВПАТП № 7» в Волгограде обеспечивает достаточно высокий пассажиропоток. По данным МУП «ВПАТП № 7» в 2015 году автобусы предприятия перевезли около 8 млн чел., а в 2016 году — около 14 млн чел.

В настоящее время МКП «Городской центр управления пассажирскими перевозками» г. Волгограда занимается внедрением безналичной системы оплаты проезда с использованием бесконтактных карт в городском общественном транспорте с целью повышения качества транспортного обслуживания населения.

Функциями МКП «Городской центр управления пассажирскими перевозками» являются:

- администрирование перевозчиков на линии;
- контроль и мониторинг за своевременным выпуском автобусов на каждый маршрут. Возможность эффективного использования пассажирского транспорта на маршрутах;
- накопление, обработка и передача отчетных и статистических данных о работе пассажирского транспорта;
- расчет и составление расписаний, графиков движения на маршрутах;
- координация работы транспорта с целью качественного обслуживания и полного удовлетворения спроса и потребностей пассажиров;
- осуществление обследования пассажиропотоков на маршрутах с целью более рационального распределения подвижного состава на маршрутной сети;
- ведение «горячей линии».

Для создания автоматизированной системы учёта оплаты проезда (АСУОП) на общественном транспорте требуется провести следующие мероприятия:

1. Выделение из состава МУП «Метроэлектротранс» диспетчерской службы и подготовка к созданию в даль-

нейшем МКП «ГЦУПП» (включая площади, оборудование и сотрудников), закупка необходимого оборудования.

2. Заключение договоров между МКП «ГЦУПП» и МУП «Метроэлектротранс», МУП «ВПАТП № 7» на осуществление диспетчерского обслуживания транспорта.

3. Организация процессингового центра (создание центра обработки транспортных транзакций, запуск билетного сервера).

4. Организация Call-центра на базе «Горячей линии».

5. Организация структуры, формирование отделов ГЦУПП, расширение функционала МКП «ГЦУПП», создание отделов «Организации дорожного движения», «Фото, видео фиксации нарушений», «Эвакуации транспортных средств», «По развитию», «Сектора обследования, моделирования и технического развития», «Организация диспетчерского обслуживания муниципального спецавтотранспорта».

6. Организация отдела взаимодействия с внешними транспортными системами (в границах региона, прямого взаимодействия с федеральными транспортными перевозчиками: РЖД, аэропорт, межрегиональные автобусные перевозчики; и прямое взаимодействие с ФЦУПП).

7. Организация центра видеонаблюдения на транспорте (создание каналов передачи и хранения данных с видеокamer).

8. Организация аналитического центра ГЦУПП.

9. Организация центра технического сопровождения и поддержки ГЦУПП с выделением отделов: «технической поддержки пользователей АСУ»; «информационной безопасности»; «технической поддержки инженерных систем»; «технической поддержки АСУ»; «технической поддержки периферийного и бортового оборудования».

Для формирования эффективной организационной структуры управления городским пассажирским транспортом нами предлагаются следующие мероприятия:

1. Создание «Единой диспетчерской службы». Создание на базе МУП «Метроэлектротранс» «Единой диспетчерской службы», которая будет включать в себя спутниковый мониторинг (ГЛОНАСС, GPS), автоматизацию систем пассажиропотока, процессинговый центр, терминалы оплаты и пополнения электронных кошельков, видеонаблюдение (в транспортном средстве и на остановках), тревожные кнопки, остановочные табло.

Создать мобильное приложение для пассажиров, через которое каждый человек сможет узнать, где находится транспорт, как ему проехать к какому-либо пункту. Вся эта информация будет аккумулироваться в сервисе отчетов и аналитики и передаваться ответственной организации и самим перевозчикам.

Система контроля пассажиропотока поможет отслеживать пиковые и межпиковые нагрузки, чтобы можно было оптимизировать транспортный поток и при необходимости разгрузить одни и дополнить другие маршруты. Следует предусмотреть установку терминалов оплаты и пополнения электронных кошельков.

Задачами диспетчерского управления и контроля являются:

- улучшение транспортного обслуживания пассажиров;
- повышение регулярности движения транспорта за счет непрерывного автоматизированного контроля движения;
- участие в процедуре формирования сводного маршрутного расписания движения транспорта общего пользования на муниципальной маршрутной сети города;
- контроль за исполнением сводного маршрутного расписания движения городского пассажирского транспорта;
- контроль за возникновением чрезвычайных ситуаций;
- обеспечение безопасности пассажирских перевозок;
- создание голосовой связи с водителями;
- повышение эффективности использования подвижного состава;
- анализ выполнения сводного расписания городским транспортом общего пользования;
- определение перспективных направлений развития и эффективное использование модернизированных информационных технологий контроля и управления пассажирским транспортом на базе средств вычислительной техники.

Литература:

1. Логистика: общественный пассажирский транспорт: учебник для студентов экономических вузов / Л. Б. Миротин [и др.]. — Москва: Издательство «Экзамен», 2003. — 224 с.
2. Пассажирские автомобильные перевозки: учебник для вузов / В. А. Гудков [и др.]. — Москва: Горячая линия — Телеком, 2006. — 448 с.
3. Теория организации. Организация производства на предприятиях: учебное пособие / А. П. Агарков [и др.]. — Москва: Издательско-торговая корпорация «Дашков и К°», 2010. — 260 с.

2. Внедрение системы RRC на транспортно-пересадочных узлах (RRC Security — информационная безопасность).

Система RRC обладает следующими возможностями: системы видеонаблюдения, колонны экстренного вызова, системы оповещения ГО и МЧС, полицейская радиосвязь, картографическая информация, данные GPS/ГЛОНАСС, пожарные системы, охранные системы; управление и контроль доступом, контрольно-пропускные и билетные системы.

Также данная система обеспечивает анализ и управление пассажиропотоками, обеспечивает безопасность: выявление попыток преодоления заграждений и турникетов в автоматическом режиме (камеры фокусируется на нарушителе, сопровождая его перемещение), автоматическое выявление фактов парковки частного транспорта в зонах, которые предназначены для общественного транспорта на территории транспортно-пересадочных узлов, обнаружение оставленного багажа и подозрительных предметов.

Использование этих мероприятий позволит повысить качество транспортного обслуживания населения, а также уровень безопасности и антитеррористической защищенности.

Создание интеллектуальной транспортной системы (ИТС) Волгоградской агломерации

Колесников Сергей Васильевич, кандидат технических наук, старший преподаватель;
Кузина Юлия Владимировна, студент
Волгоградский государственный технический университет

В статье рассмотрено развитие пассажирского транспорта в городе Волгограде. Приведены функции интеллектуальной транспортной системы. Описано введение интеллектуальной транспортной системы в городе Волгограде. Приведены варианты улучшения качества общественного транспорта, создания единой безопасной, комфортной и мобильной системы общественного транспорта в городе Волгограде.

Ключевые слова: пассажирский городской транспорт, интеллектуальная транспортная система

Волгоград является одним из самых длинных городов в России и простирается на 85 км вдоль реки Волги. Именно выдающаяся длина создает сложности при организации транспортной системы города. В часы пик большому количеству людей необходимо добраться из

северной части города в южную его часть и наоборот, используя при этом только несколько основных магистралей.

Еще одним фактором является неравномерность проживания жителей города. Средняя плотность насе-

ления составляет 1182,44 чел/км². По сравнению с другими крупными городами России эта цифра не является большой. Приблизительно половина населения проживают в Краснооктябрьском, Дзержинском, Центральном и Ворошиловском районах. Средняя плотность населения в этих 4 районах составляет 2919,4 чел/км². В то же время плотность населения в центральном районе составляет 7143,67 чел/км².

В городе Волгограде существует много проблем с транспортной системой города: нарушение расписания маршрутов, отсутствие эффективной маршрутной сети, наличие пробок на основных дорогах города, недостаточное количество парковок в городе, плохая экологическая обстановка, отсутствие информационной системы для общественного транспорта и т.д.

Со значительным ростом маршрутов разрозненных операторов и частных компаний сокращается пассажиропоток на муниципальных маршрутах города. Если сравнивать пассажиропоток на трамвае, троллейбусе, автобусе и маршрутном такси, то доля по виду транспорта маршрутное такси составляет 64,63% от общего ежедневного пассажиропотока. Но такая перевозка не обладает комфортностью, нет льгот для различных категорий граждан, а цены на перевозку у частных перевозчиков обычно завышенные, поэтому целесообразно использовать муниципальный транспорт города, который включает в себя электротранспорт, автобусы большой вместимости на главных улицах города (основной сети), малой вместимости по вспомогательной сети.

Перевозка льготных категорий граждан в полном объеме легла на муниципалитет. А задолженности по субсидиям выплаченные в 2015 году по МЭТ и ПАТП-7 не покрывают всех расходов муниципальных предприятий. Поэтому кроме увеличения и обновления автопарка, предложено увеличить проезд на муниципальном транспорте, чтобы покрыть затраты. Уже с декабря 2016 года увеличился проезд на трамвае, троллейбусе и автобусе он будет составляет вместо 15 рублей — 20 рублей, а на скоростном трамвае — 25 рублей.

Также одним из новшеств является внедрение электронного билета. Это повысит безопасность, ускорит процесс перевозки пассажиров, а при приобретении электронного билета, стоимость за проезд снижена. Установлена стоимость электронных проездных при использовании транспортной карты на автобусе, троллейбусе, трамвае. Она достигает 18 рублей, а на скоростном трамвае — 23 рубля. Еще одно удобство заключается в том, что при пересадке с одного вида транспорта на другой пассажир в течение часа будет оплачивать сумму за проезд единожды.

Все проблемы с транспортной системой города может решить внедрение интеллектуальной транспортной системы. Перечислим основные функции интеллектуальной транспортной системы:

1 Информационная система для общественного транспорта;

Центр управления транспортом оперирует терминалом автобусной информации, он передает информацию на остановки.

Благодаря этому в Волгограде пассажиры могут узнать, почему маршрут задерживается.

2 Единая карта оплаты услуг;

С помощью таких карт можно будет оплачивать не только проезд на всех видах общественного транспорта, но и парковку, мелкие покупки в супермаркетах и билеты в кино.

В нашем городе внедряется безналичная система оплаты проезда с использованием бесконтактных пластиковых карт (Постановление от 22.07.2016 № 1153)

3 Светофор по требованию;

На зебрах зелёный свет будет включаться нажатием кнопки.

4 Комплекты «Умная дорожная сеть»;

Это специальная электронная программа, которая содержит интерактивную карту дорог.

5 Система автомобильной информации и связи (VICS);

С помощью системы автомобильной информации и связи всегда можно получить через GPS данные о загруженности дорог и возможных объездных путях в нашем городе.

6 Радиоканалы дорожных сообщений;

По радиоканалам дорожных сообщений в регулярно могут передаваться сводки о загруженности ключевых участков и развязок. В час пик выпуски могут учащаться.

7 Многофункциональный транспортный сайт;

Посетив многофункциональный транспортный портал, можно будет оценить ситуацию на дорогах нашего города и посмотреть трансляции с уличных вебкамер.

8 Динамические дорожные указатели и табло;

Благодаря указателям водители автомобилей будут предупреждены о загруженных дорогах улично-дорожной сети.

9 Система помощи при парковке;

Система помощи при парковке поможет определить количество свободных мест на парковке, что облегчит парковку автомобиля.

10 Автоматический сбор платежей за проезд по платным дорогам;

Чтобы устранить образование пробок на платных дорогах, на шоссе устанавливают камеры, которые фотографируют номер машины — плата за проезд списывается с кредитной карты её владельца.

11 Камеры слежения на дорогах города;

С помощью камер, установленных в городе, можно отслеживать пробки, а также неправильно припаркованные автомобили.

12 Система управления светофорами;

Благодаря этой системе сократиться время проездов перекрестков, оборудованных управляемыми светофорами в зависимости от параметров движения транспортных средств.

13 Противопожарные датчики и детекторы загрязнения воздуха.

Противопожарные датчики и детекторы загрязнения воздуха чаще всего необходимы в тоннелях, где возгорания и технические неполадки сложно засечь с камер наблюдения и где они представляют наибольшую опасность.

В связи с большой плотностью населения в отдельных частях города и его общей большой протяженностью возникают следующие транспортные проблемы:

- вынужденная необходимость движения по центральным магистралям города (1-я и 2-я продольная);
- заторы на перекрестках центральных магистралей.

Главные проблемные перекрестки города:

Краснооктябрьский район:

- пересечение пр. им. Ленина с улицами Штеменко, Металлургов, 39-я Гвардейская;
- перекресток остановки «Площадь Возрождения».

Центральный район:

- пересечение пр. им. Ленина с улицами Бакинская, 7-я Гвардейская, Комсомольская, Краснознаменная, пересечение ул. Коммунистическая и ул. Кубанская.

Дзержинский район:

- Самарский разъезд, пересечение проспекта Жукова с улицами Качинцев, Рокоссовского, пересечение ул. Московская и бульвара 30-летия победы, пересечение улицы Ангарской с улицы Рокоссовского.

Ворошиловский район:

- пересечение улицы Рабоче-Крестьянская с улицей Калинина, ул. Базисной.

Еще одним проблемным перекрестком является пересечение Университетского проспекта и ул. Казахской в Советском районе города.

В Дзержинском районе существуют два аварийных участка. Это пересечение проспекта Жукова и улицы Джаныбековская, пересечение проспекта Жукова и улицы Хорошева. На данных перекрестках часто образуются заторы из-за ДТП.

Таким образом, видно, что большинство проблемных перекрестков находятся в районах с большой плотностью населения.

Решением этих проблем является создание интеллектуальной транспортной системы (ИТС) в г. Волгограде. Она решит следующие задачи:

- Перераспределение транспортных потоков в часы пик;

- Управление транспортом в случае возникновения аварий, катастроф или проведения мероприятий, оказывающих влияние на движение транспорта;

- Повышение безопасности на дорогах, что приводит к увеличению пропускной способности;

- Снижение отрицательного экологического воздействия транспорта;

- Предоставление информации о состоянии на дорогах всем заинтересованным лицам.

Основными составляющими и участниками интеллектуальных транспортных систем являются: транспортная инфраструктура, транспортные средства, интеллектуальные информационные табло, дорожные знаки и светофоры с возможностью удаленного управления ими, центры сбора и обработки информации, центры принятия решения и управления дорожным движением.

Создание интеллектуальной транспортной системы в Волгограде даст городу перейти на новый уровень, с внедрением интеллектуальной транспортной системы в городе появится больше порядка, начало уже положено, создается муниципальное казенное предприятие «Городской центр управления пассажирскими перевозками» (Постановление от 22.07.2016 № 1153). Сформируется единая безопасная, комфортная и мобильная система общественного транспорта, с включением в систему различных видов городского и пригородного транспорта и объединённой транспортными узлами различного уровня.

Литература:

1. Ларин О.Н. Организация пассажирских перевозок: Учебное пособие.— Челябинск: Изд-во ЮУрГУ, 2005—104 с.
2. Основные подходы к повышению скорости сообщения на общественном автомобильном транспорте в г. Волгограде / Ю.Я. Комаров, С.В. Колесников, С.В. Ганзин, Д.Ю. Комаров // Известия ВолгГТУ. Серия «Наземные транспортные системы». Вып. 6: межвуз. сб. науч. ст. / ВолгГТУ.— Волгоград, 2013.— № 10 (113).— С. 64—66.
3. Пассажирские автомобильные перевозки: Учебник для вузов / В.А. Гудков, Л.Б. Миротин, А.В. Вельможин, С.А. Ширяев; Под ред. В.А. Гудкова.— М.: Горячая линия — Телеком, 2006.— 448 с.

Создание приоритетных условий движения пассажирских транспортных средств общего пользования по отношению к иным транспортным средствам

Колесников Сергей Васильевич, кандидат технических наук, старший преподаватель;

Кузина Юлия Владимировна, студент

Волгоградский государственный технический университет

В статье рассмотрено развитие пассажирского транспорта в городе Волгограде. Описано создание приоритетных условий движения пассажирских транспортных средств в городе Волгограде. Приведены варианты улучшения качества общественного транспорта, создания единой безопасной, комфортной и мобильной системы общественного транспорта в городе Волгограде.

Ключевые слова: пассажирский городской транспорт, городская транспортная система, транспортный узел

Волгоград является крупнейшим транспортным узлом Поволжья с развитой инфраструктурой как внешнего железнодорожного, автомобильного, водного и воздушного транспорта, так и внутригородских транспортных коммуникаций.

Городская транспортная система на сегодняшний день не успевает за растущими потребностями Волгограда, в результате нагрузка на дорожную сеть увеличивается. Неудобные пересадочные узлы и слабо развитая улично-дорожная сеть, беспорядочное движение частных маршрутных такси препятствуют комфортному использованию городского общественного транспорта. Совершенствование организации дорожного движения, внедрение «умных технологий», строительство новых магистралей для разгрузки дорожной сети позволят увеличить долю жителей, удовлетворенных качеством обслуживания на общественном транспорте.

В 2012 г. озвучивалось желание возобновить проектирование 3 очереди скоростного трамвая протяженностью 7 километров к микрорайону Тулака и Волгоградскому государственному университету.

В соответствии с поручением Губернатора Волгоградской области А.И. Бочарова, о разработке комплексной транспортной схемы Волгоградской области от 10.07.2015, акционерное общество «Корпорация развития Волгоградской области» координировала работу и принимала непосредственное участие. Подготовлена альтернативная схема строительства третьей очереди «Скоростного трамвая».

В соответствии с этой схемой планируется продление полотна скоростного трамвая от ост. «Ельшанка» по ул. Электроресовской до ТРЦ «Акварель», в результате чего скоростной трамвай свяжет 6 районов города Волгограда. Данное проектное решение позволит увеличить



Рис. 1. Эскиз схемы скоростного трамвая от станции «Ельшанка» по улице Электроресовской до ТРЦ «Акварель»

в несколько раз пассажиропоток на данном маршруте, предоставив жителям северных районов города возможность без пересадок добраться от остановки «ВГТЗ» до ВолГУ.

На реализацию данного проекта по предварительной оценке инвестиции составят около 3 млрд руб., затраты

необходимые для реализации данного проекта более, чем в 10 раз меньше средств требуемых на утвержденный (в 2012 году) проект строительства 3-й очереди линии скоростного трамвая в г. Волгограде «ст. Ельшанка — ст. Госуниверситет», стоимость которого в текущих ценах составляет свыше 40 млрд рублей.

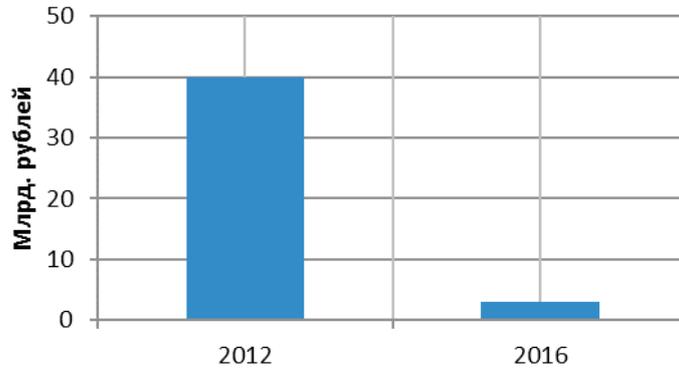


Рис. 2. Затраты необходимые для реализации проекта

Существующим парком трамвайных вагонов будет невозможно обеспечить перевозку данного пассажиропотока. Для организации движения трамвайных вагонов в границах «ТЦ «Акварель» — ВГТЗ» (при эксплуатационной скорости 25 км/час и интервале движения

в часы пик 3 минуты) суточный выпуск составит 40 единиц.

Предлагается создание приоритетных условий движения трамвая № 10 по отношению к иным транспортным средствам. На основе данного маршрута создать еще одну

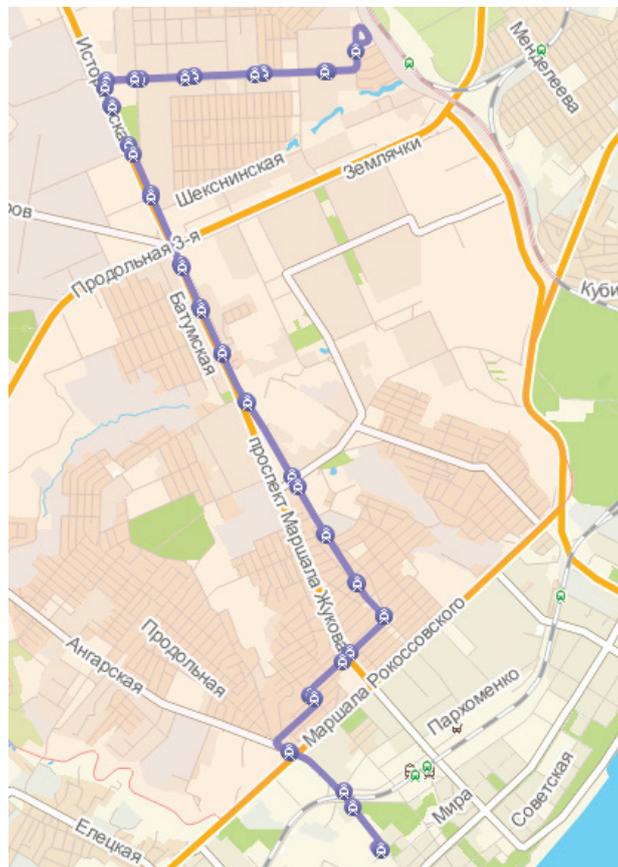


Рис. 3. Маршрут движения трамвая № 10



Рис. 4. Трамвайный вагон модели 71–154



Рис. 5. Трамвайный вагон модели 71–931 «Витязь»

линию «скоростного» движения, т.к. этот маршрут обладает минимальным (по сравнению с другими маршрутами) количеством пересечений с автодорогами города. Его скорость должна увеличиться в 1,5 раза, предлагается уменьшить количество остановочных пунктов.

Для повышения эксплуатационной скорости трамваев города необходимо обновить подвижной состав на линиях СТ, СТ2, трамвая № 10.

Одним из самых новых подвижных составов на ЛСТ является трамвайный вагон модели 71–154, разработанный на Петербургском трамвайно-механическом заводе в 2008 году.

Для обновления подвижного состава на линиях предлагается трамвайный вагон модели 71–931 «Витязь», созданный ООО «ПК Транспортные системы» совместно с Тверским вагоностроительным заводом.

По городским дорогам в настоящее время курсирует 7 новых муниципальных маршрутов, которые обслуживает транспорт большой вместимости — 4 заработали еще в декабре-январе. 1 февраля в Волгограде открыто еще 3 новых автобусных маршрутов рамках запуска комплексной транспортной схемы. Каждый из маршрутов охватывает не менее трех районов, а самый протяженный — шесть, от Тракторозаводского до Кировского.

Выделенная полоса для движения общественного транспорта (согласно Правилам дорожного движения России «Полоса для движения маршрутных транспортных средств») — полоса, предназначенная для придания при-

оритета общественному транспорту в общем движении. Полоса может находиться в любом месте дороги, не только у бордюра со стороны основного движения (справа при правостороннем).

Обозначение:

На полосу наносится либо короткое слово (как «BUS» в английском), либо первые буквы слова «автобус» («А» в русском); на полосу для транспорта с фактической вместимостью от х человек наносится контурный ромб; въезд на полосу (в России) обозначается знаком 5.14 и/или 3.1 (если полоса противощёрстная), а начало дороги с такой полосой — знаком 5.11; на выезде с прилегающих дорог размещается знак 5.13.1 или 5.13.2; если полоса трамвайная, то в расчёт берётся расположение путей на дороге и конструктивное выделение.

Перспективным для города будет выделение полосы для движения общественного транспорта, следует организовать такое движение общественного транспорта на 1-й и 2-й продольных улицах.

На трудных перекрестках организовать переход дороги пешеходам с помощью подземных или надземных переходов. Таких как пересечение улиц 7ой Гвардейской Дивизии и проспекта Ленина, Химической и проспекта Ленина. В часы пик поток машин на улицах Невская и Пархоменко просто застывает.

Планируется построить улицу, которая соединит улицы Балонина и Пархоменко, по которой пустят общественный транспорт, чтобы разгрузить поток. Сделать это планируют к 2018 году.



Рис. 6. Выделенные полосы для движения общественного транспорта

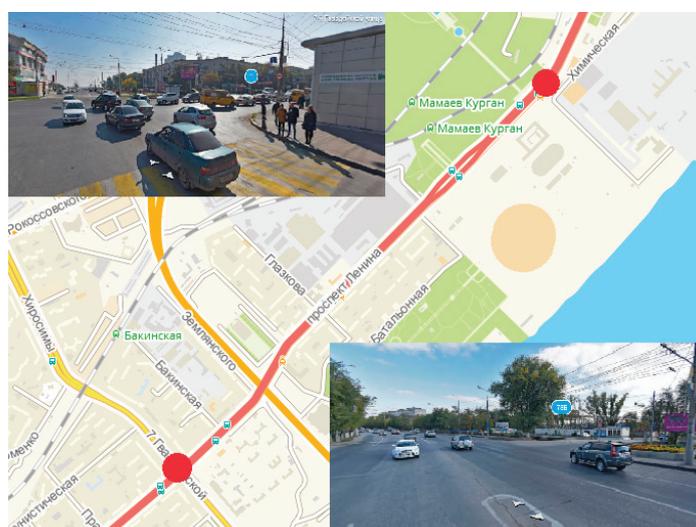


Рис. 7. Организация перехода дороги пешеходам с помощью подземных или надземных переходов



Рис. 8. Улицы Балонина и Пархоменко, Новороссийская



Рис. 9. Модернизация аэропорта

На втором этапе намерены провести реконструкцию улиц Балонина и Пархоменко. Обе дороги планируют расширить до 15 метров, и выделить на них отдельные полосы для движения общественного транспорта.

После всех этих изменений, предлагают расширить проезжую часть по улице Новороссийской, чтобы вернуть по ней двухстороннее движение.

Реализация этого этапа рассчитана до 2025 года.

Предусмотрено полное инженерно-техническое обеспечение территории: дороги, проезды, велодорожка, озеленённая территория, зоны размещения инженерных сетей и сооружений, предусмотрены проезды и пешеходные подходы к существующим объектам капитального строительства.

На сегодняшний день Волгоградская область остается одним из немногих регионов России, который не может обойтись без стабильной работы пригородного железнодорожного сообщения. Маршруты должны дополняться новыми современными вагонами, благодаря чему пасса-

жиры не только безопасно преодолевают километры, но и тратят на это значительно меньше времени, чем раньше.

Модернизация аэропорта — одно из важнейших мероприятий в рамках подготовки региона к ЧМ-2018. Нужно создать на базе аэропорта мультимодальный транспортный узел, который бы объединил авиа, железнодорожные и автобусные перевозки.

Обновление волгоградского аэропорта не закончится в 2018 году. Терминал А станет автовокзалом, затем появится площадка для прибытия электричек. В модернизацию аэропорта входит строительство трех телетрапов и вставки между терминалами для удобства перемещения пассажиров между ними.

Появление строгого расписания на всех маршрутах, регулярность хождения транспорта, выделение отдельных полос под общественный транспорт. Благодаря этому увеличится скорость движения общественного транспорта, население Волгограда будет отдавать предпочтение общественному транспорту.

Литература:

1. Ларин О. Н. Организация пассажирских перевозок: Учебное пособие. — Челябинск: Изд-во ЮУрГУ, 2005—104 с.
2. Основные подходы к повышению скорости сообщения на общественном автомобильном транспорте в г. Волгограде / Ю. Я. Комаров, С. В. Колесников, С. В. Ганзин, Д. Ю. Комаров // Известия ВолгГТУ. Серия «Наземные транспортные системы». Вып. 6: межвуз. сб. науч. ст. / ВолгГТУ. — Волгоград, 2013. — № 10 (113). — С. 64—66.
3. Пассажирские автомобильные перевозки: Учебник для вузов / В. А. Гудков, Л. Б. Миротин, А. В. Вельможин, С. А. Ширяев; Под ред. В. А. Гудкова. — М.: Горячая линия — Телеком, 2006. — 448 с.

Реализация алгоритмов дискретного преобразования Фурье на языке программирования Python

Кузин Денис Александрович, магистрант
Дальневосточный федеральный университет (г. Владивосток)

В настоящее время обработкой звукового сигнала занимаются множество специалистов: инженеры, звукорежиссеры, звукооператоры, музыканты. Все они

преследуют цель синтеза звукового сигнала и (или) изменения параметров ЗС для выполнения инженерных (например, применение кодеков для сжатия звуковых сиг-

налов) и художественных (например, улучшение звучания композиции путем тщательной настройки отдельных частот) задач.

Существует множество аппаратных и программных средств для синтеза и обработки звукового сигнала. Существует как платное ПО (Adobe Audition), так и бесплатное ПО (Audacity, Sonic Visualizer) для работы со звуком. Ядром (математической основой) данных программных средств является дискретное преобразование Фурье, а также его частный случай — быстрое преобразование Фурье. Кроме этого, используются различные особенности и свойства преобразования Фурье, например, симметричность, заполнение нулями, смещение.

Цель

Подробно разобрать дискретное преобразование Фурье, быстрое преобразование Фурье, а также свойства преобразования Фурье, используя программную реализацию. Написать скрипт на Python, позволяющий осуществлять преобразование Фурье для получения графиков с помощью которых можно проводить анализ звуковых сигналов.

Результат работы

Была осуществлена программная реализация свойств преобразования Фурье в Python.

Будем использовать «ipython», который представляет собой оболочку, которая очень удобна для интерактивного вызова команд python. Также используем «matplotlib» (для импорта при старте ipython пишем в терминале: «ipython-ruylab»). Скрипт всё же удобно набирать в текстовом редакторе. В данном случае мы используем уже знакомый нам пакет «numpy», а также пару новых: треугольная функция (triang из scipy.signal) и реализацию дискретного преобразования Фурье в python (fft из scipy.fftpack). Если длина последовательности fft не будет равна 2^n то вместо быстрого преобразования Фурье (fft) будет выполняться дискретное преобразование Фурье (dff). Именно таким образом работает эта команда. Выполнив преобразование Фурье последними двумя строками кода получаем частотную и фазовую характеристики. Данная программа не выводит сразу никаких графиков, она считает все переменные. Построить графики можно вводя, например:

plot(x) — выводит входную функцию (треугольник)
 plot(X) — выводит график преобразования Фурье
 plot(mX) — выводит график частотного спектра
 plot(pX) — выводит график фазового спектра

Рассмотрим график частотного спектра треугольного сигнала (рисунок 1). Он симметричен вокруг нулевого отсчета. Первая часть — это положительные значения (до 8 отсчета), а вторая часть — отрицательные. Это значит, что четырнадцатый отсчет является по факту также отсчетом минус первым. Данный график очень ясно дает понять ранее описанное свойство ДПФ — симметричность.

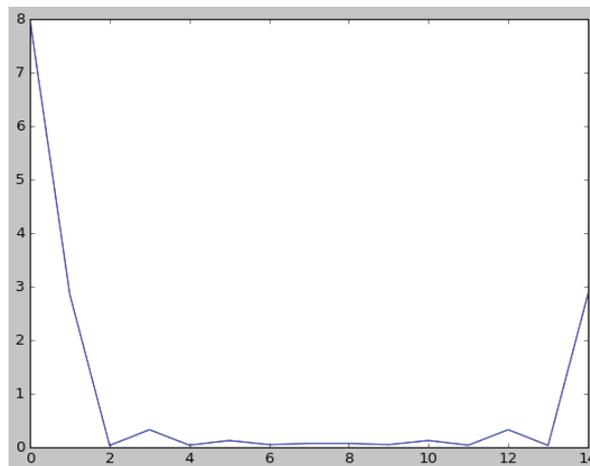


Рис. 1. Частотный спектр треугольного сигнала

Построив частотный спектр, мы видим, что он не равен нулю, хотя он должен быть таковым. Дело всё в том, что треугольная функция не центрована относительно нуля. Исправим это, внося некоторые корректировки в исполняемый скрипт, а именно добавим буфер быстрого преобразования Фурье (тот самый буфер о котором я писал в свойствах преобразования Фурье):

— `fftbuffer=np.zeros(15)` — создаем буфер, заполненный нулями;

— `fftbuffer[:8]=x[7:]` — перемещаем конец треугольного сигнала в первую часть буфера;

— `fftbuffer[8:]=x[:7]` — перемещаем начало треугольного сигнала в последнюю часть буфера;

— `X=fft(fftbuffer)` — считаем преобразование Фурье буфера, заполненного значениями функции треугольника.

Построив график фазового спектра треугольника (который теперь расположен от -7 до 7) мы получаем симметричный график, который и должен был получиться

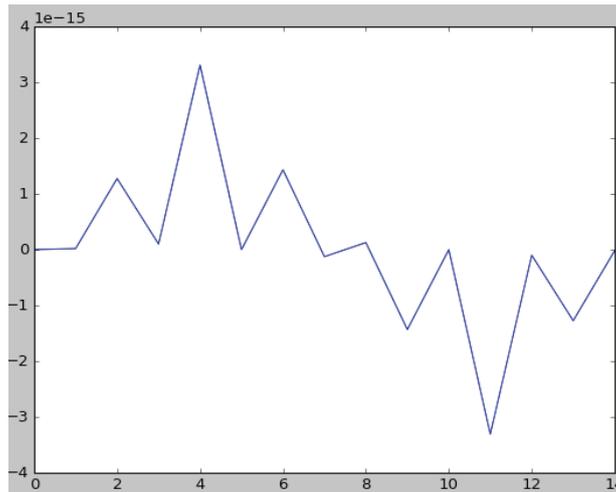


Рис. 2. Частотный спектр треугольной функции

(значения на рисунке в -15 степени, что очень близко к нулю) (рисунок 2).

Теперь, используя практически тот же скрипт, но с добавлением функции чтения звуковых файлов, посчитаем преобразования Фурье реального звукового сигнала.

В файл скрипта заносим изменение в виде добавления функции «wavread», которая рассматривалась ранее в других скриптах, а также добавляем код, позволяющий

центрировать звуковой файл. Таким образом получим скрипт, который выполняет ДПФ и БПФ:

Команды библиотеки «matplotlib» (`plot(x)` — построить форму сигнала, `plot(x1)` — построить выбранную для анализа часть сигнала) позволяют получить графики, которые необходимы нам для анализа. Например, после выполнения скрипта, запросим фазовую и частотную характеристики, введя `plot(mX)` и `plot(pX)`. Также, чтобы

```
M=501
hM1=int(math.floor((M+1)/2))
hM2=int(math.floor(M/2))#two of this (hM1 and hM2) let me decide where the middle of a window
(fs, x)=wavread('/home/denis/sounds/soprano.wav') #using wavread from function and convert it to
sample rate (fs) and signal (x)
x1=x[5000:5000+M]*np.hamming(M)#we take samples from 5000th sample to 5000th + M(which is our
duration of window) and we multiply it to smoothing window. So we have our short part of a sound
501 samles and then we do what we made before with triangle signal->
N=511
fftbuffer=np.zeros(N)
fftbuffer[:hM1]=x1[hM2:]
fftbuffer[N-hM2:]=x1[:hM2]#3 lines we need to center the signal about the zero

X=fft(fftbuffer)
mX=abs(X)
pX=np.angle(X)
```

Рис. 3. Скрипт, позволяющий осуществлять ДПФ с целью получения частотной и фазовой характеристики реального сигнала

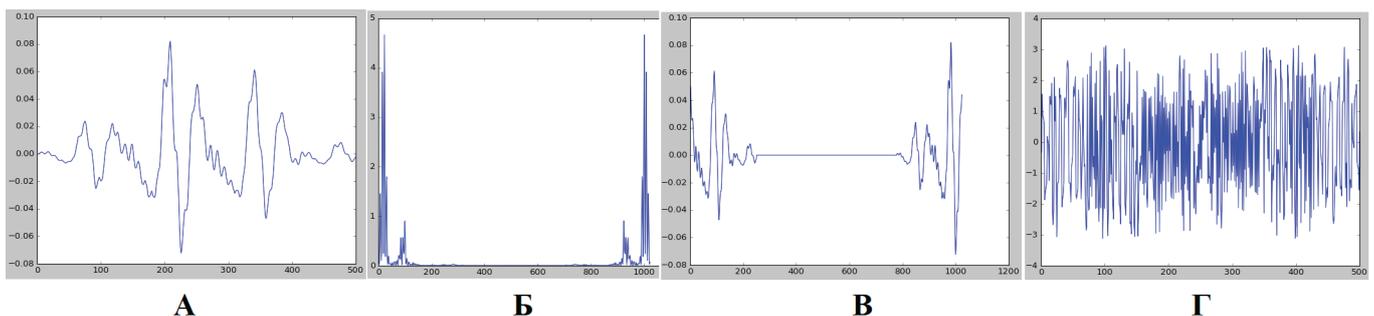


Рис. 4. а) фрагмент ЗС, б) частотный спектр (включая положительную и отрицательную части), в) буфер ДПФ, г) фазовый спектр

визуализировать свойство заполнения нулями мы можем построить ДПФ буфер, используя `plot(fitbuffer)`. На рисунке 4 приведены построенный с помощью скрипта `python` графики, демонстрирующие сразу несколько свойств преобразования Фурье — симметричность (на частотной характеристике и фазовой) и заполнения нулями (на графике буфера ДПФ).

Чтобы фазовый спектр был более читаем, применим развертывание фазы. Для этого изменим строку с расчетом фазовой характеристики:

```
рХ=pr.unwrap(pr.angle(X))
```

И построим фазовую характеристику. Рисунок 5 изображает фазовую характеристику нашего входного сигнала в удобном для анализа виде.

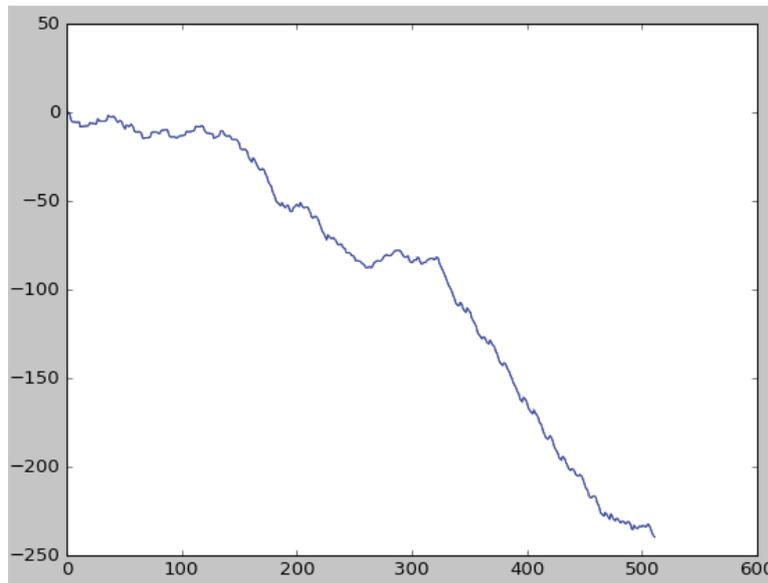


Рис. 5. Фазовая характеристика звукового сигнала

Таким образом удалось реализовать несколько свойств и теорем Фурье в виде `Python` скрипта, чтобы лучше понять концепции симметрии, заполнения нулями, раз-

вертывания фазы. Данный скрипт позволяет выполнять Фурье анализ фрагмента звукового сигнала.

Литература:

1. Официальный сайт Соник Визуализатор для скачивания и получения документации. Режим доступа: <http://www.sonicvisualiser.org/>
2. Официальный сайт проекта Audacity для скачивания и получения документации. Режим доступа: <http://www.audacityteam.org/>
3. Официальный сайт пакета iPython. Режим доступа: <http://www.ipython.org/>
4. Электроакустика и звуковое вещание: Учебное пособие для вузов / Э. И. Вологдин, А. П. Ефимов, А. А. Фадеев, И. А. Алдошина, Г. П. Катунин, Л. Н. Кацнельсон, Ю. А. Ковалгин — 2007. — 872с.
5. Цифровая обработка сигналов в трактах звукового вещания: Учебное пособие для вузов / О. Б. Попов, С. Г. Рихтер — 2007. — 341 с.
6. Акустика: Справочник / А. П. Ефимов, А. В. Никонов, М. А. Сапожников, В. И. Шоров — 1989. — 336 с.
7. Сайт Wikipedia. Discrete Fourier Transform. Режим доступа: https://en.wikipedia.org/wiki/Discrete_Fourier_transform
8. Сайт Wikipedia. Fast Fourier Transform. Режим доступа: https://en.wikipedia.org/wiki/Fast_Fourier_transform
9. Официальный сайт компании National Instruments предоставляющей платформы для проведения исследований, а также программный продукт LabVIEW. Режим доступа: <http://www.ni.com/ru-ru.html>

Реконструкция мостов с использованием композитных материалов с целью повышения грузоподъемности

Лаврентьева Виолетта Юрьевна, магистрант
Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет

Ключевые слова: грузоподъемность, железобетонный мост, усиление, композитные материалы

Железобетонные мосты повсеместно возводятся при строительстве развязок автомагистралей. В ближайшие годы с ростом транспортной сети их количество будет только увеличиваться. Одновременно с увеличением числа автодорожных мостов стремительно растет интенсивность транспортных потоков, что, несомненно, приводит к увеличению нагрузки на искусственные сооружения.

На автомобильных дорогах России эксплуатируется большое количество железобетонных мостов, построенных в разные годы и запроектированных под разные нормативные нагрузки: Н-13, НГ-60; Н-18, НК-80; Н-30, НК-80; А8, НГ-60; А11, НК-80. Они в свою очередь не были рассчитаны на такую перспективу роста интенсивности движения и увеличения транспортных нагрузок. Приблизительно четверть мостов на автомобильных дорогах общего пользования находится в неудовлетворительном состоянии и не соответствует современным требованиям по грузоподъемности, потому что на сегодняшний день нормативными нагрузками при проектировании мостов являются А14 и Н14.

В мостовых конструкциях возникают различные дефекты и повреждения, связанные как с агрессивным воздействием окружающей среды, так и с физическим износом сооружения, ограничивающим срок службы. Кроме физического износа, происходит моральное отставание мостов от постоянно возрастающих требований в связи с увеличением нормативных нагрузок и скоростей движения. В результате физического и морального износа

грузоподъемность мостов снижается. Восстановить ее можно за счет строительства новых или реконструкции существующих мостов.

Строительство новых мостов требует большого вложения денежных инвестиций, поэтому чаще всего для восстановления несущей способности моста требуется заменить, добавить или усилить отдельные балки. Это можно сделать при реконструкции моста. Она позволяет возобновить или повысить пропускную способность мостов и их грузоподъемность в максимально короткие сроки при минимальных затратах.

Основные достоинства реконструкции мостов перед строительством новых: максимальное использование существующих конструкций, частичное или полное сохранение движения автомобильного транспорта по мосту в период реконструкции, экономия строительных материалов и минимальная трудоемкость работ.

Можно выделить несколько основных способов увеличения несущей способности пролетных строений мостов:

- увеличение сечения определенных элементов железобетонного пролетного строения;
- установка высокопрочных преднапряженных элементов в виде стержней, канатов и т.д.;
- наклейка листовой и стержневой арматуры в зонах ослабления;
- усиление балок шпренгелями;
- усиление балок с использованием композитных материалов.



Рис. 1. Классический метод усиления

Представленные возможные варианты усиления с использованием стальных арматурных и профильных элементов имеют ряд недостатков:

- увеличение собственного веса конструкции;
- имеются затруднения с сопряжением существующих и вновь устанавливаемых элементов для их совместной работы, необходимость вскрытия существующих арматурных стержней для приварки к ним новых;
- стальные элементы усиления подвержены коррозии, поэтому нуждаются в дополнительных работах по антикоррозийной защите и систематических ремонтах антикоррозийного покрытия.

Действенным способом увеличения несущей способности железобетонных пролетных строений считается использование современной технологии усиления композитными материалами.

В зависимости от типа волокон композитные материалы подразделяют на основе углеродных волокон, арамидных волокон и стекловолокон. В композиционных материалах на основе стекловолокон используются кварцевые стекла. Преимущество всех типов стекловолокон — их сравнительно невысокая стоимость. Арамидные волокна аналогичны нейлону. По сравнению со стеклянными обладают более высокой прочностью и упругостью. Они более пластичны при действии растягивающих нагрузок, но при сжатии остаются упругими до разрушения. Арамидные волокна обладают хорошей выносливостью и жесткостью, а также низкими электро- и теплопроводностью. Наибольшее применение для ремонта и усиления строительных конструкций получили композитные материалы на основе углеродных во-

локон, обладающие высокой прочностью на растяжение и сжатие и близким к стали модулем упругости, а также стойкостью к различным агрессивным средам. Аналогичные материалы на основе арамидных волокон имеют недостаточную прочность на сжатие, а стеклопластики — относительно низкий модуль упругости. Модуль упругости композиционных материалов имеет важное значение при усилении строительных конструкций.

Для ремонта и усиления железобетонных пролетных строений применяются композитные материалы, подразделяющиеся на две основные группы:

— Холсты (рис. 4). Они поставляются в рулонах и применяются при так называемом «мокром» способе. Наклеиваются послойно на поверхность усиливаемой конструкции с помощью специальных эпоксидных смол. Композит формируется при отверждении смолы в естественных условиях.

— Ламинаты (рис. 3). Производятся в заводских условиях путем пропитки тканей полимерными составами с последующим формированием пакета из необходимого количества слоев ткани и протяжкой через систему валков с прессованием и термообработкой до полного отверждения смолы. В результате получают жесткие композиционные ленты.

Таким образом выходя из выше изложенного можно сделать вывод, что системы с использованием композитных материалов по сравнению традиционными материалами и методами усиления имеют следующие преимущества:

- не утяжеляют конструкцию;
- значительно не изменяют геометрию сооружения;



Рис. 2. Усиление с помощью композитных материалов



Рис. 3. Ламинат



Рис. 4. Холст

- | | |
|---|--|
| <ul style="list-style-type: none"> — обладают высокой прочностью и выносливостью; — высокая стойкость к агрессивным воздействиям внешней среды; — отсутствие коррозии; | <ul style="list-style-type: none"> — материал удобно использовать для усиления любых по форме конструкций; — меньше трудозатрат на производства работ; — проведение работ без остановки движения по мостам. |
|---|--|

Литература:

1. Шилин А. А., Пшеничный В. А., Каргузов Д. В. Усиление железобетонных конструкций композитными материалами. М.: Стройиздат. 2004. 139 с.
2. СТО 70386662–101–2012. Стандарт организации. Применение внешнего армирования МВгасе для усиления главных балок железобетонных пролетных строений железнодорожных мостов. Москва 2012.
3. СТО 13613997–001–2011. Стандарт организации. Усиление железобетонных конструкций композитными материалами. Зика Россия. 2011. 55 с.
4. Дементьев В. А., Волокитин В. П., Анисимова Н. А. Усиление и реконструкция мостов на автомобильных дорогах. Учебное пособие. Воронеж, 2006.

Влияние показателя микронейра волокна на физико-механические свойства пряжи

Махкамова Шоира Фахритдиновна, старший преподаватель
Ташкентский институт текстильной и легкой промышленности (Узбекистан)

Шумкарова Шамсия Пулатовна, старший преподаватель
Джизакский политехнический институт (Узбекистан)

Научно-исследовательская работа была проведена в Сурхондарьинской области на совместном предприятии «Сурхонтекс» и в Термезе в центре «Сифат». Для этого в центре «Сифат» на приборе HVI 900 SA были определены показатели микронейра волокна различных лотов совместного предприятия «Сурхонтекс». Были определены физико-механические показатели пряжи из волокна с показателем микронейра 4,2; 4,4; 4,6; 4,8 и были рекомендованы оптимальные показатели микронейра волокна для выработки качественной пряжи.

Ключевые слова: хлопковое волокно, показатель микронейра волокна, прочность, относительная разрывная нагрузка, квадратическая неровнота по прочности

Research work was carried out in the Surkhondarya region at the joint venture Surkhonteks and in Termez in the center of Sifat. To do this, in the center of Sifat on the HVI 900 SA device, the micro-fiber indicators of the various lots of the joint venture Surkhonteks were determined. Physicomechanical parameters of yarn from fiber with a micronaire index of 4.2; 4.4; 4.6; 4.8 were determined and optimal fiber micronaire was recommended to produce high-quality yarn.

Вырабатываемые на прядильной фабрике пряжи отличаются друг от друга по назначению, строению и свойствам. Они вырабатываются из чисто натуральных, химических волокон или из смеси различных волокон.

Один из основных показателей пряжи её неровнота. При плохой очистке волокон на хлопкоочистительных заводах, при неудовлетворительном разрыхлении или очистке волокон в прядении, при недостаточной параллелизации волокон на технологических переходах прядения увеличивается неровнота пряжи.

Ещё один из основных показателей пряжи квадратическая неровнота по линейной плотности и крутке, прочность, удельная разрывная нагрузка пряжи, квадратическая неровнота по прочности, а также ворсистость. Качество пряжи в первую очередь зависит от качества сырья.

Увеличение ворсистости пряжи приводит к образованию пороков при отделке ткани. Поэтому, ткани с повышенной ворсистостью подвергают опаливанию в специальных опаливающих камерах.

Пряжу в основном получают из волокон. С увеличением показателя микронейра волокон, увеличивается квадратическая неровнота по показателям пряжи, выработанной из этого волокна, т.к. такие волокна бывают грубые и переспелые. С уменьшением крутки пряжи, уменьшается сцепляемость между волокнами, что приводит к увеличению неровноты пряжи.

Поэтому для изучения возможности выработки конкурентноспособной пряжи в условиях рыночной экономики на прядильной фабрике были проведены научно-исследовательские работы. Для этого показатели микронейра волокон различных лотов используемых на совместном предприятии «Сурхонтекс» были определены в центре

«Сифат» на системе HVI 900 SA и затем были определены физико-механические показатели пряжи из волокон с показателем микронейра 4,2; 4,4; 4,6; 4,8 на современном измерительном оборудовании.

На основе полученных результатов были построен график изменения квадратической неровноты по линейной плотности и крутке пряжи в зависимости от показателя микронейра волокна, который приведен на рисунке 1.

Сравнивая полученные результаты с показателями пряжи из волокна с показателем микронейра волокна 4,2, квадратическая неровнота по линейной плотности у пряжи из волокна с показателем микронейра 4,4 повысилась на 28,1%, а квадратическая неровнота по крутке на 23,7%, у пряжи с показателем микронейра волокна 4,6 квадратическая неровнота по линейной плотности повысилась на 34,3%, а квадратическая неровнота по крутке на 32,8%, у пряжи с показателем микронейра волокна 4,8 квадратическая неровнота по линейной плотности повысилась на 44,0%, а квадратическая неровнота по крутке на 42,3%.

Помимо этого наблюдается изменение прочности, удельной разрывной нагрузки, квадратической неровноты по разрывной нагрузке, удлинения при разрыве, квадратической неровноты по удлинению пряжи в зависимости от показателя микронейра волокна.

Основываясь на результаты научно-исследовательской работы, были построены гистограммы изменения прочности, квадратической неровноты по разрывной нагрузке, удельной разрывной нагрузки, удлинения при разрыве и квадратической неровноты по удлинению пряжи в зависимости от показателя микронейра волокна, которые приведены на рисунках 2–4.

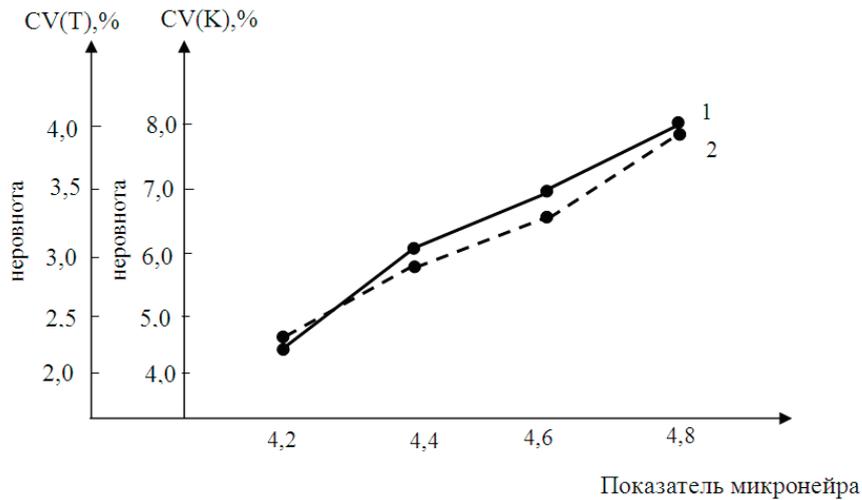


Рис. 1. Влияние показателя микронейра волокна на квадратическую неровноту пряжи по линейной плотности и крутке: 1 — квадратическая неровнота по линейной плотности; 2 — квадратическая неровнота по крутке



Рис. 2. Влияние показателя микронейра на прочность и удельную разрывную нагрузку пряжи



Рис. 3. Влияние показателя микронейра на прочность и квадратическую неровноту по прочности пряжи

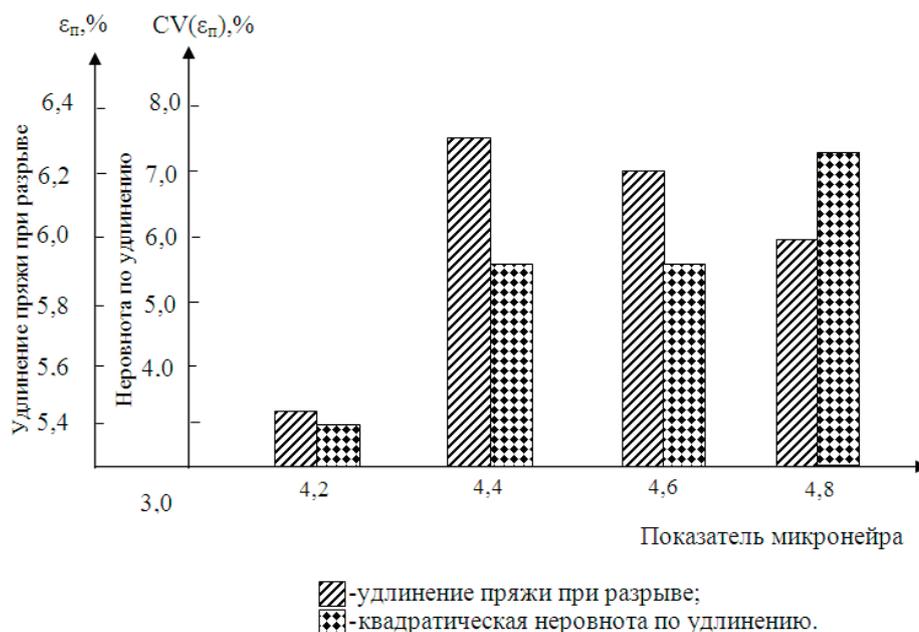


Рис. 4. Влияние показателя микронейра на удлинение при разрыве и квадратическую неровноту по удлинению пряжи

Сравнивая полученные результаты с показателями пряжи из волокна с показателем микронейра волокна 4,2, прочность пряжи из волокна с показателем микронейра 4,4 уменьшилась на 3,5%, а удельная разрывная нагрузка на 3,1%, квадратическая неровнота по прочности увеличилась на 25,0%, удлинение при разрыве на 18,3%, квадратическая неровнота по удлинению на 48,6%. У пряжи из волокна с показателем микронейра 4,6 прочность пряжи уменьшилась на 7,1%, а удельная разрывная нагрузка на 6,4%, квадратическая неровнота по прочности увеличилась на 32,8%, удлинение при разрыве на 14,6%, квадратическая неровнота по удлинению на 48,6%. У пряжи из волокна с показателем микронейра 4,8 прочность пряжи уменьшилась на 13,2%, а удельная

разрывная нагрузка на 11,5%, квадратическая неровнота по прочности увеличилась на 43,3%, удлинение при разрыве на 10,5%, квадратическая неровнота по удлинению на 60,3%.

Делая вывод можно сказать, что с увеличением показателя микронейра волокна квадратическая неровнота пряжи по линейной плотности уменьшается с 28,1% до 44,0%, квадратическая неровнота по крутке уменьшается с 23,7% до 42,3%, прочность уменьшилась с 3,5% до 13,2%, удельная разрывная нагрузка уменьшилась с 3,1% до 11,5%, увеличились такие показатели как квадратическая неровнота по прочности пряжи с 25,0% до 43,3%, удлинение при разрыве с 10,5% до 16,3%, квадратическая неровнота по удлинению с 48,6% до 60,3%.

Литература:

1. Миловидов Н. Н., Фаминский П. П., Шишкунова Е. Н. Проектирование хлопкопрядильных фабрик. М., Издательство «Легкая индустрия», 1981.
2. Азимов Б. А. Пахта йигириш фабрикаларини лойи алаш. Тошкент, «Ўзбекистон» нашриёти, 1995.
3. Борзунов И. Г., Бадалов Қ. И., Гончаров В. Г., Дуганова Т. А., Шилова Н. Н. Прядения хлопка и химических волокон. М., Издательство «Легкая индустрия», 1986.

К вопросу об исследовании долговечности железобетонных элементов

Мухаметзянова Альвина Ринатовна, магистр
Казанский государственный архитектурно-строительный университет

В статье рассматриваются основные положения повышения долговечности железобетонных конструкций. Выделяются методы прогнозирования железобетонных конструкций, их особенности, достоинства и недостатки.

Ключевые слова: долговечность, железобетон, агрессивная среда, коррозия бетона, обследование и эксплуатация зданий

В настоящее время основным конструкционным материалом для строительных целей в Республике Татарстан, а так же во всей Российской Федерации является железобетон. Можно заметить, что производство конструкций из него ежегодно увеличивается. Железобетон обладает большим количеством положительных свойств, но также имеет и ряд недостатков, из-за которых он оказывается не в состоянии удовлетворять возрастающим требованиям строительства. Выявление, изучение, учет, прогнозирование появляющихся недостатков и адекватное конструктивное их устранение весьма актуально и особенно необходимо в связи с увеличением числа реконструируемых и модернизируемых зданий.

Строительные конструкции, состоящие из бетонных и железобетонных элементов, предназначены для восприятия силовых и средовых воздействий. Силовые воздействия определяются гравитационными силами, жизнедеятельностью людей. Средовые воздействия обуславливаются температурой, влажностью, воздухообменом и многими другими факторами. Помимо этого, ка-

чество материалов в значительной степени зависит от технологии изготовления, возрастных и деструктивных явлений и особенностей их эксплуатации.

Долговечность — один из важнейших показателей качества строительных конструкций, который определяет способность их сохранять требуемые эксплуатационные качества в течение заданного срока службы в условиях внешних воздействий. Длительное время считалось, что долговечность железобетонных строительных конструкций с годами только увеличивается. Однако оказалось, что улучшение качества бетона происходит лишь при определенных влажностных и температурных условиях. В большинстве же случаев в процессе эксплуатации железобетонные конструкции подвергаются различным агрессивным воздействиям и разрушаются. Нормативные значения долговечности строительных конструкций могут быть достигнуты путем применения специальных материалов, защитных покрытий или особых конструктивных решений.

Кратко рассмотрим основные способы повышения долговечности железобетона в виде следующей таблицы:



Рис. 1

Практика эксплуатации показала, что каждый материал, изделие имеет определенную долговечность, которую необходимо уметь рассчитывать. Однако до сих пор нет теоретических методов расчета, оценки и прогнозирования долговечности строительных конструкций, работающих при совместном действии силовых факторов и агрессивных сред. В то же время нормативными документами предусматривается оценка состояния конструкций в процессе эксплуатации. Например, в СНиП 2.03.01–84* «Бетонные и железобетонные конструкции» 1996 г. в пункте 1.10 основные расчетные требования сформулированы следующим образом: «... Расчет по предельным состояниям первой группы должен обеспечивать конструкции от: ... от разрушения под совместным воздействием силовых факторов и неблагоприятных влияний внешней среды (периодического или постоянного воздействия агрессивной среды...)». Из этого следует, что расчет железобетонных конструкций на совместное воздействие силовых факторов и агрессивной среды должен производиться. При этом предлагается (п. 2.13), условия работы учитываются с помощью коэффициентов условий работы γ_{bi} . В этом же СНиПе (п. 6.2, 6.12) предлагается проводить поверочные расчеты существующих конструкций при обнаружении дефектов и повреждений в конструкциях с целью установления, обеспечивается ли несущая способность и пригодность к нормальной эксплуатации в изменившихся условиях; а так же проверять сечения, в которых «... при натурных обследованиях выявлены зоны бетона, прочность которых меньше средней на 20% и более». Здесь же отмечается, что «учет дефектов и повреждений производится путем уменьшения вводимой в расчет площади сечения бетона и арматуры». В СНиПе 52–01–2003 «Бетонные и железобетонные конструкции. Основные положения» в п. 9.3.6 также отмечается, что «при проведении поверочных расчетов должны быть учтены дефекты и повреждения конструкций, выявленные в процессе натурных обследований: снижение прочности, местные повреждения или разрушения бетона, обрыв арматуры ...» и т.д. Но при этом не учитывается, что изменение прочности бетона может происходить неравномерно в пределах поперечного сечения элемента, снижение прочности бетона развивается во времени. Приведенные нормативные требования не дают четкого представления о том, какие модели поперечного сечения должны рассматриваться, если под действием агрессивной среды происходит снижение прочности бетона и арматуры. В СНиП 2.03.11–85 «Защита строительных конструкций от коррозии» сформулированы требования к материалам (бетону и арматуре) конструкций, работающих в условиях агрессивных сред. Предлагается бетон железобетонных конструкций зданий и сооружений с агрессивными средами принимать марки по водонепроницаемости W4 и выше. В то же время в п. 2.17 предлагается «расчет железобетонных конструкций, подверженных воздействию агрессивных сред, производить по СНиП 2.03.01–84 с учетом настоящих норм по категории требований к трещиностойкости и предельно-допустимой ширине раскрытия трещин». В СП 63.13330.2012 «Бетонные и железобетонные конструкции.

Основные положения» отмечается, что «Для сильно поврежденных конструкций (при разрушении 50% и более сечения бетона или 50% и более площади сечения арматуры) элементы усиления следует рассчитывать на полную действующую нагрузку», т.е. при 50% потере несущей способности конструкцию следует заменить. Однако ни в СНиП 2.03.01–84, ни в СП 63.13330.2012, ни в СНиП 52–01–2003 не предложены расчетные модели, учитывающие деградацию бетона и арматуры при эксплуатации конструкций в агрессивных средах. Поэтому проблема оценки долговечности бетонных и железобетонных конструкций является актуальной.

Долговечность конструкций зависит от характера ее взаимодействия с агрессивными факторами окружающей, который описывается посредством моделей внешних воздействий. Под внешним воздействием здесь понимается действие нагрузок, климатические, агрессивные и другие воздействия и их сочетания. В настоящее время можно выделить следующие методы прогнозирования долговечности железобетонных конструкций, основы которых изложены в работах В.М. Бондаренко, Ю.М. Баженова, С.Н. Алексеева, В.И. Бабушкина, В.М. Москвина, Е.А. Гузеева, Ш.М. Рахимбаева, С.Н. Леоновича, зарубежных ученых.

Общий метод, основан на применении экспертных оценок, которые базируются на коллективном опыте и знаниях, полученных путем лабораторных и производственных испытаний конструкций и материалов, а также специальных исследований. Данный подход допускает, что отобранная железобетонная конструкция будет иметь ожидаемый срок службы, так как предполагается, что если железобетонная конструкция выполнена в соответствии с требованиями норм и стандартов, то её требуемый срок службы будет обеспечен. Такой прием дает соответствие теории с практикой в тех случаях, когда срок службы невелик или если условия окружающей среды не являются агрессивными по отношению к материалу конструкции, или имеют стационарный характер. Но этот подход не даёт ожидаемых результатов в случае, когда необходимо решить проблему прогнозирования срока службы железобетонных конструкций для отрезка времени, превышающего пределы опыта или знания; если рассматривается изменяющаяся окружающая среда; когда используются новые виды бетона и арматуры, а информация о длительном их применении ограничена.

Метод прогнозирования, основанный на сравнении эксплуатационного качества. Он построен на предположении, что если железобетонная конструкция была долговечной для определенного времени, то и аналогичная конструкция, находящаяся в подобных условиях, будет иметь тот же срок службы. Ограниченность метода состоит в том, что любая железобетонная конструкция обладает определённой уникальностью из-за вариаций свойств материалов, геометрий и конкретной практики строительства или изготовления. Кроме того, составы бетонных смесей и свойства применяемого бетона или арматуры не остаются неизменными во времени.

Метод ускоренных испытаний. В тех случаях, когда нет опыта и знаний в отношении сопротивления воздействиям для новых материалов или конструкций, проводятся ускоренные возрастные испытания. Чтобы оценить срок службы новых материалов или конструкций, было сделано допущение, что число циклов ускоренных испытаний несет некоторый вид зависимости от срока службы в действительных условиях. Сравнивая скорость изменения эксплуатационного качества материала при этих испытаниях с тем же параметром, полученным при долговременных испытаниях в реальных условиях, можно было оценить срок службы новых материалов или конструкций. Важное требование для использования ускоренных испытаний состоит в том, что деградационные механизмы в них должны быть такими же, как и при эксплуатации. Если деградационный процесс при соответственно пропорциональной скорости деградации одного и того же механизма одинаков для ускоренных по времени испытаний и долговременных испытаний в эксплуатационных условиях, коэффициент ускорения K может быть получен из:

$$K = \frac{R_{AT}}{R_{CT}} \quad (1)$$

где R_{AT} — скорость деградации в ускоренных испытаниях; R_{CT} — скорость деградации при долговременных испытаниях в эксплуатационных условиях.

Наибольшей трудностью в использовании такой методики прогнозирования срока службы является получение обеспеченных данных о параметрах эксплуатационного качества за длительный отрезок времени, что приводит к необходимости развить зависимости, выраженные через K . Метод получил приложение к оценке долговечности конструкций при действии на них только отдельных факторов.

Методы математического моделирования, основанные на физике и химии деградационных процессов. Ключевым вопросом здесь является знание закономерностей снижения эксплуатационного качества, то есть изменения основных свойств материалов и характеристик конструкций. В рамках детерминированного подхода для оценки долговечности получил развитие диаграммный метод расчета сечений железобетонных элементов, в котором используются трансформированные значения главных параметров диаграмм деформирования бетона и арматуры.

Известны методы, в которых используются **практические приложения теории надёжности, стохастических распределений и методов математической статистики.** Одним из подходов при разработке расчетных моделей долговечности является оценка условной надежности, при которой характеристики прочности сечений и действующие на конструкцию нагрузки рассматриваются как случайные величины. При этом снижение несущей способности в период эксплуатации конструкции условно заменяется понятием статистической изменчивости расчетных параметров. В соответствии с другим подходом вероятность безотказной работы в период эксплуатации

подчиняется статистическим закономерностям, характерным для данного объекта. Они должны быть найдены по результатам статистической обработки большого объема информации об эксплуатационных отказах изучаемых объектов. Основным препятствием в реализации данного подхода является ограниченность объема информации об отказах.

Методы механики разрушений получили развитие в последние 5–10 лет. Новая тенденция к оценке долговечности железобетонных конструкций, основана на применении практических аспектов механики разрушений и метода конечных элементов (МКЭ). Методы строительной механики железобетонных конструкций, взаимодействующих с агрессивной средой, основаны на применении аналитических методов механики сплошного тела к задачам сопротивления железобетонных конструкций коррозионным воздействиям. Метод эффективен в тех случаях, когда не удается выявить общую схему разрушения конструкции, и когда возможности метода предельных состояний ограничены.

Основной особенностью расчета долговечности конструкции является введение фактора времени. Что позволяет выразить долговечность элемента подверженного влиянию внешних агрессивных воздействий окружающей среды как функцию от времени. Согласно [7] при математической формулировке задачи прогнозирования долговечности железобетонных конструкций традиционно используются два подхода: детерминистский и вероятностный. В детерминистской постановке проблемы долговечности распределения усилия (нагрузки) S и сопротивления R игнорируются, поэтому статистическая природа S и R учтена ограниченно. Нагрузка, сопротивление и срок службы используются в детерминированных величинах, и их распределения, которые выражают связь между случайными величинами и частотой их появления или повышения, не рассматриваются. Основная формулировка расчёта долговечности может быть записана в терминах эксплуатационного качества или срока службы.

Здесь к $S(tg)$ относятся любые воздействия: механические (нагрузка), физические и химические; к $R(tg)$ — соответствующие сопротивления конструкции этим воздействиям. $S(tg)$ и $R(tg)$ могут быть представлены средними, характеристическими или расчетными значениями. Согласно принципу эксплуатационного качества расчётная формула записывается в виде:

$$S(tg) - R(tg) > 0$$

где tg — заданный (назначенный) срок службы

Особенностью вероятностных методов расчета долговечности по сравнению с детерминированными состоит во введении дополнительных условий, учитывающих неблагоприятную ситуацию, заданную с определенной вероятностью. Расчетные формулы записываются на основе уравнений регрессии, которые учитывают возможность распределения этих факторов. Основные параметры, определяющие долговечность, резерв несущей способности и интенсивность износа с течением времени, ис-

пользуются с вероятностными характеристиками, которые изменяются с течением времени.

Заключение

Основные результаты статьи — рассмотрены сведения о методах определения долговечности железобетонных

конструкций, изученных ранее учеными. Выявлены достоинства и недостатки каждого из методов. В результате чего можно выявить необходимость разработки новых методов, либо совершенствования уже существующих, используя современные программные комплексы, обладающие возможностью облегчить вычисления и улучшить его качество.

Литература:

1. Алексеев с. Н., Розенталь Н. К. Коррозионная стойкость железобетонных конструкций в агрессивной промышленной среде. М.: Стройиздат, 1976. 205 с.
2. Аугусти Г., Баратта А., Каммата Ф. Вероятностные методы в строительном проектировании. М.: Стройиздат, 1988. 580 с.
3. Бабушкин В. И. Физико-химические процессы коррозии бетона и железобетона. М.: Стройиздат, 1968. 187 с.
4. Баженов Ю. М. Бетон при динамическом нагружении. М.: Стройиздат, 1970.
5. Баженов Ю. М. Технология бетона. М.: Высшая школа, 1987. 415 с.
6. Бондаренко В. М. Предложения к теории силового сопротивления поврежденных коррозией железобетонных конструкций. // Тр. РААСН. СП 6–2006. С. 23–27.
7. Бондаренко В. М. К вопросу о влиянии анизотропии и коррозионных повреждений на силовое сопротивление железобетона при знакопеременном нагружении // Academia. Архитектура и строительство. 2011 № 1. С. 101–105.
8. Изотов В. С. Контроль качества и повышение долговечности железобетонных конструкций: Учебное пособие. Казань: КГАСУ, 2008. — 248 с.

Влияние условий хранения и сушки на надмолекулярную структуру волокон хлопчатника

Очилов Тулкин Ашурович, доцент

Ташкентский институт текстильной и легкой промышленности (Узбекистан)

Исматова Махсуда Мирзакуловна, старший преподаватель

Джизакский политехнический институт (Узбекистан)

Надмолекулярная структура волокон, хранение хлопка-сырца в бунтах, сушка волокон перед хранением и при переработке, топография поверхности волокна высушенных при 160 и 200°C, изменение поверхности и кристаллитов волокна.

В настоящее время для хлопкоочистительных заводов и заготовительных пунктов ключевой проблемой является сушка хлопка-сырца и его хранение в бунтах. Анализ литературных работ показал, что при сушке хлопка-сырца при высоких температурах, а также хранении в бунтах происходит ухудшение таких важных характеристик, как разрывная нагрузка, извитость, длина и образование пороков волокна, причем для различных селекционных сортов хлопчатника и изменения различны [1]. Изложенное требует дополнительного изучения тонкой микроструктуры, т.к. прочностные и технологические свойства волокон хлопчатника, как и других полимерных веществ, неразрывно связаны с изменениями их надмолекулярной структуры.

Одним из прямых методов исследований надмолекулярной структуры полимерных материалов, в том числе

волокон хлопчатника, является метод электронной микроскопии. В настоящем разделе описываются результаты изучения надмолекулярной структуры волокон сорта «Юлдуз», подвергнутых различным температурам сушки. Для исследования хлопок-сырец брали с трех участков бунта: верхней, средней и нижней частей. Для изучения изменения надмолекулярной структуры при данных превращениях использовали два независимых метода исследования электронной микроскопии. Указанные методы исследования позволяют исследовать изменения, происходящие на поверхности (метод реплик) и вторичной стенке (метод гидролиза) волокон. Подробная методика приготовления препаратов описана в методической части работы.

Известно, что на посевах хлопчатника с избыточной густотой стояния растений создается иной микроклимат,

в условиях которого влажность хлопка-сырца становится более высокой, чем на посевах с принятой густотой и лучшей проветриваемости. Заготовители хлопка-сырца предпринимают все необходимые меры, чтобы организовать сбор семян и обеспечить сохранность их качества в процессе переработки и хранения. Смешанный сбор в общую партию вполне зрелого хлопка-сырца с незрелым, имеющим повышенную влажность, приводит к самосогреванию и к порче семян, а также ухудшает многие технологические качества. Условия хранения (в бунтах, складских помещениях и др.) стимулируют бурное развитие бактерий и грибов на хлопке-сырце, которые поглощают кислород, а выделяют углекислый газ и тепло. Поэтому ухудшается качество семян и волокна.

На хлопкозаготовительных пунктах и перерабатывающих заводах хранятся около 80% заготовительного хлопка-сырца. Условиям сушки до кондиционной влажности, а также правильного хранения хлопка-сырца ключевой проблеме хлопководства, посвящены многие исследования [2,3].

Начало проведения наших исследований посвящено изучению топографии поверхности волокон хлопка-сырца, взятых с верхней, средней и нижней частей бунта. Срок хранения в бунтах составил три месяца. Прежде всего, следует отметить, что топография поверхности зрелого хлопкового волокна, собранного с поля, в зависимости от разновидности сортов и форм хлопчатника (дикие, полудикие, культурные формы), характеризуется многочисленными складками и выступами, расположенными на поверхности под острым углом по отношению к оси волокна. В данном случае также наблюдается характер этой картины. Однако, несмотря на то, что исследованию подвергали волокна одного сорта «Юлдуз», в зависимости от условий хранения в бунтах, поверхности волокон несколько различаются. Так поверхность волокон, подвергнутых исследованию с верхней части бунта характеризуется более однородной структурой. Складки и выступы расположены под острым углом к оси волокна и расстояние между складками небольшое. Складки распределены достаточно параллельно относительно друг друга и оси волокна. Несколько другая картина обнаруживается при рассмотрении поверхности волокон, взятых для исследования со средней и нижней частей бунта при хранении. Несмотря на то, что оба образца относятся к сорту «Юлдуз», их поверхность резко различается: сохраняется складчатость, но расстояние между складками намного больше, чем у образца, отобранного с верхней части бунта, что особенно хорошо видно у волокна из нижней части бунта при хранении. Поверхность волокна имеет совершенно другой вид: поверхность неоднородна, между складками наблюдаются некоторые глобулярные и бесформенные структурные элементы. Наблюдаемому эффекту, по-видимому, способствуют условия хранения хлопка-сырца в нижней части бунта. Как мы отмечали ранее, при анализе технологических качеств волокон из различных частей бунта, в образцах, взятых из нижних частей многие технологи-

ческие качества резко ухудшаются. Между однородностью поверхности и технологическими качествами волокон обнаружена зависимость и в работе А. Муратова и К.Ф. Гесос. По данным авторов, чем однороднее поверхность волокон, тем выше качество волокон. В данном случае более однородная поверхность волокна наблюдается у образцов, взятых с верхней части, чем средней и нижней. Следовательно, ухудшение технологических качеств волокон от верхней к нижней части бунта подтверждается также изменениями, происходящими на топографии поверхности изученных волокон. Аналогичные изменения обнаружены и при изучении вторичной стенки волокон методом кислотного гидролиза.

При помощи метода гидролиза разбавленной кислотой и последующей диспергацией ультразвуком различных сортов хлопчатника можно обнаружить наличие и качество микро фибриллярных агрегатов элементарных фибрилл волокон. Такие микро фибриллярные агрегаты можно рассматривать как реальные морфологические единицы хлопковых волокон, связанных между собой элементарными фибриллами или пучками макромолекул с низким порядком. Зависимость гидролизуетости препарата от его структуры широко используется для характеристики качества волокон, определения кристаллических и аморфных веществ.

На электронных микроснимках ясно обнаруживаются масса тонких и довольно однородных микрофибрилл и их агрегаты, или так называемые кристаллиты. Ширина их колеблется от 100 до 150 Å, в зависимости от места хранения волокон в бунте. Установлено, что все кристаллиты агрегированы и агрегация наиболее четко проявлена при исследовании препаратов волокон, взятых из верхней и средней частей бунта. При изучении волокон, полученных из нижней части бунта (относительно меньшей крепостью), наряду с асимметрическими частицами наблюдаются бесформенные частицы. Изложенное говорит о том, что эти образцы больше и быстрее подвергаются процессу гидролиза. Отсюда можно заключить, что гидролизуетость связана с крепостью волокон.

Таким образом, можно заключить, что место хранения хлопка-сырца в бунтах существенно влияет не только на технологические свойства, но и на структуру волокна, как на поверхности, так и на вторичной стенке.

Немаловажное значение имеет сушка волокон перед хранением и при переработке. Процесс сушки хлопка-сырца в первом периоде осуществляется в общем случае за счет удаления свободной влаги из волокна и поверхности кожуры семян. При сушке в сушильных установках происходит быстрый нагрев и обезвоживание, причем процесс нагрева происходит значительно интенсивнее, чем обезвоживание. Механизм сушки влажных материалов определяется, в основном, режимом сушки и формами связи влаги с материалом, за основу классификации которых принята схема П.А. Ребиндера. Согласно, схеме различают: химическую связь (в точных количественных соотношениях); физико-химическую связь

(в различных, не строго определенных соотношениях), которая делится на адсорбционную и осмотическую.

Известно, что хлопок-сырец является термочувствительным материалом и интенсификация процесса его сушки, при больших температурах, обычно сопровождается изменением механических свойств и товарного вида волокна. В научной литературе имеются информации об исследованиях свойств и структуры хлопкового волокна в процессе сушки. Следует отметить, что различие форм связи компонентов хлопка-сырца с влагой приводит к отличию их гигроскопических свойств. По мнению авторов, сорбционная способность волокон хлопчатника зависит от наличия гидроксильных групп в целлюлозе. Энергия водородных связей, возникающих между молекулами воды и гидроксильными группами целлюлозы, оказывается недостаточной, чтобы разрушить кристаллическую решетку. Поэтому сорбция воды происходит только в аморфных областях и не затрагивает кристаллические участки. Имеются противоречивые мнения о влиянии жира воскового слоя поверхности на их сорбционные свойства. Так, Королев В. К. и Щекольдин М. М. считают, что наличие жира воскового слоя делает поверхность волокна влагопроницаемой. Что касается сорбционной способности кожуры и ядра семени, то большинство исследователей считает, что у кожуры она выше, чем у ядра семени. При увлажнении семян вся поверхность кожуры пропускает влагу одинаково.

Таким образом, хлопок-сырец является материалом, обладающим гигроскопичностью, так как сорбционные свойства компонентов хлопка-сырца различны, то происходит неравномерное удаление влаги между компонентами. В частности показано, что процесс сушки волокна происходит быстрее, чем у семян. Несмотря на большое значение процесса сушки хлопка-сырца для хранения и переработки, некоторые аспекты данной проблемы остаются малоизученными. Особенно, это касается изменений надмолекулярной структуры волокон хлопчатника, происходящих в процессе температурной сушки хлопка-сырца в бунтах.

Нами было подробно исследованы изменения надмолекулярной структуры волокон сорта хлопчатника «Юлдуз» взятых из верхней, средней и нижней частях бунта и высушенные при 160 и 200°C.

Прежде всего, рассмотрим изменения, происходящие при высушивании волокон, взятых из проб верхней части бунта.

Топография поверхности волокон, высушенных при 160°C несколько отличается от не высушенных исходных, но по характеру расположения структурных элементов на поверхности почти идентичны с другими зрелыми волокнами сортов вида Ghirsutum. Несколько другую картину можно наблюдать при высушивании волокон при 200°C. В отличие от исходного и высушенных при 160°C, топография их поверхности характеризуется многочисленными складками расстояния, между которыми колеблется в пределах 0,2–1,3 мкм. Наряду с гладкой струк-

турой поверхности наблюдаются грубые структурные нарушения, особенно, резко меняется угол между складками и осью волокна. Причиной подобного нарушения структурной неоднородностью поверхности является действие высокой температуры. Из литературы известно, что даже кратковременная сушка волокна (7–30 с) при 150–200°C приводит к структурным изменениям различной степени, которые подтверждаются значительным изменением плотности целлюлозы волокна. В другой работе отмечается, что при кратковременном прогреве целлюлозы до 120–170°C не происходит заметных структурных изменений, в то время как прогрев до температуры свыше 160–180°C приводит к интенсивному разрушению молекул целлюлозы. Авторы утверждают, что это связано с термическим распадом молекул целлюлозы. В нашем случае также обнаружено, что сушка при температуре 160°C по сравнению с 200°C существенных изменений топографии поверхности не приводит.

При рассмотрении гидролизованных препаратов волокон, взятых из верхней части бунта хранения, также было обнаружено, что температура сушки 160°C в меньшей степени влияют на кристаллиты целлюлозы волокон, чем при 200°C. Кристаллиты имеют те же размеры и формы агрегации, что и исходный образец. В отличие от них, у образцов, высушенных при 200°C наряду с асимметричными частицами наблюдаются бесформенные и глобулярные частицы.

Степень агрегированности в данном случае намного меньше, чем у предыдущего образца. Такому резкому изменению форм и размеров при сушке способствует влияние повышенной температуры.

Существенным изменениям поверхности и кристаллитов подвергаются волокна, высушенные при 200°C. Происходящим изменениям, по-видимому, способствуют два фактора: если первый температурный; второй — изменения, происходящие в различных участках самих бунтов, нами описаны выше. Но, результаты исследований показали, что между картиной топографии поверхности и кристаллитов исходного волокна (проба из средней части) и высушенных при 160°C (особенно, при 200°C), наблюдается резкое отличие. В частности, это хорошо отражается на размерах, формах и агрегации гидролизованных препаратов.

У длинного образца очень хорошо выделяются мелкие глобулярные образования и лесоциаты (кстати, они тоже являются плотными участками микрофибрилл). По сравнению с предыдущими образцами их количество намного превышает, а по размеру — намного уступает. Из литературы также известна корреляция между размерами кристаллитов и прочностными характеристиками волокон хлопчатника. Если исходить из этих соображений, то данный образец обладает меньшей крепостью по сравнению с предыдущим и исходными образцами. То есть менее прочные волокна легко подвергаются кислотному гидролизу по сравнению с прочными волокнами. Уменьшению прочности с одной стороны способствовало дей-

ствии термофильных грибов, находящихся в середине бунта хранения, с другой стороны повышенная температура.

При анализе волокне взятых из проб нижней части бунта хранения, очень хорошо наблюдается эффект слияния вышеупомянутых факторов на изменчивость надмолекулярной структуры. Следует отметить, что изменения, происходящие при высушивании (160 и 200°C) резко отражаются как на топографии поверхности, так и на характере выделения кристаллитов, что особенно проявляется на поверхности волокна. По-видимому, их образованию, в основном, способствовали условия хранения (место), так как в этих условиях очень хорошо развиваются микроорганизмы, разрушая структуру и свойства волокна. Дальнейшая высокотемпературная сушка также влияет на названные свойства, но в меньшей мере, чем микроорганизмы, находящиеся в данном слое бунта. Следует отметить, что глобулярные частицы, наблюдаемые в данном образце, не были обнаружены у образцов, пробы которых были взяты с верхней и средней частей бунта. Следовательно, образованию глобулярных частиц, особенно, на поверхности, более способствовало влияние микроорганизмов, чем влияние сушки.

Глубокие изменения претерпевает и вторичная стенка волокна, что где кристаллиты по размеру и степени агрегированности резко отличаются (уменьшаются) от всех исследованных волокон хлопчатника.

Помимо асимметрических частиц наблюдаются глобулярные образования, размеры которых колеблется в пределах 10–200 Å, т.е. данный образец очень легко подвергается действию разбавленной кислоты. Следовательно, прочность данного образца также находится несколько ниже, чем у исходных и высушенных при 160°C. Таким образом, можно заключить, что при высокотемпературной сушке, независимо от места положения в бунтах для хранения волокна, в хлопке-сырце происходит значительное структурное изменение. Причем, чем выше температура, тем больше изменение. В частности показано, что повышение температуры сушильного агента ведет к росту дефектности микроструктуры, как на поверхности, так и во вторичной стенке волокна. Показано, что в результате

сушки хлопка-сырца при температуре свыше 160°C происходит уменьшение угла между складками и осью волокон, образуются глобулярные частицы различных размеров, а также наблюдается резкое уменьшение размеров кристаллитов микрофибрилл.

Установлено, что наблюдаемые структурные изменения, происходящие при различных условиях хранения в бунтах, а также высокотемпературной сушке хлопка-сырца обязательно должны отразиться и на их физико-механических характеристиках.

ВЫВОДЫ

1. Экспериментально изученная кинетика разрушения волокон по технологическим переходам от бунта в процессах сушки, очистки, джинирования, волоконоочистки до прессования показали:

а) что природа разрушения волокна носит двойственный характер — разрушение происходит при общем нагружении волокна при хранении в бунтах и в точках контакта с рабочими органами машин;

б) кинетика процесса подчиняется закону усталостного разрушения, когда постепенно вокруг микротрещин, дефектов и концентраторов напряжений возникают макроскопические разрушения, механического и биомеханического характера;

в) степень разрушения волокон зависит от технологических воздействий на хлопок, их величины и количества; поэтому основная доля прироста повреждений волокна приходится на очистку хлопка, джинирование и волоконоочистку; причем при джинировании развивается наибольшая нагрузка, но кратность ее невелика, а в очистке нагрузки ниже, но повторяются многократно и это хорошо согласуется с теоретической моделью;

г) степень повреждения зависит и от состояния сырья, его влажности, сроков и условий его хранения, а также условий сушки, что напрямую влияет на материаловедческую характеристику хлопка — способность без разрушения выдерживать необходимое число циклов технологических нагружений.

Литература:

1. Хаджинова М. А. Исследование свойств и структуры хлопкового волокна в процессе сушки. Ташкент: Фан, 1966.
2. O'zDst 633–95. Волокно хлопковое. Методы определения длины.
3. Муратов А., Гесос К. Ф., Шарапова Р. З. Сравнительное электронно-микроскопическое изучение надмолекулярной структуры волокна некоторых сортов хлопчатника // Цитология и генетика, 1983.

Кинетика изменения прочности волокна при хранении и переработке хлопка-сырца по технологическим переходам

Очилов Тулкин Ашурович, доцент

Ташкентский институт текстильной и легкой промышленности (Узбекистан)

Исмадова Махсуда Мирзакуловна, старший преподаватель

Джизакский политехнический институт (Узбекистан)

Прочность волокна на разрыв P_p — одна из основных статических характеристик волокна, оценивающих предельную нагрузку на волокно при его одноосном нагружении до момента разрушения в наиболее слабом сечении. И, хотя волокна в пряже и изделиях разрушаются в основном под действием переменных усилий, главным образом циклически повторяющихся, а также в результате трения и износа, и очень редко при однократном растяжении, указанная характеристика коррелируется с предельными значениями усталостной прочности и износостойкости волокна. Поэтому зачастую достаточно иметь значение P_p (в сН), чтобы предвидеть в общем виде и остальные характеристики.

Такая оценка свойств волокна восходит к материаловедческой оценке металлов, строительных материалов, пластмасс, характеристики которых получают при одноосном деформировании, а результаты испытаний распространяются на более сложные объемные напряжения. Используя ту или иную теорию прочности: наибольшего нормального напряжения, наибольших касательных напряжений, энергии формоизменения и др. Такой подход к волокну оправдан тем, что хотя последнее можно считать близким к гибкой нити, в точках контакта волокна с рабочими органами и друг с другом в пряже, ткани и трикотаже в волокнах возникают объемные напряженные состояния. Сказанное было доказано в приведенных ранее работах Р.Г. Махкамова, Р.З. Бурнашева и др., когда оценка напряжений в волокне, согласно теории энергии формоизменения, соответствовала напряжениям, развиваемым в нем при одноосном разрыве.

В этой связи встает помимо естественного вопроса моделирования кинетики изменения прочности волокна и проблема адекватной оценки величины P_p .

Прежде чем перейти к анализу поставленных задач, отметим сразу, что в последние годы текстильщики предпочитают указанной оценке величины P_p (абсолютной) относительную прочность волокна P_p (сН/текс), равную отношению первой к линейной плотности волокна T_g

$$P_p = \frac{P_p}{T_g}. \quad (6.1)$$

При этом оценка дает относительную характеристику крепости волокна; величина P_p у достаточно сильных зрелых волокон тонковолокнистого хлопка составляет 32–35 сН/текс, а у средневолокнистых сортов хлопка 26–28 сН/текс. Значения указанного показателя ниже приведенных пределов говорят о слабости волокон, их незрелости, что, к сожалению, имеет место для практически всех отечественных районированных и зарубежных опытных селекций, выращиваемых в Узбекистане. Так, у многих средневолокнистых сортов хлопка этот показатель не превышает 16–19 сН/текс, с чем связаны относительно низкие объемы заготовок хлопка-сырца отборного и первого промышленных сортов и что обосновывает развиваемую в республике подпленочную технологию сева хлопчатника, доля которого непрерывно растет и постепенно распространяется с Андижанского на большинство вилоятов республики. Такой метод сева, как и посев хлопчатника с помощью рассады, позволил Китаю выйти на первое место по производству хлопка, ареал районирования которого шагнул далеко на север и оказался полезен Узбекистану, как одной из самых северных зон выращивания хлопка.

Практика показывает, что указанные природные свойства волокна не остаются постоянным и во времени, изменяясь в период хранения в бунте, после сушки, очистки от мелкого, крупного сора, дженирования, волокноочистки и прессования. Подобное изменение продолжается преимущественно в сторону убывания P_p и на всех переходах в текстильной технологии рыхления и трепания, чесания, в производстве ленты, ровницы и пряжи, в ткачестве и трикотаже, а также в отделке и в производстве готовых изделий.

Механизм указанных изменений сродни кинетическому закону деструкции материала хлопка, описанному уравнениями (3.4)-(3.10) для характеристики материала N выдерживать заданное предельное число циклов (αn). Так как в различных процессах и соответствующих им состояниях волокна указанные показатели различные, имеет смысл говорить о разной степени потери прочности волокна на отдельных технологических переходах.

В то же время причиной разрушения волокна при растяжении являются концентраторы напряжений в его опасном сечении. Таковыми могут быть биологические и механические повреждения, явные и скрытые, а при отсутствии таковых просто наименьшая площадь сечения волокна. Поэтому если считать, что

$$\eta = \eta(\alpha n, N, T), \quad (6.2)$$

где число повреждений η функция числа механических воздействий αn , свойств волокна N и T — температура сушки, а величину N функцией зрелости (сорта) волокна, его влажности, условий и времени хранения хлопка, аналитическую зависимость прочности можно записать в виде

$$P_p(\alpha n, N, T) = P_o - \Delta P(\eta), \tag{6.3}$$

где P_o — исходное значение прочности волокна до начала его переработки на хлопкоочистительном заводе; ее значение зависит от времени и условий хранения в бунте хлопка, а также промышленного и селекционного сортов сырца, являясь в момент начала переработки величиной постоянной;

$\Delta P(\eta)$ — падение прочности из-за повреждения волокон, а также изменения температуры сушки и влажности сырца согласно (6.2).

Выражение (6.3) можно представить и в несколько ином виде, выделив отдельной величиной ΔP_2 — степень снижения прочности, зависящую напрямую от процесса сушки хлопка, а остальные изменения представив в виде величины ΔP_1 , как функцию степени механических воздействий (αn) и свойств материала N . Тогда (6.3) запишется в виде

$$P_p(\alpha n, N, T) = P_o - \Delta P_1(\alpha n N) - \Delta P_2(T). \tag{6.4}$$

Причем в формулах (6.3) и (6.4) под влиянием N понимается зависимость потери прочности волокна от влажности, сорта хлопка, не вошедших в явном виде в рассматриваемые соотношения.

Проанализируем правые части указанных соотношений.

Значение P_o соответствует исходной прочности волокна к моменту начала переработки хлопка на хлопкозаводе. Хлопок-сырец, сформированный в партии по селекционному и промышленному сортам, виду сбора, а также по принадлежности фермеру или ширкатному хозяйству, может иметь различную предысторию:

- не проходя сушки и очистки сразу передаваться на переработку; преимущественно это хлопок ручного сбора, собранный в благоприятных условиях и имеющий невысокую кондиционную влажность;
- требующий предварительной очистки и сушки; это преимущественно хлопок машинного сбора повышенной засоренности, прямо пускать который в технологию хлопкозавода нельзя;
- хлопок-сырец курачного сбора (ручного или машинного), прошедший ворохоочиститель, требующий предварительной сушки и очистки;
- хлопок-сырец предыдущих групп, складирован в бунты или хранилища на значительный срок (от одного до нескольких месяцев).

В первом случае значение $P_{оис}$ практически равно природным характеристикам хлопка-сырца в поле, в раскрытой коробочке; возможными потерями прочности хлопка при ручном сборе и транспортировании как величинами достаточно малыми можно пренебречь.

В двух других случаях следует учесть потери длины при шпиндельном сборе хлопка, полевой очистке курака, в сушильном барабане и очистителях сушильно-очистительного цеха заготовительного пункта. Очевидно, в этом случае потери прочности будут велики, ими нельзя пренебречь, для чего обычно производится промежуточный анализ свойств сырца.

Более сложен последний случай, когда хлопок-сырец по одному из трех предыдущих вариантов принимается заводом или заготовительным пунктом имея некоторую прочность $P_o^i < P_{оис}$, (то есть меньше природной) закладывается на длительное хранение.

В результате биологических процессов жизни семян, а также деструктивного воздействия на волокно среды хранения этот показатель изменяется по сложному закону, аналогичному одному из описанных ранее для величины N в кинетической модели.

Пусть к моменту закладки хлопка-сырца на хранение с учетом указанных обстоятельств волокно имело прочность P_o^i . Через время t_{xp} прочность волокна приобрела значение P_o изменяясь по сложному закону, представляющему собой произведение двух экспоненциальных функций — одной возрастающей (дозревания волокна), другой убывающей (в зависимости от плотности хранения, сорта хлопка). В первом случае параметрами экспоненты помимо P_o^i являются некоторая постоянная P_∞^i и период релаксации T_1 , во втором соответственно P_∞^i и T_2 . Величины P_∞^i и P_∞^i соответственно означают возможную степень роста прочности в результате дозревания и ее снижения от деструкции. Первая величина связана с биологией растения, вторая зависит от плотности бунта, наличия на поверхности волокна микроорганизмов и т.д.

Постоянные времени T_1 и T_2 означают скорость изменения экспоненты и, как было показано ранее, численно равны отрезкам, отсекаемым касательной к экспоненте в ее начальной точке от прямой, параллельной оси времени, и к которой стремится экспонента. Чем меньше значения постоянных времени, тем быстрее завершается процесс. Через время, равное трем T_1 или T_2 , экспоненциальный процесс завершается на 95 с лишним процентов.

Такая модель запишется в виде

$$P_o = \left[\sqrt{P_o^i} - (\sqrt{P_o^i} - \sqrt{P_\infty^i})(1 - e^{-\frac{t_{xp}}{T_1}}) \right] \cdot \left[\sqrt{P_o^i} + (\sqrt{P_\infty^i} - \sqrt{P_o^i})(1 - e^{-\frac{t_{xp}}{T_2}}) \right] \tag{6.5}$$

где, кроме перечисленных параметров $P_o^I, P_\infty^I, P_\infty^II, t_{xp}, T_1$ и T_2 через e обозначена величина неперова числа ($e = 2,71828$). Из формулы (6.5) имеем при $t_{xp} = 0$

$$P_o^{(o)} = \sqrt{P_o^I} \cdot \sqrt{P_o^I} = P_o^I \tag{6.6}$$

т.е при переработке хлопка без хранения, естественно, ее исходная прочность равна прочности волокна, поступающего сырца, и влияние хранения кратковременного на прочность волокна практически нет.

Если хлопок хранится достаточно долго, то есть при $t_{xp} \rightarrow \infty$, из (6.5) имеем

$$P_{o(\infty)} = \sqrt{P_\infty^I \cdot P_\infty^II}, \tag{6.7}$$

среднему геометрическому значению функций P_∞^I, P_∞^II .

Обычно P_∞^I больше P_o^I , а P_∞^II меньше P_o^I , поэтому $P_{o(\infty)}$ находится в промежутке между указанными предельными значениями и возможно лишь частичное увеличение прочности волокна при хранении, да и то в ограниченный период времени, если T_1 намного меньше T_2 , т. е. $T_1 \ll T_2$.

В целом, о (чем уже указывалось нами ранее) факт дозревания хлопка в бунте преувеличивать нельзя — длительное хранение хлопка неизбежно приводит к некоторому снижению прочности, особенно в нижних слоях бунта, что нами изучено экспериментально и будет приведено несколько ниже.

Из соотношения (6.5) также очевидно, что при отсутствии одного из указанных явлений — дозревания или деструкции волокон — превалирующую роль начинает играть второе.

Так при равенстве P_o^I и P_∞^I , то есть закладки на хранение созревшего хлопка, при $t_{xp} \rightarrow \infty$ величина P_o равна $\sqrt{P_o^I P_\infty^II}$, т. е. прочность волокна неизбежно снижает.

И, наоборот, если бы удалось устранить деструкцию волокна при его одновременном дозревании, то $P_{o(\infty)}$ равнялась бы $\sqrt{P_\infty^I P_o^I}$ и происходило его упрочнение.

Указывалось, что снижение прочности волокна, тесно связанное с его повреждением по технологическим переходам, зависит от количества и величины механических воздействий и свойств волокна, на которые влияют температура сушки, время и условия хранения хлопка в бунте, и представляет собой некоторую кинетическую функцию типа (3.4)-

$$(3.10), \text{ преимущественно нелинейную степени } \frac{m}{p}.$$

В предыдущем разделе работы при рассмотрении кинетики повреждения и извитости хлопкового волокна сопоставление указанных показателей производилось в виде сравнительных диаграмм для шести точек измерений — от бунта (0) до прессования (5) в различных разрезах значений сорта хлопка-сырца, времени и плотности хранения бунта, на двух уровнях температуры теплоносителя сушилки.

По таким диаграммам возможно воссоздать необходимую зависимость указанных параметров от степени воздействия на хлопок-сырец, но скорее умозрительно. Никакой речи о функции, функциональной зависимости здесь речи идти не может, так как по оси абсцисс не откладывается переменная непрерывная величина, а только номер технологического перехода.

Чтобы получить функциональную зависимость желательно иметь не порядковый номер физического процесса, а непрерывную величину. Такой выступает в технологической линии хлопкозавода степень механических воздействий на хлопок в указанных процессах (αn), что позволяет перейти от диаграмм к кривым зависимости — в данном случае вида $P_p(\alpha n)$.

Но эти зависимости не будут в достаточной степени гладкими, так как приведенная в разделе 3 оценка каждого технологического перехода по степени воздействия ориентировочна и различна в зависимости от сорта хлопка и, самое главное, распространяется в неодинаковой степени на всю генеральную совокупность волокон.

Поэтому очевидно, при переменном шаге расположения точек измерения по оси абсцисс в отдельных случаях возможны локальные изломы зависимости, в частности резкое снижение длины (относительное) в отдельных режимах сушки, особенно низких сортов, а также при дженировании, когда предельную нагрузку испытывают все без исключения, отделяемые от семян волокна.

Более гладкой будет кривая P_p , а также ΔP , если откладывать по оси абсцисс не просто сумму нормируемых механических воздействий, а их отношение к характеристике N , различной для каждого перехода. Однако выполнить данное преобразование пока не представляется возможным в достаточной степени корректно из-за вариации самого значения

N в зависимости от условий обработки. Обратную же задачу сглаживания кривой $P_p(\frac{\alpha n}{N})$ технически выполнить трудно, но это будет не совсем корректно, из-за случайного характера значений средней выборки.

В последнем случае обе названные функции будут представлять из себя либо прямую ($\frac{m}{p} = 1$), либо кривую параболического типа ($\frac{m}{p} > 1$). В этом случае ΔP представляет собой одну из кривых проанализированных моделей кинетики разрушения волокна, правда не полностью совпадающую с аналогичными для поврежденности и извитости.

Выделим из ΔP в отдельную величину температурные изменения прочности, представив (6.3) в виде (6.4). Для этого есть два основания: первое заключается в том, что действие температуры относительно кратковременно и может привести к необратимым свойствам волокна, учет которых с помощью кинетического параметра N в дальнейших переходах технологии затруднителен и не раскрывает существа процесса. И второе, такая замена позволит раскрыть существо проблемы на не механическом, а физическом уровне и в значительной степени придаст решению проблемы внутренний смысл, а не только кинетический и статистический.

Приведем лишь общую модель явления, базирующуюся на уравнениях С. Н. Журкова [70]. Уравнение связывает время (долговечность) до разрушения волокна τ^* с напряжением, приложенным к нему при условии его полного разрушения

$$\tau^* = \tau_o \exp\left(\frac{U_o - \gamma\sigma^*}{kT}\right), \tag{6.8}$$

где τ_o - постоянная, близкая к периоду тепловых колебаний атомов (10–12–10–13 с); U_o - энергия активации механического разрыва связей; γ - коэффициент, зависящий от структуры волокна и учитывающий неоднородность распределения напряжений по микроучастку волокна и молекулярным цепям; K - постоянная Больцмана.

Данное уравнение, справедливое для широкого диапазона вариации напряжений σ и температур T , К. Е. Перепелкин [152] применил для изучения разрывной прочности пряжки волокон по стандарту ГОСТ 3274.1–72 с помощью

динамометра ДШ-3М, заменив γ на γ_1 — структурно чувствительный коэффициент, отличающийся от γ на том основании, что разрыв волокон происходит неодновременно.

Логарифмирование (6.8) с учетом указанной модели позволяет определить разрушающее напряжение:

$$\sigma^* = \frac{U_o}{\gamma_1} - \frac{kT}{\gamma_1} \ln \frac{\tau^*}{\tau_o}. \tag{6.9}$$

Причем условием напряжения волокон является равенство единицы критерия Бейли

$$\int_0^{\tau^*} \frac{d\tau}{\tau[\sigma(\tau)]} = 1, \tag{6.10}$$

где σ от τ — зависимость напряжения от времени.

Такая зависимость была выявлена нами при изучении процесса разрыва волокон маятниковым динамометром, схема которого проста. Сущность ее в том, что концы волокон наматываются на блок x радиуса r моментом рычага нагрузки mgR , отклоненным в момент разрыва на угол α . Здесь m - масса маятника, R - расстояние от центра вращения до центра тяжести и g - ускорение свободного падения.

Из уравнения равновесия маятника

$$P \cdot r = mgR \sin \phi, \tag{6.11}$$

при малом угле α , когда $\alpha = \sin \alpha$, имеем

$$\alpha = \frac{Pr}{Rmg}. \tag{6.12}$$

Так как за время τ зажим опустится на расстояние ℓ и маятник отклонится на угол α , величина деформации волокон составит

$$\ell = \nu r = r\alpha, \tag{6.13}$$

где ν — скорость опускания зажима. Из двух последних формул имеем значение натяжения волокон

$$P = \frac{\nu Rmg}{r^2} \tau, \tag{6.14}$$

функции τ .

В условиях, когда волокно растягивается одноосным напряжением σ , между этим напряжением и усилием P связующим звеном является площадь поперечного сечения волокна, т. е.

$$P = \sigma S. \tag{6.15}$$

После преобразований с учетом указанных соотношений имеем запись напряжения функции τ , которую можно сократить, обозначив через c комплексную величину, включающую ν, R, m, g, r и S

$$\sigma = \frac{\nu Rmg}{r^2 S} \tau = c\tau. \tag{6.16}$$

После несложных преобразований можно получить зависимость τ в несколько ином виде

$$\tau[\sigma(\tau)] = \tau_o \exp\left(\frac{U_o - \gamma c \tau}{kT}\right) = \tau_o \exp(A + B\tau), \quad (6.17)$$

$$\text{где } A = \frac{U_o}{kT}, B = \frac{\gamma c}{kT}.$$

Подставив τ из формулы (6.17) в формулу (6.10), получим из критерия Бейли уравнение относительно искомой величины τ^* , которое будучи разрешено относительно неизвестной, принимает вид

$$\tau^* = -\frac{1}{B} \ln(-B\tau_o e^A + 1). \quad (6.18)$$

Подставляя последнее уравнение в функцию напряжений σ^* , имеем выражение

$$\sigma^* = \frac{U_o}{\gamma_1} - \frac{kT}{\gamma_1} \ln\left[\frac{\ln(1 - B\tau_o e^A)}{B\tau_o}\right], \quad (6.19)$$

убедительно иллюстрирующее, что с ростом температуры T прочность волокна падает по линейному закону.

Формулу (6.19) нетрудно переписать для величины разрывной нагрузки P_p , непосредственно изучаемой нами:

$$P_p = \frac{U_o S}{\gamma_1} - \frac{kTS}{\gamma_1} \ln\left[-\frac{\ln(1 - B\tau_o e^A)}{B\tau_o}\right]. \quad (6.20)$$

Проанализируем формулу (6.20). Во-первых, она имеет смысл, когда $B\tau_o e^A < 1$, так как отрицательные числа логарифмов не имеют (при положительном основании — 2,71828). Разложим указанный логарифм в степенной ряд сходящийся с быстро убывающими членами, что позволяет ограничиться только двумя старшими членами разложения

$$\ln(1 - B\tau_o e^A) = -(B\tau_o e^A + \frac{(B\tau_o e^A)^2}{2}). \quad (6.21)$$

Подставив полученную формулу в (6.20), имеем более простое выражение

$$P_p = \frac{U_o S}{\gamma_1} - \frac{kTS}{\gamma_1} \left[A + \ln\left(1 + \frac{B\tau_o}{2} e^A\right) \right]. \quad (6.22)$$

Повторно разложив логарифм выражения (6.22) в ряд, содержащий два первых члена разложения

$$\ln\left(1 + \frac{B\tau_o}{2} e^A\right) = \frac{B\tau_o}{2} e^A + \left(\frac{B\tau_o}{2} e^A\right)^2 \frac{1}{2}. \quad (6.23)$$

и подставляя (6.23) в (6.22), окончательно имеем аналитическую функцию

$$P_p = \frac{U_o S}{\gamma_1} - \frac{SkT}{\gamma_1} \left[A + \frac{B\tau_o}{2} e^A + \frac{(B\tau_o e^A)^2}{8} \right]. \quad (6.24)$$

Напомним, что принятая сокращенная запись A и B включает в себя в обоих случаях указанную температуру и, если развернуть (6.24) с учетом указанных значений, получаем структурно громоздкую, но явную функцию $P_p(T)$. Не будем ее приводить полностью, а дадим в сокращенной записи, удобной для анализа:

$$P_p = a_o e^{\frac{a_1}{T}} \left(1 + \frac{a_2}{T} e^{\frac{a_3}{T}}\right), \quad (6.25)$$

где a_o, a_1, a_2, a_3 — постоянные коэффициенты.

Полученные соотношения говорят о сложном влиянии температуры на прочность волокна, причем ее рост означает уменьшение прочности с ростом температуры. Именно в эти моменты, когда волокно прогревается теплоносителем, ее прочность невелика. И когда на отдельные волокна прикладывается контактная или растягивающая нагрузка, последнее может разрушиться, получить механическое повреждение и в значительной степени потерять ценное качество — извитость.

Указанное явление как уже отмечалось, учитывает кинетическая модель изменения свойств волокна, здесь же выявлена сущность процесса, его физика. Одно не противоречит другому.

Отметим, что прямого влияния температура на последующее поведение волокна практически не оказывает, правда, высокая температура может привести к необратимым изменениям в парафиновом внешнем слое, в какой-то степени хлопковой целлюлозы. Главное же то, что повреждения волокна при его нагреве в сушильном барабане при последующих механических воздействиях продолжают развиваться и косвенно температура влияет на снижение прочности в остальных технологических переходах хлопкозавода — прядении, ткачестве и т.д.

Литература:

1. Очилов Т.А. Кинетика изменения свойств волокна в процессах хранения и первичной переработки хлопка сырца. Т: «Фан», Академ наук республики Узбекистан 2002.

Влияние условий выращивания коконов тутового шелкопряда на физико-механические свойства шёлка-сырца

Очилов Тулкин Ашурович, доцент

Ташкентский институт текстильной и легкой промышленности (Узбекистан)

Юлдашева Мавлуда Турамурадовна, старший преподаватель

Джизакский политехнический институт (Узбекистан)

В качестве объекта испытаний были взяты фермерское хозяйство, занимающегося выращиванием коконов тутового шелкопряда и кокомотальное предприятие г. Шурчи. Для этого, на кокомотальной фабрике был выработан шёлк-сырец с различной линейной плотностью, то есть равной 2,33 текс и 3,23 текс из коконов, выращиваемые под пленкой и без, а также определены физико-механические свойства и рекомендован оптимальный вариант выращивания коконов.

As a test object, a farm was engaged in cultivation of silkworm cocoons and a cocoon-making enterprise in the town of Shurchi. For this purpose, silk raw material with different linear density, that is equal to 2.33 tex and 3.23 tex of cocoons grown under the film and without, was worked out at the cocoon-winding factory, as well as physical and mechanical properties were determined and the optimal variant of cultivation of cocoons.

Для развития в нашей стране отраслей шелководческой промышленности и достижение высокоурожайности качественного шелкопряда, в первую очередь, необходимо создать хорошие сорта многолистьевого, тутового дерева, устойчивого к различным заболеваниям, обеспечение выращивания коконов под пленкой является целесообразным.

На сегодняшний день требованием времени является высокая урожайность, получаемого с каждого кокона, выращиваемых и приготавливаемых в нашей Республике, соответствующее качество процесса размотки коконов, равномерная длина и линейная плотность шёлка-сырца. Для достижения высоких качественных показателей, необходимо выкармливать тутовой шелкопряд листьями тутовника, обогащённые различными полезными микроэлементами по требованиям современной, качественной агротехники, а также исследована возможность осуществления выращивания шелкопряда под пленкой. В основном, дефектность оболочки определяется несовершенством агротехники выкормки, технологией первичной обработки, несоблюдением санитарно-гигиенических условий червокормления и др. факторами. Качество шёлка-сырца, шелковых нитей и готовой продукции, отвечающей требованиям мировых стандартов, в первую очередь, зависит от технологии производства натурального шелка, его переработки, а также от качества и свойств выращиваемых коконов. Наряду с этим, проблема получения высококачественного шёлка-сырца в условиях рыночной

экономики является важной и актуальной задачей, которое требует совершенствование методов выращивания коконов тутового шелкопряда, отвечающих модернизированным технологическим требованиям. Основная задача, стоящая перед шелководческой промышленностью заключается в выработке качественной и конкурентоспособной продукции из шёлка-сырца и в насыщении внутреннего рынка Республики и зарубежных государств не только сырьём, но и экспортом готовой продукцией. Выращивание шелкопряда под пленкой имеет ряд преимуществ, и гусеница наматывает шелкопряд равномернее, что приводит к снижению неравномерности шёлка-сырца.

Поэтому при проведении научно-исследовательских работ, на кокомотальных предприятиях был выработан шёлк-сырец 2,33 текс и 3,23 текс из коконов гусениц, выращенных простым способом и под пленкой. У полученных образцов были определены чистота по мелким и крупным порокам и состояние мотков. Полученные результаты испытаний приведены в таблицах 1 и 3.

Если сравнить полученные результаты испытаний шёлка-сырца линейной плотностью 2,33 текс, выработанного из коконов, полученных в обычных условиях, чистота по мелким порокам у шёлка-сырца, выработанных из коконов, полученных при выращивании гусениц под пленкой, увеличилась на 6,8%, чистота по крупным порокам увеличилась на 3,1%, состояние мотка уменьшилась на 7,5%, при сравнении шёлка-сырца линейной плотностью 3,23 текс, полученного путем обычного вы-

Таблица 1. Влияние условий выращивания кокона на чистоту и состояние шёлка-сырца с линейной плотностью 2,33 текс

п/н	Условие выращивания гусеницы	Чистота по мелким порокам, процент		Чистота по крупным порокам, процент		Состояние мотка	
		действительная	по 0'z Dst 993:2011	действительная	по 0'z Dst 993:2011	действительная	по 0'z Dst 993:2011
1.	В обычных условиях	82	80	93	93	4,0	3,5
2.	Под пленкой	88	80	96	93	3,7	3,5

Таблица 2. Влияние условий выращивания кокона на чистоту и состояние шёлка-сырца с линейной плотностью 3,23 текс

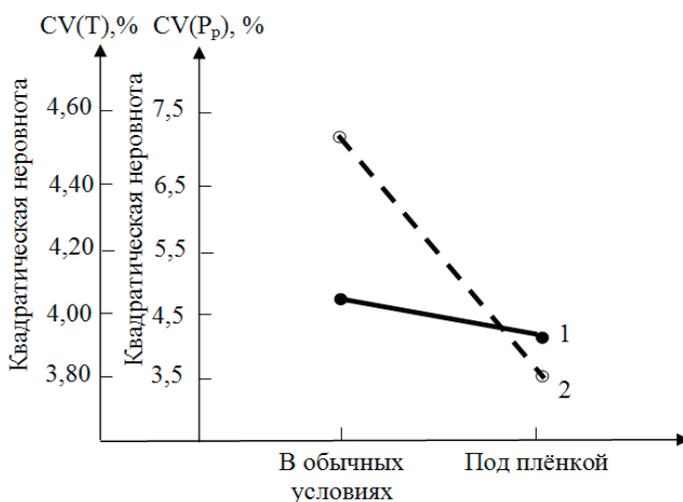
п/н	Условие выращивания гусеницы	Чистота по мелким порокам, процент		Чистота по крупным порокам, процент		Состояние мотка	
		действительная	по 0'z Dst 993:2011	действительная	по 0'z Dst 993:2011	действительная	по 0'z Dst 993:2011
1.	В обычных условиях	83	80	91	91	3,9	3,5
2.	Под пленкой	89	80	98	91	3,8	3,5

ращивания гусениц, то чистота по мелким порокам у шёлка-сырца, выработанного из коконов из-под плёнки, увеличилась 6,7%, чистота по крупным порокам увеличилась на 7,1%, состояние мотка снизилось на 2,6%. Качественные показатели шёлка-сырца, полученного в результате выращивания коконов под пленкой, соответствуют требованиям стандартов.

Известно, что резкая перемена параметров внешней среды оказывает влияние на развитие любого живого организма в период жизнедеятельности и приводят к физиологическим, биохимическим изменениям. Это закономерность имеет особое отношение и важность для грен

тутового шелкопряда, потому что многие процессы, происходящие в организме тутового шелкопряда, протекают под воздействием условий внешней среды. В частности, продление таких периодов как периода червления, периода выползни, прием пищи и переваривание ее, наконец, рост тела, переход из одного года в другой год, являются тому примером.

Наряду с этим, температура и относительная влажность воздуха помещения влияют не только на эмбриональном периоде развитии тутового шелкопряда, но и играют важное значение в период личиночного развития. Снижение или повышение температура от нормы



1-квадратическая неровность по линейной плотности;

2-квадратическая неровность по прочности

Рис. 1. Влияние условий выращивания коконов на квадратическую неровность по линейной плотности и прочность шёлка-сырца 2,33 текс

в период выращивания гусеницы оказывают негативное влияние на их живучесть и биологические показатели, и приводят к продлению сезона выращивания гусеницы и к снижению урожайности. Со стороны многих учёных были проведены научно-исследовательские работы по изучению влияния температуры воздуха на тутовый шелкопряд, но ещё нет достаточных сведений о показателях тутового шелкопряда современных гибридов и пород под

влиянием резко отличающихся температур и относительной влажности воздуха.

Кроме этого, были установлены физико-механические свойства шёлка-сырца.

На основе результатов полученных испытаний приведены графики на рисунке 1–6 по влиянию условий выращивания коконов на качественные показатели шёлка-сырца с линейными плотностями 2,33 текс и 3,23 текс.

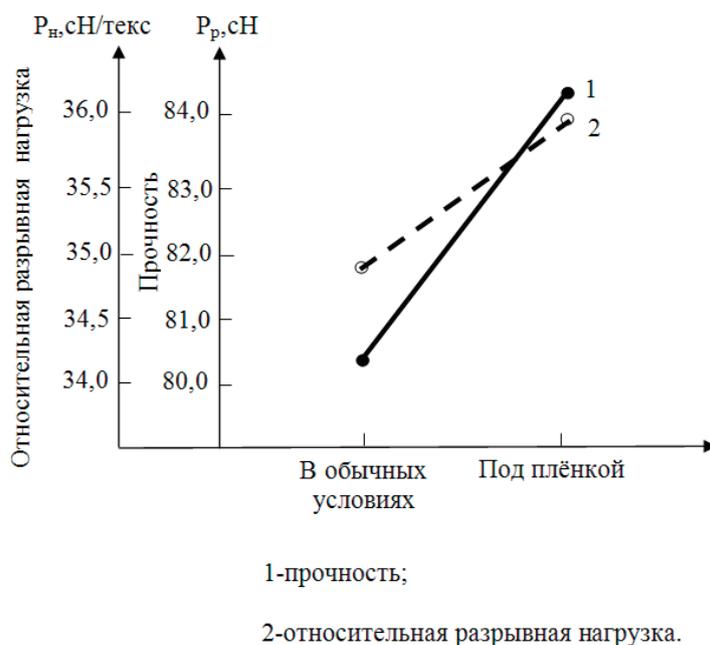


Рис. 2. Влияние условий выращивания коконов на прочность и относительную разрывную нагрузку шёлка-сырца 2,33 текс

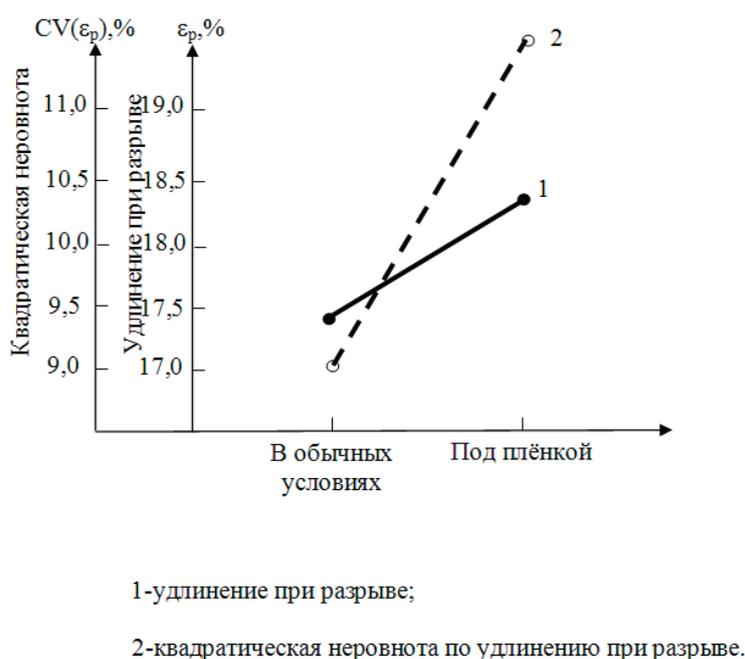
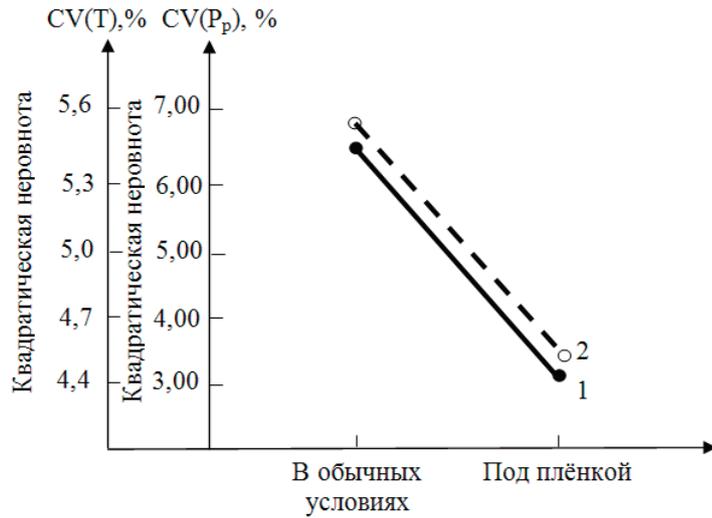
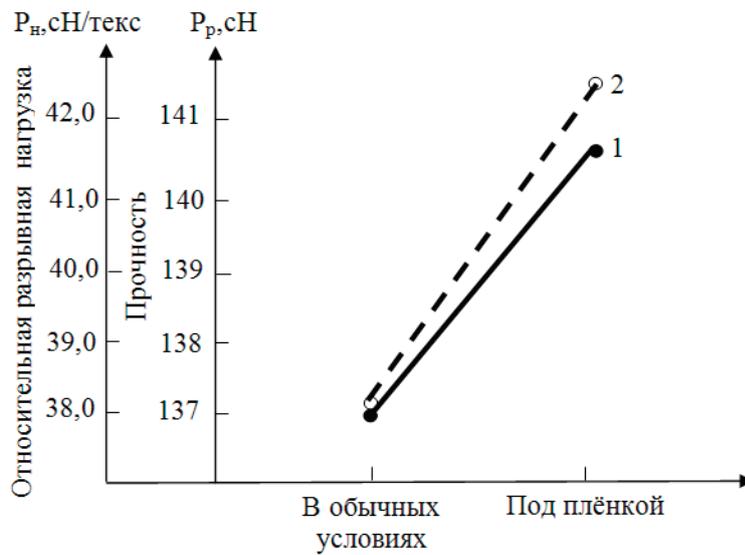


Рис. 3. Влияние условий выращивания коконов на удлинение при разрыве и квадратическую неровноту по удлинению шёлка-сырца 2,33 текс



1-квадратическая неровнота по линейной плотности;
 2-квадратическая неровнота по прочности

Рис. 4. Влияние условий выращивания коконов на квадратическую неровноту по линейной плотности и прочность шёлка-сырца 3,23 текс

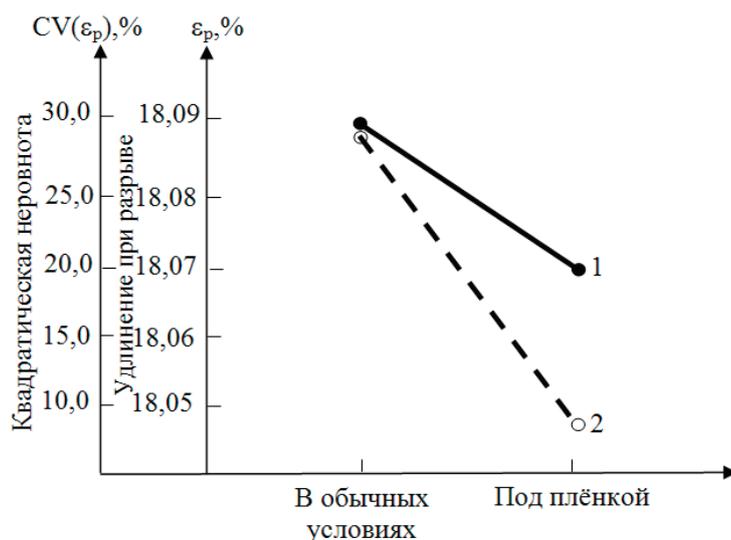


1-прочность;
 2-относительная разрывная нагрузка

Рис. 5. Влияние условий выращивания коконов на прочность и относительную разрывную нагрузку шёлка-сырца 3,23 текс

При сравнении полученных результатов испытаний шёлка-сырца 2,33 текс, полученного из коконов при обычных условиях, у шёлка-сырца, выработанного из коконов, выращенных под пленкой, квадратическая неровнота по линейной плотности снизилась на 16,6%, прочность увеличилась на 5,17%, относительная разрывная нагрузка увеличилась на 4,27%, квадратическая неров-

нота по прочности снизилась на 50,42%, удлинение при разрыве увеличилась на 5,57%, квадратическая неровнота по удлинению при разрыве снизилась на 23,69%. Кроме этого, При сравнении полученных результатов испытаний шёлка-сырца 3,23 текс, полученного из коконов при обычных условиях, у шёлка-сырца, выработанного из коконов, выращенных под пленкой, квадратическая не-



1-удлинение при разрыве;

2-квадратическая неровность по удлинению при разрыве.

Рис. 6. Влияние условий выращивания коконов на удлинение при разрыве и квадратическую неровность по удлинению шёлка-сырца 3,23 текс

ровности по прочности снизилась на 18,79%, прочность увеличилась на 2,3%, относительная разрывная нагрузка увеличилась на 12,27%, квадратическая неровность по прочности снизилась на 47,44%, удлинение при разрыве снизилась на 0,11%, а квадратическая неровность по удлинению при разрыве снизилась на 67,76%.

В заключении, установлено, что чистота шёлка-сырца по мелким и крупным порокам, полученного путём выращивания гусеницы под пленкой выше, чем качественные показатели шёлка — сырца, выращенных в обычных условиях.

Литература:

1. Алимова Х.А. Улучшение качества и увеличение ассортимента шелковой продукции в условиях мирового рынка // Ж. Ипак. — 1998. — № 1. — С. 6.
2. Алимова Х.А. Поднимем качество коконов и шелка до мировых стандартов // Ж. Ипак — 1996. — № 1. — С. 4.

Обоснование необходимости разработки актуализированного проекта применения конструкций сборных железобетонных балок из предварительно напряженного железобетона под автодорожные мосты

Порожникова Татьяна Алексеевна, магистрант
Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет

Общая протяженность российской сети автодорог общего пользования федерального, регионального и местного значения оценивается Росавтодором в 1396000 км. Объемы строительства, реконструкции и ремонта трасс — огромны, значительную часть объемов работ с автомобильными трассами занимают искусственные сооружения. К искусственным сооружениям относятся: мосты, путепроводы, эстакады и т.д.

В связи с нехваткой количества дорог и ростом интенсивности движения, особенно в европейской части России, требуется развитие транспортных сетей. В связи с этим, растет необходимость в дополнительных развязках и обеспечение пересечения дорог в разных уровнях для непрерывности потока движения. Таким образом, в наши дни транспортная инфраструктура остро нуждается в строительстве новых мостов и путепроводов.

Во всем мире в практическом проектировании предусматривают однотипные решения по конструктивным элементам мостового сооружения, в частности — пролетных строений. Самым частым решением является использование сборных цельно перевозимых железобетонных балок из предварительно напряженного железобетона заводского изготовления с натяжением высокопрочной арматуры на упоры. Индустриальная база используется для того, чтобы сократить стоимость и сроки сооружения мостов и путепроводов, а также для полной унификации и совершенствования способов монтажа.

К сожалению, в наши дни до сих пор используются проектные решения, разработанные еще в СССР. Несмотря на свои плюсы, данные решения являются устаревшими и не соответствуют современным требованиям,

которые появились в связи с увеличением действующих нагрузок, увеличением транспортного потока, тем самым они не обеспечивают необходимую долговечность и надежность, а также увеличивают эксплуатационные затраты. Мостовые сооружения имеют недостаточный срок жизненного цикла и не позволяют использовать новые технологии строительства.

Рассмотрим часто применяемую конструкцию железобетонных балок по типовому проекту Серия 3.503.1–81 «Пролетные строения сборные железобетонные длиной 12, 15, 18, 21, 24 и 33 м из балок двутаврового сечения с предварительно напрягаемой арматурой для мостов и путепроводов, расположенных на автомобильных дорогах общего пользования, на улицах и дорогах города».

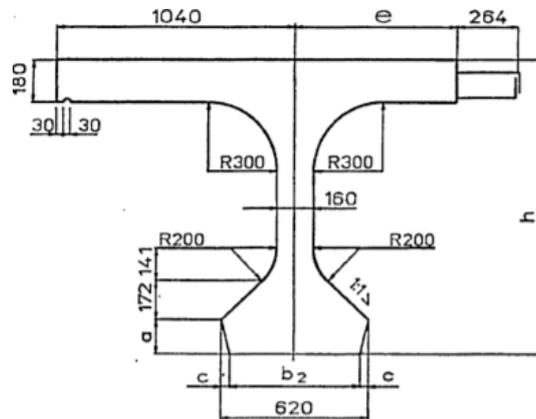


Рис. 1. Поперечное сечение балки

При использовании данного конструктивного решения, пролетное строение представляет собой некоторое количество данных балок, объединенных между собой швами омоноличивания. Количество балок зависит от габарита пролетного строения.

В поперечном сечении в надпорных зонах также имеются участки омоноличивания, которые соединяют пролетные строения в непрерывную цепь, тем самым формируется температурно-неразрезная система. Самым главным преимуществом температурно-неразрезной си-

стемы является исключение деформационных швов из надпорной части моста. Использование деформационных швов ухудшает условия движения транспорта из-за неровностей в местах сопряжения; появляются углы перелома в профиле проезжей части от поворота торцов смежных пролетных строений, конструкция деформационного шва требует постоянного ухода и содержания, а также ремонта и замены; наличие деформационных швов способствует коррозионным процессам, происходящим в торцевых сечениях пролетного строения, в следствие проникновения

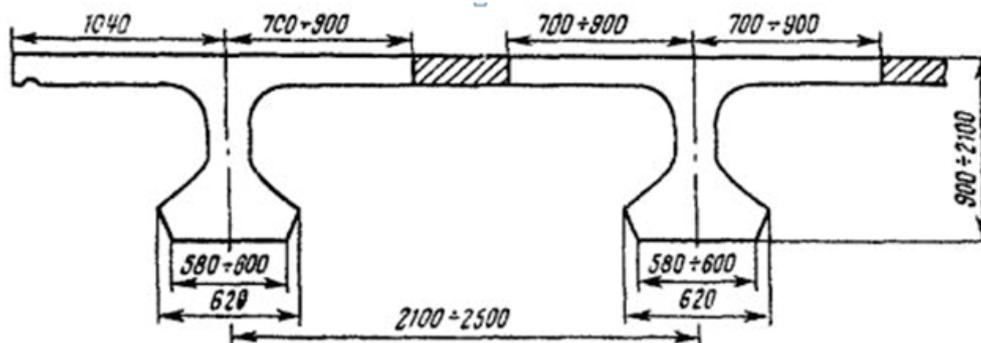


Рис. 2. Схема объединения балок продольными участками омоноличивания

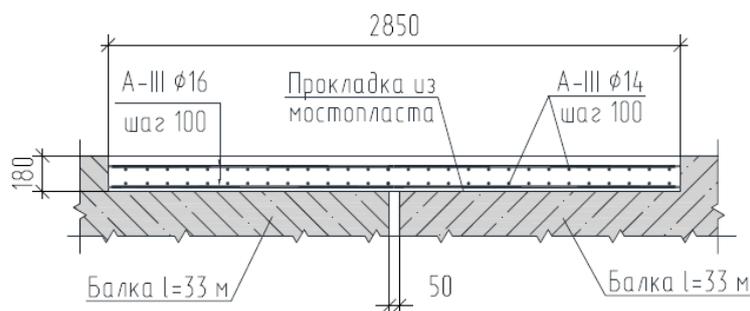


Рис. 3. Узел омоноличивания надпорных зон между балками пролетного строения

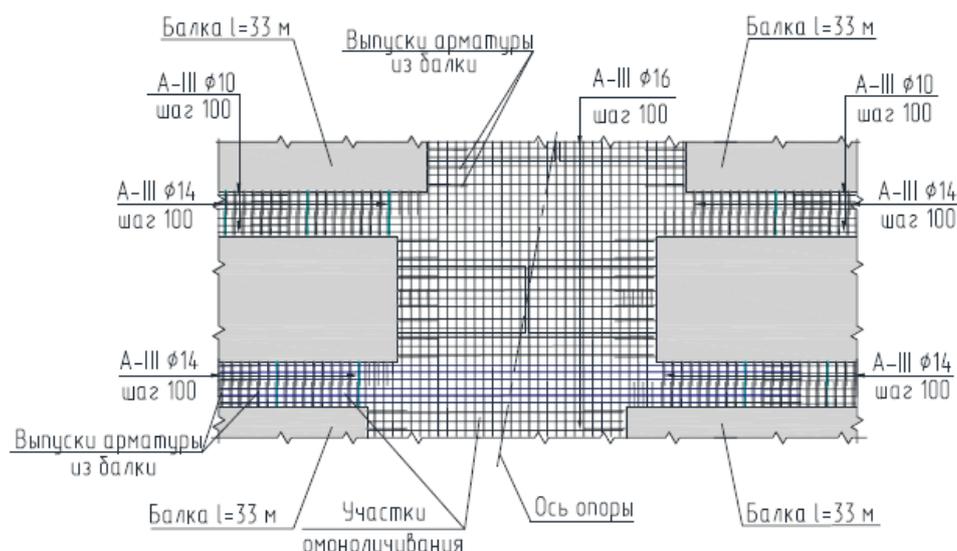


Рис. 4. Узел омоноличивания надпорных зон между балками пролетного строения

в них воды. Минимальное количество деформационных швов имеют балочно-неразрезные пролетные строения, но их монтаж более сложен, чем разрезных.

Рассмотренная конструкция с точки зрения монтажа и эксплуатации пролетного строения имеет ряд достоинств и недостатков. Данная конструкция включает в себя множество швов омоноличивания, как продольных, так и поперечных. Нельзя оставить без внимания, что все они находятся в зоне верхнего пояса, который является самым подверженным износу участком пролетного строения, так непосредственно на него приходится временная нагрузка от транспорта. Также в жизненном цикле сооружения не малую разрушающую роль играет воздействие на пролетное строение реагентов и осадков, что также разрушает пролетное строение. Швы омоноличивания — самый слабый и опасный участок пролетных строений, таким образом большое количество узлов омоноличивания сокращает безремонтный срок эксплуатации пролетного строения.

Следует дополнительно отметить, что рассмотренная конструкция также требует дополнительный выравнивающий слой, который в силу своей незначительной толщины (3–5 см) не обеспечивает нужной долговечности и прочности. Проанализировав состояние мостовых сооружений, построенных по данному проекту, после дли-

тельной эксплуатации имеют следующие дефекты: плохая связь арматурных сеток между собой, оголение арматуры, поражения арматуры коррозией, низкое качество омоноличиванных швов. Все это приводит к значительному сокращению сроков эксплуатации. Статистика показывает, что межремонтные сроки для сборных железобетонных пролетных строений сокращены на 20–50% относительно других типов конструкций.

На основании проведенных исследований и расчетов существующих решений отечественного и зарубежного опыта проектирования и строительства сборных железобетонных балочных мостов из предварительно напряженного железобетона можно сделать вывод о необходимости разработки нового конструктивного решения по сборным железобетонным балкам для мостовых конструкций под действующие и перспективные нагрузки для объектов транспортной инфраструктуры Российской Федерации. Актуализированный проект должен увеличить межремонтные сроки и должен отвечать следующим конструктивным и расчетным требованиям:

- Главные балки должны быть габаритных размеров, цельноперевозимые, с возможностью доставки до места строительства автодорожным и железнодорожным транспортом.

— Плита проезжей части должна быть монолитной на всю ширину пролетного строения с обеспечением заделки главных балок в конструкцию плиты. При этом следует пересмотреть требования к плитам с точки зрения их конструктивных решений и применяемых материалов для повышения долговечности, и срока эксплуатации плиты. Предлагаемое решение должно сопровождаться четкими требованиями по проектированию монолитной плиты проезжей части, назначение ее толщины, армирования и материалов.

— Предлагаемое решение должно предусматривать несколько типоразмеров балок, под разные длины пролетов и габариты проезжей части мостового сооружения.

— Балки пролетных строений — заводского изготовления, из предварительного напряженного железобетона, с натяжением высокопрочной арматуры на упоры.

— В рамках предлагаемых решений должны быть разработаны эффективные решения по конструированию узла между балками в надпорных зонах с целью обеспечения необходимого уровня надежности и долговечности данного узла.

— При устройстве высокопрочной арматуры рассмотреть возможность отгибов элементов по длине с целью

сглаживания эпюр внутренних усилий и напряжений в балках.

— Проект железобетонных балок должен содержать необходимые монтажные и вспомогательные элементы для обеспечения возможности эффективного монтажа балочных конструкций, устройства монолитной плиты проезжей части.

— Необходимо предусмотреть применение современных технологий и материалов — возможность использования самоуплотняющихся бетонных смесей, специальных составов цементов и т.д.

— Расчеты несущей способности железобетонных конструкций пролетных строений производить по предельным деформациям с использованием прямых диаграмм деформирования бетона и арматуры.

В целом, разработка актуализированной версии конструкции сборных железобетонных балок из предварительно напряженного железобетона позволит в значительной степени улучшить показатели долговечности и надежности мостовых сооружений на автомагистралях, продлить межремонтные сроки обслуживания мостов, сократить общую стоимость объектов транспортной инфраструктуры с учетом строительства и эксплуатации объектов.

Литература:

1. СП 35.13.3330.2011 — «Мосты и трубы. Актуализированная редакция СНиП 2.05.03—84*».
2. СНиП 52—01—2003 — «Бетонные и железобетонные конструкции».
3. Пособие по проектированию предварительно напряженных железобетонных конструкций из тяжелых и легких бетонов (к СНиП 2.03.01—84).
4. Владимирский С. Р. Современные методы проектирования мостов. — СПб.: Папирус, 1998. — 493 с.
5. Гишман М. Е., Попов В. И. Проектирования транспортных сооружений. — М.: Транспорт, 1988. — 447 с.

Влияние смесового состава на механическую поврежденность волокон по переходам прядильного производства

Ражапов Одил Олимович, старший преподаватель
Ташкентский институт текстильной и легкой промышленности (Узбекистан)

Казакова Дилафруз Эркиновна, ассистент
Джизакский политехнический институт (Узбекистан)

В данной научно-исследовательской работе было исследование влияние технологических процессов по переходам прядильного производства на возникновение различного рода поврежденности хлопковых волокон. Для этого, были определены механические поврежденности по переходам прядильного производства следующих вариантов смесовых составов: 4-I-30%, 5-I-70%, 4-II-60%, 5-I-40% и 4-I-60%, 4-II-40%. На основании полученных результатов испытаний была построена гистограмма зависимости смесового состава на механическую поврежденность волокон.

На основе анализа результатов испытаний был рекомендован оптимальный вариант смесового состава для выработки качественной пряжи.

Ключевые слова: хлопковое волокно, механическая поврежденность; прочность, относительная разрывная нагрузка

In this research work was the study of the influence of technological processes on the transitions of spinning production on the occurrence of various types of damage to cotton fibers. For this, mechanical damages were determined for

the spinning production transitions of the following mixtures: 4-I-30%, 5-I-70%, 4-II-60%, 5-I-40% and 4-I-60%, 4-II-40%. Based on the obtained test results, a histogram of the dependence of the mixture composition on the mechanical damage of the fibers was constructed.

Based on the analysis of the test results, the optimal version of the blend composition for the development of high-quality yarn was recommended.

Key words: cotton fiber, mechanical damage; strength, relative breaking load

При проведении экономических реформ перед текстильной промышленностью стоят задачи наиболее полного удовлетворения потребителей, как в объёме, так и в ассортименте изделий. В этом случае должна быть решена проблема коренного улучшения качества продукции и доведения её до аналогов, соответствующих лучшим мировым образцам.

Благодаря своей превосходной практичности и гигиеническим свойствам, хлопковое волокно сохраняет свои позиции в сфере текстильных изделий, непосредственно относящихся к человеку. Технологическая ценность хлопкового волокна обусловлена комплексом свойств, которые необходимо сохранить при сборе, хранении, воздействии технологических процессов первичной заготовки хлопкового сырья и последующих этапах переработки хлопкового волокна. Одним из факторов, оказывающих влияние на сохранение первоначальных свойств, является его устойчивость к механическим воздействиям.

Сбор урожая хлопчатника осуществляется ручным способом или механическим при помощи машин. В особенности, при машинном сборе под влиянием шпинделей машин волокно повреждается.

Начиная с процессов роста, и развития хлопка до выработки из сырья готовой продукции хлопковые волокна подвергаются различного рода повреждениям. Например, во время сбора хлопкового сырья, под влиянием процессов очистки и технологии прядильного производства волокна подвергаются механической повреждённости, во время роста и развития хлопкового сырья под влиянием влажности, давления, хранения при различных плотностях бунта волокно подвергается биологической повреждённости. Увеличение механической повреждённости волокон, во-первых, приводит к уменьшению прочности и длины волокон, увеличивается содержание сорных примесей, узелков, коротких волокон, во-вторых, отрицательно действует на качественные показатели вырабатываемых из них пряжу. Увеличение биологической повреждённости хлопковых волокон влияет на строение волокон, что приводит к уменьшению прочности.

Таким образом, повреждённость хлопка приводит:

- к значительному снижению прочности самих волокон и изделий, вырабатываемых из них;
- нарушение технологического процесса переработки;
- повышению обрывности;
- увеличению отходов.

Помимо этого, без влияния технологического процесса, можно было бы избежать возникновения механи-

ческой повреждённости волокон. Чем больше волокно подвергается механической повреждённости, по окончании технологического процесса волокно теряет свои первоначальные качественные показатели. Поэтому, каждый технологический процесс должен протекать в оптимальном режиме.

Во время первичной обработки хлопка и прядильного процесса волокна подвергаются видимым и невидимым механическим повреждениям. Если механическая повреждённость хлопкового волокна видима, то при сокращённом технологическом процессе, качество волокна портится, если же механическая повреждённость волокна невидима, то при последующих технологических процессах, таких как прядение, перемотка, снования, шлихтование или ткачество эта механическая повреждённость проявляется и негативно влияет на качественные показатели вырабатываемой продукции.

При микроскопическом рентгенографическом анализе повреждённости хлопкового волокна, было определено, что при механической повреждённости на хлопковом волокне образуются тоненькие штрихи, а также грубые трещины.

Образование на поверхности волокна грубых трещин, является причиной уменьшения прочности хлопкового волокна. Например, при неравномерном распределении напряжённости, на поверхности волокна образуются трещины, волокно повреждается и в этом месте обрывается. Волокно в местах скрученности, становятся ломкими. Каждой стадии повреждения хлопкового волокна соответствует определённый вид деструкции волокна. Начальная степень повреждения появляется в испреуренности, когда вследствие нарушения стенки волокна его поверхность содержит трещины различной длины и ширины. По этой причине, были проведены микрофотографирование волокна во время разрыва.

Разновидности повреждённости волокон были изучены со стороны учёных Великобританской хлопководческой ассоциации. При этом, было исследовано строение волокон и проведены наблюдения возникновения повреждения под воздействием микроорганизмов и температуры. Помимо этого, были изучены механические повреждённости, возникшие искусственным путём.

Было определено, что причиной обрывности волокна в процессе первичной обработки хлопка является образование механической повреждённости на поверхности волокна.

В некоторых исследовательских работах были определены физико-механические свойства запрессованного

хлопкового волокна и пряжи, полученной из неё, а также изучено структурное строение волокон. Влияние технологического процесса способствует возникновению различного рода повреждённости волокон. То есть, под воздействием технологических процессов на поверхности волокон образуются трещины, что приводит к нарушению оболочки стенок волокон и возникает повреждённость.

В этом направлении были проведены научно-исследовательские работы. Для этого, были определены ме-

ханические повреждённости по переходам прядильного производства следующих вариантов смесовых составов: 4-I-30%, 5-I-70%, 4-II-60%, 5-I-40% и 4-I-60%, 4-II-40%. Результаты по научно-исследовательской работе приведены в таблице 1.

На основании полученных результатов испытаний, была построена гистограмма зависимости смесового состава на механическую повреждённость волокон, приведённая на рис. 1.

Таблица 1. Влияние смесового состава на механическую повреждённость волокон по переходам прядильного процесса

п/н	Смесовой состав, %	Переходы прядильного процесса			
		волокно	лента	ровница	пряжа
1.	4-I-30%, 5-I-70%	16	38	43	54
2.	4-II-60%, 5-I-40%	18	34	39	51
3.	4-I-60%, 4-II-40%	14	29	36	47

Если сопоставить результаты по показателям механической повреждённости у смесового состава 4-I-30%, 5-I-70% относительно 4-II-60%, 5-I-40% после процесса трепания механическая повреждённость повышается на 11,1%, показатели механической повреждённости уменьшаются после процесса чесания — на 10,5%, после ровничного процесса — на 9,3%, после прядильного процесса — на 5,6%, при смесовом составе 4-I-60%, 4-II-40% показатели механической повреждённости уменьшаются после процесса трепания — на 12,5%, после процесса чесания — на 23,7%, после ровничного процесса — на 16,3%, после прядильного процесса — на 13,0% уменьшается. Из анализа полученных результатов испытаний видно, что по переходам прядильного процесса у волокон из смесового состав 4-I-30%, 5-I-70% механическая повреж-

дённость выше, чем у волокон из других смесовых составов.

Было определено, что по переходам прядильного процесса, показатель механической повреждённости возрастает после процессов чесание и прядения. Помимо этого, в результате увеличения волокон с механической поврежденностью, качественные показатели вырабатываемых из них нитей ухудшаются.

Подводя итоги, можно сказать, что по результатам испытаний у смесового состава 4-I-30%, 5-I-70% показатели по механической повреждённости относительно других смесовых составов увеличились:

после процесса трепания — с 11,1% до 12,5%, после процесса чесания механическая повреждённость с 10,5% до 23,7%, после ровничного процесса с 9,3% до 16,3%, после прядильного процесса — с 5,6% до 13,0%.

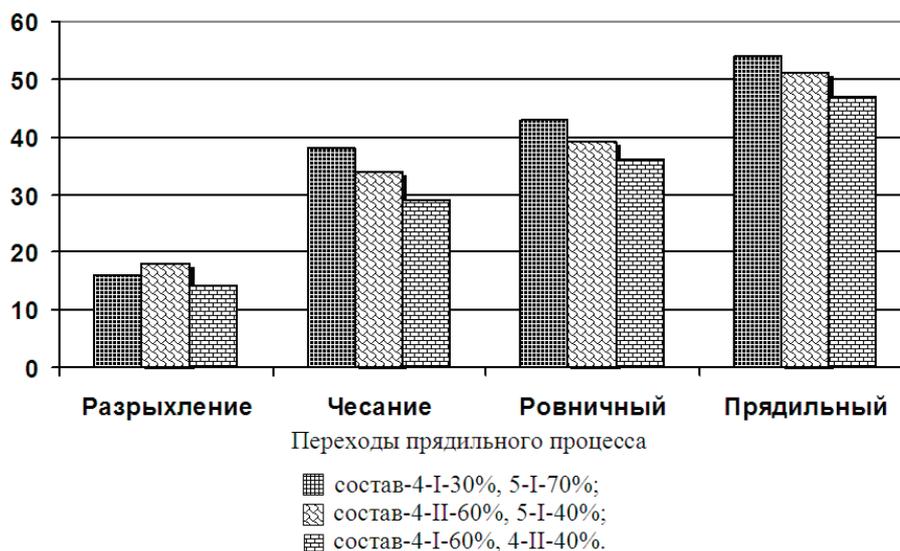


Рис. 1. Изменение механической повреждённости волокон по переходам прядильного процесса

Литература:

1. Павлов Ю. В. и др. Теория процессов технология и оборудование прядения хлопка и химических волокон. Иваново, 2000 г.
2. Севостьянов А. Г. и др. Механическая технология текстильных материалов. М.: Легпромбытиздат, 1989.
3. Миловидов Н. Н., Фаминский П. П., Шишкунова Е. Н. Проектирования хлопкопрядильных фабрик. М., Издательство «Легкая индустрия», 1981.
4. Барзунов И. Г., Бадалов К. И., Гончаров В. Г., Дуганова Т. А., Шилова Н. Н. Прядения хлопка и химических волокон. М., Издательство «Легкая индустрия», 1986.

Алгоритм измерения интегральной и дифференциальной нелинейностей аналого-цифровых преобразователей

Резниченко Никита Евгеньевич, магистр

Национальный исследовательский университет «Московский институт электронной техники»

В статье рассказывается о понятии интегральной и дифференциальной нелинейности, необходимостей их измерения при проверке аналого-цифровых преобразователей и приводится алгоритм измерения интегральной и дифференциальной нелинейностей для аналого-цифровых устройств.

Ключевые слова: аналого-цифровой преобразователь, интегральная нелинейность, дифференциальная нелинейность

Интегральная нелинейность (INL — integral non-linearity) — это погрешность, которая вызывается отклонением линейной функции передаточной характеристики АЦП от прямой линии. Обычно передаточная функция с интегральной нелинейностью аппроксимируется прямой линией по методу наименьших квадратов. Часто аппроксимирующей прямой просто соединяют наименьшее и наибольшее значения. Интегральную нелинейность определяют путем сравнения напряжений, при которых происходят кодовые переходы. Для идеального АЦП эти переходы будут происходить при значениях входного напряжения, точно кратных LSB (Least Significant Bit). А для реального преобразователя такое условие может выполняться с погрешностью. Разность между «идеальными» уровнями напряжения, при которых происходит кодовый переход, и их реальными значениями выражается в единицах LSB и называется интегральной нелинейностью [1].

У идеальной передаточной характеристики АЦП ширина каждой «ступеньки» должна быть одинакова. Разница в длине горизонтальных отрезков этой кусочно-линейной функции из 2^N , где N — разрядность АЦП, «ступеней» представляет собой дифференциальную нелинейность (DNL — differential non-linearity) [1].

Величина наименьшего значащего разряда у АЦП составляет:

$$LSB = \frac{U_{ref}}{2^N}$$

Разность напряжений между каждым кодовым переходом должна быть равна величине LSB. Отклонение этой разности от LSB определяются как дифференциальная нелинейность [1].

Перед описанием алгоритма введем следующие обозначения:

F_{in}	Частота входного сигнала;
DC_{in}	Величина постоянной составляющей входного синусоидального сигнала;
AC_{in}	Величина переменной составляющей входного синусоидального сигнала (амплитуда);
N_{pt}	Количество точек оцифрованного сигнала;
H_i	Число выпадений кода i в массиве выходных данных АЦП;
V_o	Ошибка смещения АЦП;
G	Ошибка усиления АЦП;
DNL_i	Дифференциальная нелинейность для кода i ;
INL_i	Интегральная нелинейность для кода i .

Для начала необходимо подать на вход АЦП с генератора синусоидальный сигнал со следующими характеристиками:

$$AC_{in} = (REFP - REFN) * K [B],$$

где K — амплитуду синусоидального сигнала необходимо задавать больше диапазона входного сигнала АЦП (overdrive — перегружать АЦП). Величина перегрузки зависит от совместного шума входного сигнала и АЦП.

Величина постоянной составляющей входного синусоидального сигнала равняется:

$$AC_{in} = \frac{REFP + REFN}{2} [B].$$

Перед тем как вычислять частоту входного сигнала, требуется вычислить необходимое число точек оцифрованного сигнала:

$$N_{pt} \geq \frac{Z_{\beta}^2 * \pi * 2^{N-1}}{\beta},$$

где β - точность вычисляемого параметра;

Z_{β} - квантиль нормального распределения.

Частота входного сигнала:

$$F_{in} = F_s \frac{1 + \frac{2^N}{N_{pt}}}{2^N} [Гц].$$

С помощью тестера Advantets V93000 PS1600 с выхода АЦП мы собираем массив точек оцифрованной синусоиды. Массив должен содержать целое число периодов оцифрованной синусоиды.

Обработку массива оцифрованной синусоиды и вычисление интегральной и дифференциальной нелинейностей будем проводить с помощью программного пакета Matlab.

Для начала необходимо для массива выходных данных АЦП построить гистограмму. То есть найти зависимости частоты появления кода H_i от кода. Листинг кода для построения гистограммы с помощью программного пакета Matlab:

```
H = histo(samples,0:1:power(2,N)-1);
```

Далее необходимо вычислить напряжение перехода уровней АЦП (T_k — напряжение перехода из $k-1$ в k):

$$T_k = DC_{in} - AC_{in} * \cos\left(\frac{\pi \sum_{i=0}^{k-1} H_i}{N_{pt}}\right) [B], k = 1, 2, \dots, 2^N - 1.$$

Листинг кода для вычисления характеристики преобразования:

```
summa = 0;
T = zeros(1,2^N-1);
summa_arr = zeros(1,2^N-1);
for t=1:2^N-1
    summa = summa + (H(t))/length(samples);
    T(t) = DCin - ACin * cos(pi*(summa));
end
```

Для вычисления интегральной и дифференциальной нелинейностей необходимо вычислить ошибок усиления и смещения АЦП. Формула для расчёта ошибки усиления:

$$G = \frac{\frac{REFP - REFN}{2^N} * (2^N - 1) * \left(\sum_{k=1}^{2^N-1} k * T_k - 2^{2^N-1} * \sum_{k=1}^{2^N-1} T_k \right)}{(2^N - 1) * \sum_{k=1}^{2^N-1} T_k^2 - \left(\sum_{k=1}^{2^N-1} T_k \right)^2}.$$

Формула для вычисления ошибки смещения АЦП:

$$V_0 = T + Q * (2^N - 1) - \frac{G}{2^N - 1} * \sum_{k=1}^{2^N-1} T_k,$$

где T — значение соответствующее идеальному переходу выходного кода АЦП из 0 в 1.

Листинг кода для вычисления ошибок усиления и смещения АЦП:

```
T1 = (REFP-REFN)/(2^N) + REFN
Q = (REFP-REFN)/(2^N)
G = (Q*(2^N-1) * (sum((1:(2^N-1)).*T)-2^(N-1)*sum(T))) / ((2^N-1)*sum(T.^2)-sum(T)^2)
V0 = T1 + Q*(2^(N-1)-1) - G*sum(T)/(2^N-1)
```

Вычисление интегральной и дифференциальной нелинейностей проводилась с помощью методике IEEE Standard for Terminology and Test Methods for Analog-to-Digital Converters. Согласно этой методике формула для вычисления интегральной нелинейности [2]:

$$INL_i = \frac{G \cdot T_i + V_{os} - (Q \cdot (i-1) + T)}{Q} [\text{LSB}], \text{ где } i = 1, 2, \dots, 2^N - 1;$$

Формула для вычисления дифференциальной нелинейности методом IEEE Standard for Terminology and Test Methods for Analog-to-Digital Converters [2]:

$$DNL_i = \frac{G \cdot (T_{i+1} - T_i) - Q}{Q} [\text{LSB}], \text{ где } i = 1, 2, \dots, 2^N - 2.$$

Листинг кода для вычисления интегральной и дифференциальной нелинейностей методом IEEE Standard for Terminology and Test Methods for Analog-to-Digital Converters:

```
A = 0;
B = 0;
n = 2^N-1;
for t=1:length(T)
    A = A + (t-1)*T(t);
    B = B + T(t);
end;
DLE = zeros(1,2^N-2);
ILE = zeros(1,2^N-1);
for k=1:2^N-1
    ILE(k) = (G*T(k)+Vo) - (Q*(k-1) + T1) ;
    ILE(k) =ILE(k) / (Q);
end

for k=1:2^N-2
    DLE(k) = G*(T(k+1)-T(k)) - Q ;
    % DLE(k) = DLE(k) * (G);
    DLE(k) = DLE(k) / (Q);
end

%%% ----- Search MIN, MAX of ile, dle ----- %%%

ILE_min = min(ILE);
ILE_max = max(ILE);
DLE_min = min(DLE);
DLE_max = max(DLE);
s = sprintf('\nIEEE Method\nile = ( %.4f, %.4f )
range=\t%.5f\ndle = ( %.4f, %.4f ) range=\t%.5f', ILE_min,
ILE_max,ILE_max-ILE_min, DLE_min, DLE_max,DLE_max-DLE_min );
disp(s);
```

Литература:

1. Шишов О. В., Аналого-цифровые каналы микропроцессорных систем управления: учебное пособие [Текст] / О. В. Шишов. — М.: Берлин: Директ-Медиа, 2015. — 211 с.;
2. IEEE Standard for Terminology and Test Methods for Analog-to-Digital Converters. [Текст] — IEEE Standard, 2009. — 128 с.

Методики измерения норм электрических параметров микросхем с использованием тестера Advantest V93000

Резниченко Никита Евгеньевич, магистр
Национальный исследовательский университет «Московский институт электронной техники»

В статье рассказывается про тестер Advantest V93000, его характеристики и функциональные возможности. Описываются методики измерения норм электрических параметров с использованием тестера Advantets V93000.

Ключевые слова: тестер, контроль, методика, электрические параметры, функциональный контроль, параметрический контроль, входные и выходные напряжения низкого и высокого уровней, динамический ток потребления

Тестер Advantest V93000 предназначен для измерения и воспроизведения силы постоянного тока и напряжения, частоты следования прямоугольных импульсов при высокопроизводительном параметрическом и функциональном контроле полупроводниковых кристаллов, КМОП и ЭСЛ микросхем с количеством выводов до 512 и рабочей частотой последовательности функционального контроля до 800 МГц [1]. На рисунке 1 изображен тестер Advantest V93000.

Технические характеристики [1]:

- Количество универсальных двунаправленных каналов: 512;
- Максимальная частота тестовых векторов: 1600 Mbps;
- Количество временных меток на канал: 8;
- Дискретность задания временных параметров: 39 пс;
- Глубина памяти тестовых векторов на канал: 128 Мбит;
- Максимальное рассогласование каналов: ± 150 пс;
- Диапазон задания напряжения: $-1,5...+6,5$ В;

– Система охлаждения: водяное.

Рассмотрим подробнее о методе тестирования статистических и динамических параметров на примере тестера Advantest V93000.

Принцип работы тестера основан на методах функционального и параметрического контроля.

Для проведения функционального контроля на тестируемую микросхему подается входной набор сигналов, а затем сравнивается выходной набор сигналов проверяемого устройства с ожидаемым набором сигналов. Создание входного набора сигналов совершается тестовым генератором последовательностей и драйверами измерительных каналов в соответствии с заранее определенным программно-аппаратным комплексом контроля. Выходной набор сигналов от проверяемого устройства переводится компараторами измерительных каналов в цифровой код, и сравнивается с ожидаемыми данными, с выводом результатов контроля [2].



Рис. 1. Тестер Advantest V93000

Для контроля параметрических параметров используются источники-измерители и измерительные источники питания. На тестируемую микросхему подается некоторое значение силы постоянного тока (напряжения), и измеряется соответствующее значение постоянного напряжения (силы тока).

Методы параметрического и функционального контроля, чаще всего, реализуются с помощью программно-аппаратного комплекса, который создает инженер для каждого тестируемого устройства. Создание и выполнение программно-аппаратного комплекса контроля производятся средствами специализированного пакета программного обеспечения, который входит в комплект поставки [2].

В режиме функционального контроля каждый из измерительных каналов осуществляет измерения и контроль

параметров микросхемы в определенной тестовой последовательности. Каждый канал имеет следующие режимы: контроль ожидаемых состояний, двунаправленный режим, формирование тестовой последовательности. В двунаправленном режиме любой канал может переходить из режима контроля в режим формирования и обратно во всех векторах тестовой последовательности. Для формирования тестовой последовательности в виде импульсов с изменяемыми параметрами на входе тестируемой микросхемы используется драйвер канала. Амплитуда импульса определяется значениями напряжения верхнего и нижнего уровня драйвера. Положения спадов импульса и фронтов определяется временными метками. Для контроля ожидаемых состояний (последовательность импульсов) используется компаратор. Параметры компараторов (время

контроля, нижний и верхний уровни напряжения) могут задаваться независимо по любому каналу [2].

Временные интервалы контроля уровней напряжения определяются метками, которые формируют стробирующие импульсы компаратора. Для формирования токов отрицательной и положительной полярностей на выходах тестируемого устройства применяется активная нагрузка канала. Значения активной нагрузки по уровням напряжения, силе тока и режимы работы задаются независимо по любому каналу. При переходе канала в режим формирования тестовой последовательности в динамическом режиме активная нагрузка автоматически отключается, а в режиме контроля автоматически включается. В статическом режиме активная нагрузка включена всегда. Динамический режим используется только для каналов, которые сконфигурированы в двунаправленный режим. Статический режим используется для каналов, которые сконфигурированы в режим контроля [2].

При параметрических измерениях применяется источник-измеритель или прецизионный источник-измеритель в режиме воспроизведения напряжения и измерения силы тока, или в режиме воспроизведения силы тока и измерения напряжения. Значения источника-измерителя задаются независимо по любому каналу. Для создания требуемых значений питания, тестируемых микросхем, применяются измерительные источники питания MSDPS и DPS32 [2].

Тест входного напряжения высокого уровня измеряет сопротивление выходного вывода, когда этот вывод находится в состоянии логической 1. Тест проверяет транзистор с р-каналом или верхний логический элемент выходного вывода. Этот тест гарантирует, что сопротивление выходного вывода соответствует проектным параметрам и что вывод обеспечит выходной ток высокого уровня при сохранении требуемого напряжения высокого уровня. Например, если вывод сделан неправильно из-за производственного дефекта или ошибки при проектировании, то транзистор с р-каналом может не полностью открыться, что приведет к более высокому, чем ожидалось, прямому сопротивлению. В результате входное напряжение высокого уровня упадет ниже минимально допустимой и тест будет провален.

Алгоритм проведения теста [3]:

1. Выбрать минимальное U_{CC} ;
2. Установить вывод в состояние логической 1;
3. Используя тестер, задать выходной ток высокого уровня согласно спецификации;
4. Ожидать от 1 до 5 мс;
5. Измерить напряжение;
6. Тест считается неудачным, если измеренное напряжение меньше, чем требуемое в спецификации.

Тест входного напряжения низкого уровня измеряет сопротивление выходного вывода, когда этот вывод находится в состоянии логической 0. Тест проверяет транзистор с п-каналом или нижний логический элемент выходного вывода. Этот тест гарантирует, что сопротивление выходного вывода соответствует проектным параметрам

и что вывод обеспечит выходной ток низкого уровня при сохранении требуемого напряжения низкого уровня.

Алгоритм проведения теста [3]:

- 1) Выбрать минимальное U_{CC} ;
- 2) Установить вывод в состояние логической 0;
- 3) Используя тестер, задать выходной ток низкого уровня согласно спецификации;
- 4) Ожидать от 1 до 5 мс;
- 5) Измерить напряжение;
- 6) Тест считается неудачным, если измеренное напряжение меньше, чем требуемое в спецификации.

Тест входного тока низкого уровня измеряет сопротивление между входным выводом и питанием. Тест входного тока высокого уровня измеряет сопротивление между входным выводом и землей. Эти тесты гарантируют, что сопротивление на входе отвечает параметрам устройства и что входной ток высокого и низкого уровней соответствует значениям, указанных в спецификации. Микросхемы, которые пострадали от статического электричества, часто не проходят этот тест из-за проблем, связанных с входными уровнями или защитными диодами.

Для проведения теста входного тока низкого уровня устанавливают максимальное U_{CC} и все входные выводы переводят в состояние логической 1. При тестировании драйвер вывода отключают и измеряют ток, который затем сравнивается с входным током низкого уровня, указанного в спецификациях [3].

Для проведения теста входного тока высокого уровня устанавливают максимальное U_{CC} и все входные выводы переводят в состояние логической 0. При тестировании драйвер вывода отключают и измеряют ток, который затем сравнивается с входным током высокого уровня, указанного в спецификациях.

Тест выходного тока низкого уровня в состоянии «выключено» измеряет сопротивление от выходного вывода до U_{CC} , когда вывод находится в высокоимпедансном состоянии. Тест выходного тока высокого уровня в состоянии «выключено» измеряет сопротивление от выходного вывода до земли, когда вывод находится в высокоимпедансом состоянии. Этот тест гарантирует, что сопротивление вывода, который находится в состоянии «выключено», отвечает параметрам устройства и что выходной ток высокого и низкого уровней в состоянии «выключено» соответствует значениям, указанным в спецификации.

Для проведения теста входного тока низкого уровня устанавливают максимальное U_{CC} и все входные выводы переводят в высокоимпедансное состояние. С тестера на каждый вывод подается высокое и низкое напряжение и измеряется ток [3].

Тест динамического тока потребления гарантирует, что устройство не будет потреблять тока больше, чем значения, указанного в спецификации, при этом полностью, выполняя свои функции.

Тест динамического тока потребления измеряет ток на всех выводах и суммирует его. При помощи тестера непрерывно выполняется некоторый тестовый алгоритм

(как правило, «шахматный код») на максимальной рабочей частоте. И затем суммарный измеренный ток сравнивается со значением тока, указанного в спецификации. На результат теста могут влиять следующие параметры: входные напряжения верхнего и нижнего уровней, напряжение питания, частота теста. Поэтому эти значения точно указываются в спецификациях тестируемого устройства.

Алгоритм проведения теста [3]:

Литература:

1. Advantets Technologies. V93000 SOC Basic. [Текст] — Deutschland GmbH., 2015. — 809 с.;
2. <http://all-pribors.ru/docs/61075-15.pdf> актуален на 20.05.2016;
3. Soft Test Inc. The Fundamentals of Digital Semiconductor Testing [Текст] — Copyright, 2011. — 651 с.

Проблема математического моделирования сложных единиц и комплексов технологического оборудования

Туляганов Зоҳиджон Якубджанович, ассистент

Ташкентский государственный технический университет имени Ислама Каримова (Узбекистан)

Стабильная работа любого промышленного предприятия, его экономическая эффективность во многом зависят от надежной работы основного (технологического) оборудования. Это становится предельно понятным, если учесть, что «носителями» любых технологических, управляемых пусть даже самыми высококачественными системами автоматического и автоматизированного управления, — являются комплексы технологического оборудования. И, если по какой-либо причине произойдет остановка оборудования, то никакие наилучшие технологии или управляющие ими системы не смогут восполнить экономические издержки и потери, вызванные простоями оборудования. В свою очередь, решение данной проблемы возможно, если будут созданы методология и математические схемы, позволяющие с единых позиций охватить технологическое оборудование и другие уровни интегрированных систем на основе выделения единой для всех уровней доминирующей характеристики.

Анализ существующих публикаций позволяет выделить следующие три направления создания автоматизированных систем, в промышленных предприятиях, где, как говорится, «по штату положено» рассматривать проблемы математического моделирования сложных единиц и комплексов технологического оборудования: «традиционные» интегрированные АСУ, модификации «традиционных» интегрированных автоматизированных систем управления (ИАСУ), ERP-системы.

В зависимости от целей моделирования могут быть для одного и того же технологического оборудования построены различные математические модели. Например, для оценки надежности это будут одни модели, для оценки

- 1) Выбрать максимальное U_{CC} ;
- 2) Запустить непрерывный тестовый алгоритм;
- 3) Ожидать от 5 до 10 мс;
- 4) Измерить ток на выводах питания, когда устройство выполняет тестовый алгоритм;
- 5) Тест считается неудачным, если измеренный динамический ток потребления больше, чем указанный в спецификации.

прочности деталей и узлов — другие и т.д. В данном случае речь идет о математических моделях, позволяющих воспроизвести динамические (с изменяющимися во времени характеристиками) структуры технологического оборудования, комплексов и технологических сетей в памяти ЭВМ для целей оценки и прогнозирования состояния узлов и деталей, а, следовательно, и оборудования в целом, с целью упреждения предаварийных ситуаций, минимизации простоев оборудования и, следовательно, увеличения эффективности предприятия.

Создаваемые математические модели должны иметь одинаковую природу со структурными математическими моделями других уровней иерархии интегрированных АСУ. Последнее является необходимым условием интеграции математических моделей различных уровней автоматизированной системы. Анализ «традиционных» и «модифицированных» интегрированных АСУ, АСУ техническим обслуживанием и ремонтами оборудования (ТОиР), ERP-систем позволяет сделать следующие выводы:

— В «традиционных» и «модифицированных» ИАСУ вопросы технического обслуживания и ремонта оборудования вообще не затрагиваются. Естественно, не рассматриваются и вопросы математического моделирования сложных единиц технологического оборудования и технологических комплексов.

— В специализированных автоматизированных системах — АСУ ТОиР вопросы математического моделирования технологического оборудования также не затрагиваются.

— В различного рода ERP-системах [2] задача математического моделирования технологических сетей и оборудования не ставится и не решается.

Таким образом, проблема математического моделирования сложных единиц технологического оборудования, технологических комплексов и сетей несмотря на всю ее актуальность остается открытой.

Как показано в работе [3] ядром интегрированных АСУ являются двухуровневые производственные модули, охватывающие системы автоматического управления с мини- и микроЭВМ в контуре управления и сложные единицы и комплексы технологического оборудования. Как видно, в контексте понятия производственных модулей помимо систем автоматического управления затрагивается еще уровень технологического оборудования, от состояния которого во многом зависят эффективность, стабильность и безопасность производства. Анализируя факторы сложности производственных модулей особо следует остановиться на уровне технологического оборудования. Технологические сети или иначе взаимосвязанные комплексы технологического оборудования гидрометаллургических, нефтехимических, топливно-энергетических, химических и других крупных предприятий относятся к категории структурно-сложных систем, содержащих целый спектр единиц оборудования, каждая из которых в свою очередь состоит из множества различных по своему функциональному назначению, конструктивному исполнению и характеристикам узлов и деталей, изготовленных из самых разных материалов.

Оптимальное функционирование отмеченных выше и других предприятий зависит от множества факторов. В контексте понятия производственных модулей помимо систем автоматического управления затрагивается еще два важнейших аспекта: технологические процессы и «носители технологических процессов» — технологическое оборудование. Ретроспективный анализ работ показывает, что наибольшее внимание в общей иерархии задач управления уделено вопросам, связанным с моделированием и оптимизацией управления технологическими процессами. Что, безусловно, важно и необходимо. Вместе с тем, априори можно утверждать: при возникновении аварийных ситуаций; непредусмотренных регламентом остановках и пусках оборудования, связанных с выходом из строя исчерпавших номинальные ресурсы узлов и деталей «носителя технологического процесса», — оборудования, результаты функционирования предприятия будут далеко не оптимальными. Эти обстоятельства должны учитываться при создании и внедрении современных интегрированных АСУ.

Отметим, что для решения конкретных задач производства, например, связанных с ТОиР, в первую очередь необходима структуризация технологического оборудования на блоки, узлы и детали. Как правило, каждый узел, каждый элемент имеют свои номинальные ресурсы работы. Например, если оборудование состоит из сотен или нескольких тысяч элементов и узлов, то налицо наличие равно такого же числа номинальных сроков службы. Для решения задачи автоматизированного учета наработки элементов и узлов оборудования необходимо, в первую

очередь, воссоздать в памяти ЭВМ взаимосвязанную структуру узлов и деталей соответствующего технологического оборудования.

Отсюда ясно, что главные факторы сложности данного уровня производственных модулей — это, прежде всего, структурная сложность, недостаточное развитие методов математического моделирования технологического оборудования, отсутствие удобных с точки зрения использования ЭВМ моделей, позволяющих учитывать изменения в реальном масштабе времени наработок и остаточных ресурсов узлов и деталей и реализации автоматического мониторинга состояния оборудования, оптимального планирования и ремонтов оборудования.

Анализ научных проблем второго уровня производственных модулей — уровня дискретных систем автоматического управления (ДСАУ) показывает, что многими учеными заложена мощная основа для расчета и проектирования различных классов дискретных систем управления на базе целого спектра методов и моделей, каждый из которых охватывает определенные классы дискретных систем со свойственными данному классу факторами сложности. Вместе с тем, современный этап развития характеризуется переходом к управлению структурно-сложными многомерными объектами. Данное обстоятельство является причиной возникновения принципиальных трудностей на пути использования классических методов, основанных на Z-преобразовании, разностных уравнениях, частотных методах, методе пространства параметров состояния.

Несмотря на всю важность задач анализа, синтеза и проектирования структурно- и параметрически сложных дискретных систем автоматического управления, адекватная этим задачам и системам проблема создания математических структурных методов остается еще не до конца решенной.

Таким образом, среди факторов сложности второго уровня производственных модулей — уровня дискретных систем автоматического управления — в первую очередь, необходимо выделить такие как, многомерность, разнотемповый характер дискретной информации, наличие запаздываний, логических и динамических переменных и условий, нелинейность, нестационарность и другие.

В данной статье для моделирования сложных единиц технологического оборудования, комплексов технологического оборудования и технологических сетей предложено использование метода динамических графовых моделей. Данный метод отвечает принципу универсальности в том плане, что позволяет решать задачи описания, анализа и синтеза, возникающие на различных уровнях интегрированных систем, на основе единого теоретико-множественного подхода и динамических графов, позволяющих учитывать различные аспекты моделируемых объектов. Метод динамических графов органически сочетает в себе результаты теории классических динамических систем управления с обратной связью, теоретико-множественных и имитационных подходов, используя

емых при исследовании сложных многоуровневых систем, т.е. представляет собой определенный класс гибридных моделей.

Динамические графы наиболее полно отвечают требованиям компьютерного моделирования технологического оборудования и систем управления, позволяют решать

задачи формализованного структурного анализа и синтеза систем, при этом дают возможность привести в их описание такие важные понятия, принятые в теории систем с обратной связью, как динамичность, дискретность, изменяемость структур и параметров, нелинейность, запаздывание и другие.

Литература:

1. Кадыров А. А. Моделирование информационных сетей и производственных модулей интегрированных АСУ на базе динамических графов. Ташкент, «IQTISOD-MOLIYA», 2009, С. 188.
2. Чаадаев В., Бронникова Т. Построение интегрированной системы управления компанией: управление финансами и ERP-система // RM MAGAZINE. 2003. № 4/5.
3. Кадыров А. А. Структурные методы моделирования и исследования производственных модулей интегрированных систем. Т.: IQTISOD-MOLIYA, 2008. 118 с.

Возможность повышения чувствительности волоконного датчика с помощью метода внутрирезонаторного лазерного поглощения

Туляганов Зоҳиджон Якубджанович, ассистент

Ташкентский государственный технический университет имени Ислама Каримова (Узбекистан)

Появление и развитие лазерной техники привело к созданию нового варианта абсорбционного анализа — внутрирезонаторного лазерного поглощения (ВРП). Первые работы, в которых особенности в спектре генерации оптических квантовых генераторов объяснялись наличием селективного поглощения средой внутри резонатора, появились в начале 70-х гг. Определение положений провалов в спектре генерации лазера позволяет отождествлять их с определенным соотношением поглощающих атомов или молекул, т.е. проводить качественный анализ помещенного внутрь резонатора газа. Измерение величины и формы провалов позволяет, в конечном счете, определять количество поглощающих частиц. Помещение внутрь резонатора лазера кюветы с газом, линии поглощения которого попадают в область генерации, приводит к изменению характера спектра или интегральной интенсивности излучения лазера. Если газ с относительно узкими линиями поглощения $\gamma_1, \gamma_2, \gamma_3$ (рис. 1) помещается в резонатор многомодового лазера с широкой линией генерации $\Delta\nu$, то в спектре генерации будут наблюдаться провалы в интенсивности излучения на частотах ν_1, ν_2 и ν_3 . Образование этих провалов связано с тем, что внесение дополнительных селективных потерь приводит к перераспределению интенсивности излучения генерируемых мод и к «выгоранию» мод, совпадающих по частоте с линиями поглощения исследуемого газа, т.е. генерируемые широкополосным лазером моды, совпадающие по частоте с линиями поглощения газа, испытывают как бы двойное подавление, как за счет прямого поглощения излучения помещенной во внутрь резонатора газовой смеси, так и за счет конкуренции мод лазера.

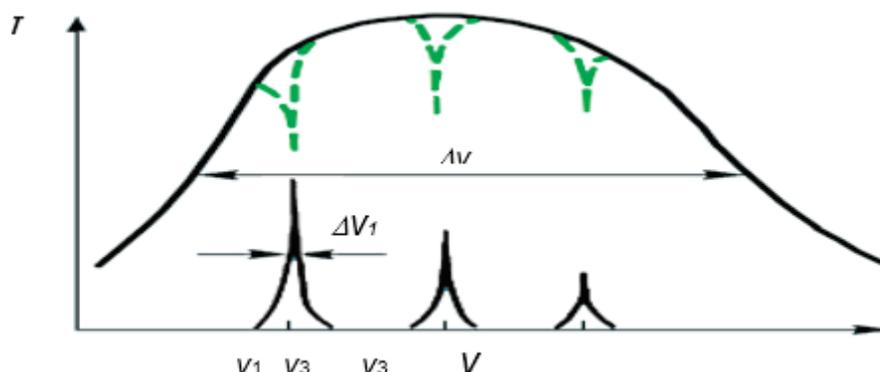


Рис. 1. Изменение спектра генерации лазера за счёт селективного поглощения

Если ширина линии поглощения газа равна или больше ширины линии генерации лазера, то интенсивность излучения уменьшается вплоть до срыва генерации за счет изменения добротности резонатора на генерируемой моде. Этот вариант метода адекватен поглощению в многоходовой кювете вне резонатора, но со значительным увеличением эффективной толщины поглощающего слоя газа, так как потери в интенсивности излучения при отражении от зеркальной поверхности в значительной мере компенсируются усилением в активной среде лазера.

«Узкополосный» вариант метода обладает лучшей, в сравнении с «широкополосным», разрешающей способностью, которая определяется шириной линии излучения лазера, поэтому аналитическое применение его предпочтительно при решении задач анализа сложных смесей, когда основным является разрешение налагающихся компонентов в спектрах поглощения различных молекул.

При решении задач определения микропримесей более оправдано применение «широкополосного» варианта метода, который чувствительнее к малым селективным потерям внутри резонатора за счет дополнительного влияния конкуренции генерируемых мод и обладает большей стабильностью генерации, так как работает в условиях значительного превышения над порогом генерации.

Основным вопросом, возникающим при рассмотрении возможности использования того или иного метода для решения аналитических задач, является возможность однозначной и простой связи измеряемого аналитического сигнала с содержанием определяемого компонента. В методе ВРП до настоящего времени существуют трудности в получении количественной информации о концентрации поглощающих частиц. Это обусловлено тем, что измеряемое изменение интенсивности излучения лазера на частотах, совпадающих с линиями поглощения анализируемого газа (т.е. глубина и форма провалов в спектре генерации), зависят как от параметров линий поглощения, так и от параметров лазера.

В предположении, что ширина линии поглощения $D\gamma_i$ много меньше ширины спектра излучения лазера $D\gamma$ и время регистрации t не превышает времени непрерывной генерации лазера T_n , когда генерирующие моды можно считать независимыми, интенсивность спектра излучения лазера $I(\gamma, t)$ в районе линии поглощения описывается выражением:

$$I(\gamma, t) = I(\gamma, 0) \exp[-k(\gamma)(ctL_n / L_p)], \tag{1}$$

где $I(\gamma, 0)$ интенсивность излучения лазера в начале генерации; $k(\gamma)$ — спектральный коэффициент поглощения; t — время регистрации; L_n и L_p — длины поглощающего слоя газа и резонатора лазера.

Выражение (6.1) позволяет найти спектральный коэффициент поглощения путем либо измерения мгновенных значений интенсивности генерации на частотах $\gamma_1, \gamma_2, \gamma_3$, во времена t_1, t_2 (при этом $Dt = t_2 - t_1$ должно быть меньше времени непрерывной генерации моды T_n), либо интегрированием изменения $I(\gamma_1, \gamma_2, \gamma_3)$ за время наблюдения $t \leq T_n$. В первом случае значения $k(\gamma)$ находятся из выражения:

$$k(\gamma) = -(L_p / cL_n Dt) \ln I(\gamma, Dt), \tag{2}$$

а во втором — из выражения, описывающего интегральный во времени спектр генерации:

$$\Phi(\gamma) = I(\gamma, 0) I(\gamma, t) \int I_n(t) \exp[-cL_n t k(\gamma) / L_p] dt / \int I_n(t) dt, \tag{3}$$

где $I_n(t)$ — форма импульса генерации лазера.

В большинстве работ о применении метода ВРП приводят измеренные значения спектрального коэффициента поглощения различных линий исследуемых газов или оценки предельных их значений. С аналитической точки зрения эта информация совершенно недостаточна для определения возможностей внутррезонаторных методик, так как подобные данные являются лишь промежуточными в получении результата анализа, а именно: информации о содержании определяемого компонента в анализируемом газе. Для получения такого результата необходимы дополнительные сведения о линиях поглощения (их интенсивности S и ширине $D\gamma_i$), а также о давлении анализируемой смеси в кювете.

Парциальное давление определяемого компонента может быть найдено из выражения:

$$P_r = k(\gamma_i)(pD\gamma_i / 2S) \tag{4}$$

Интенсивность некоторых линий поглощения молекул различных газов в области генерации неодимового ($\lambda = 1,06$ мкм) и рубинового ($\lambda = 0,69$ мкм) лазеров приведены в табл. 1.

Таблица 1. Интенсивность S ($\text{см}^{-2} \cdot \text{Па}^{-1}$) линии поглощения молекул некоторых газов

λ , мкм	H_2O	CO_2	N_2	N_2O	NO_2	O_2	SO_2
1,06	10^{-14}	10^{-16}	$<3 \cdot 10^{-18}$	10^{-16}	$<3 \cdot 10^{-18}$	$<3 \cdot 10^{-18}$	$<3 \cdot 10^{-18}$
0,69	$1,2 \cdot 10^{-14}$	$<2 \cdot 10^{-18}$	$<2 \cdot 10^{-18}$	—	10^{-13}	10^{-17}	—

Ширина линий поглощения молекул неорганических газов зависит как от давления газа в кювете, так и от сорта буферного газа и может изменяться от 0,05 до 0,2 см^{-1} . Использование выражения (4) позволяет получать количественную аналитическую информацию в спектрометрах с широкой полосой генерации излучения.

В узкополосном варианте метода предложено [1] использовать следующее выражение связи коэффициента поглощения $k(\gamma_i)$ с парциальным давлением газа P_r в анализируемой пробе:

$$k(\gamma_i) = \chi_i P_r, \quad (5)$$

где χ — коэффициент, определяющий поглощательную способность единицы количества газа; в инфракрасном диапазоне спектра. Для таких газов, как CH_4 , CO_2 , NH_3 , NO $\chi_i \gg 10^2 - 10^3 \text{ см}^{-1} \text{ МПа}^{-1}$.

В настоящее время наиболее существенным, ограничивающим внедрение в аналитическую практику этого метода фактором является, по-видимому, сложность обработки аналитического сигнала при получении результата определения.

Простейшая схема внутриврезонаторного лазерного спектрометра представлена на рис. 2. Здесь аналитические характеристики спектрометра определяются обоими элементами I и II, принципиальные его возможности зависят, прежде всего, от параметров лазера: постоянства, спектрального распределения коэффициента усиления, ширины и сглаженности спектра генерации, длительности стабильной генерации в окрестности исследуемой линии, спектрального диапазона генерации, возможности управления значениями длительности и частоты генерации. Основное условие выполнения выражения (рис. 2), описывающего интенсивность генерации в окрестности линии поглощения исследуемого газа это малая ширина линии поглощения по сравнению с шириной генерации лазера. В этих условиях происходит перераспределение интенсивности излучения мод без изменения коэффициента усиления активной среды, т.е. лазер имитирует многоходовую кювету, а интенсивность в центре линии поглощения падает по экспоненциальному закону. В газовом анализе ширина линий поглощения, как правило, не превышает $0,2 \text{ см}^{-1}$, поэтому достаточно обеспечить ширину спектра генерации не менее 1 см^{-1} .

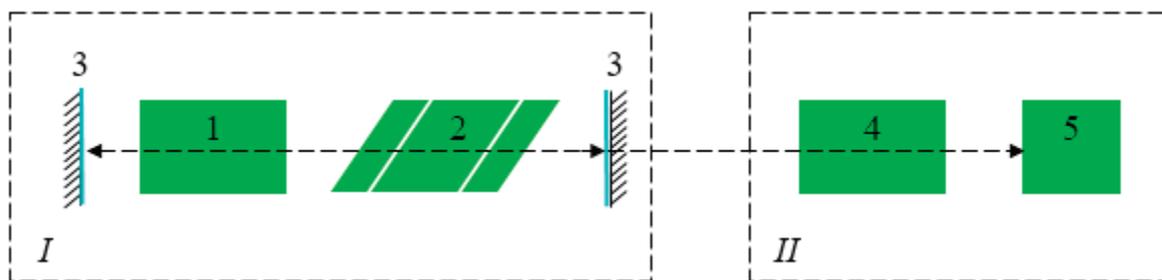


Рис. 2. Схема внутриврезонаторного лазерного спектрометра: I — лазер; II — система преобразования и регистрации излучения. 1 — активный элемент; 2 — абсорбционная кювета; 3 — зеркала резонатора; 4 — спектрограф; 5 — приёмник излучения

Литература:

1. Лебедев А. В., Попов А. И. // ЖПС. 1986. Т. 44. № 2. С. 219–225.

Оптические световоды волоконно-оптических систем передачи информации

Туляганов Зоҳиджон Яқубджанович, ассистент

Ташкентский государственный технический университет имени Ислама Каримова (Узбекистан)

Оптические волокна для волоконно-оптических систем передачи информации имеют цилиндрическую форму. Центральный световодный сердечник имеет больший показатель преломления, чем оболочка. Профиль показателя преломления оптического волокна определяет его оптические потери и его дисперсионные свойства. От этих передаточных характеристик зависят такие технические параметры системы, как максимальная длина линии без ретранслятора и информационно-пропускная способность системы. Они непосредственно влияют на стоимость и надежность системы передачи информации.

Основные типы оптических волокон, их конструкции, профили показателя преломления (ППП) и схемы рас-

пространения оптических лучей представлены на рис. 1. В соответствии с формой ППП волокна (а) называются ступенчатыми, (б) — градиентными и относятся к многомодовым. Волокно на рис. 1в является одномодовым, т.е. по нему распространяется только одна продольная мода.

В многомодовом волокне со ступенчатым профилем свет, вводимый в сердцевину оптического волокна (1), испытывает полное внутреннее отражение от границы раздела сердцевины и оболочки (2) и возвращается в сердцевину, как показано на схеме рис. 1а.

Условия синхронизации падающей и отраженной волны на границе сердцевина-оболочка обеспечивают формирование дискретного набора лучей (модовой струк-

туры) [1], или характера распределения электромагнитного (оптического) поля в сечении волокна.

Наиболее ярко модовая структура проявляется при малом сечении сердцевинки и незначительной разнице показателей преломления сердцевинки и оболочки, когда число мод не велико (маломодовый режим).

При определенном сочетании диаметра сердцевинки и разницы показателей преломления волокно становится одномодовым (рис. 1в).

Информационно-пропускная способность многомодовых оптических волокон определяется следующими оптическими характеристиками.

Спектральное оптическое затухание (потери):

$$a(l) = 10 \lg [J_1(l)/J_2(l)]/L \text{ (дБ/км)}, \quad (1)$$

где $J_1(l)$ и $J_2(l)$ — интенсивности светового потока на входе и выходе волокна на длине волны l , L — длина волокна.

Числовая апертура:

$$NA(l) = [n_1^2(l) - n_0^2(l)]^{1/2} \ll [2 n_0^2(l) Dn(l)]^{1/2} \gg \sin q, \quad (2)$$

где $n_1(l)$ и $n_0(l)$ — показатели преломления (ПП) в сердцевинке и оболочке волокна, $Dn(l) = n_1(l) - n_0(l)$ — разность ПП сердцевинки и оболочки, $q(l)$ — угол расходимости света на выходе волокна.

Дисперсия (уширение) одиночного светового импульса, отнесенная к волокну длиной 1 км:

$$D = [t_2^2(l) - t_1^2(l)]^{1/2}/L \gg [t_1(l)Dt]^{1/2}/L \text{ [нс/км]}, \quad (3)$$

где $t_1(l)$ и $t_2(l)$ — длительности одиночного светового импульса на входе и выходе волокна, $Dt = t_1(l) - t_2(l)$.

Коэффициент широкополосности:

$$B(l) = 400/D(l) \text{ (МГц·км)}, \quad (4)$$

Ширина полосы пропускания:

$$Df(l) = B(l)/L \gg f_{cp} \text{ (МГц)}, \quad (5)$$

где f_{cp} — частота «среза» амплитудно-частотной характеристики при синусоидальной модуляции светового сигнала, проходящего через волокно. Следует отметить, что спектральное затухание и дисперсия определяются по приведенным выражениям и для одномодовых волокон.

Значения перечисленных характеристик обычно определяют на конкретной рабочей длине волны, используемой в данной системе передачи информации (например, 0,85, 1,3 или 1,5 мкм). В этом случае они являются параметрами волокна, достаточно полно характеризующими его работоспособность в выбранном диапазоне длины волны. Значение параметров (1–5) вычисляют непосредственно из экспериментальных значений величин, входящих в формулы.

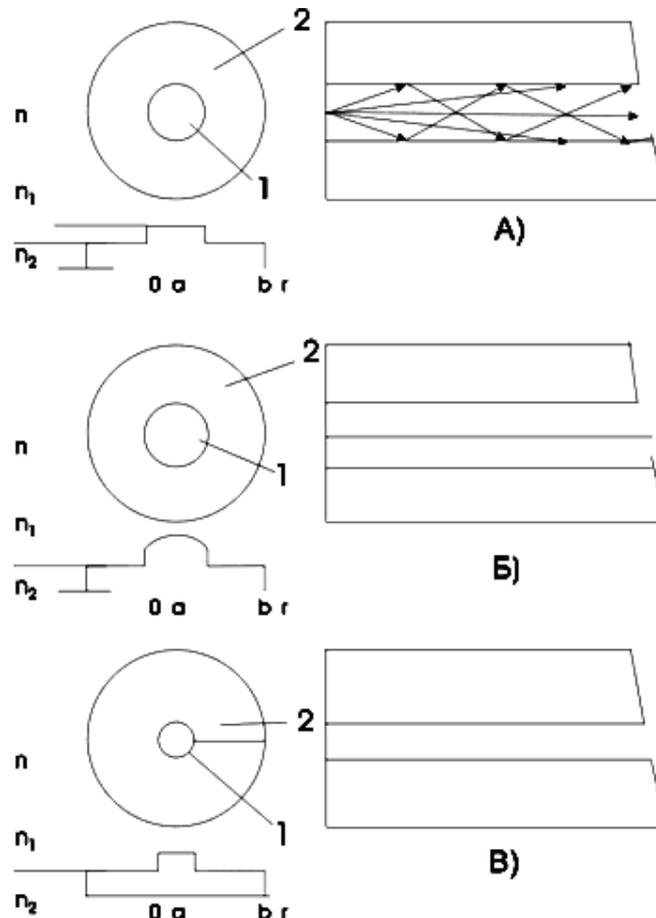


Рис. 1. Типы оптических волокон (многомодовые: А — ступенчатое, Б — градиентное, В — одномодовое; 1 и 2 — сердцевина и кварцевая оболочка волокна, n_1 и n_0 — показатели преломления сердцевинки и оболочки, а и b — радиусы сердцевинки и оболочки)

Ширина полосы пропускания может быть определена непосредственно по предельной частоте пропускания сигнала с синусоидальной модуляцией света, т.е. как принято в радиотехнике, по срезу амплитудно-частотной характеристики на высоких частотах модуляции несущей частоты.

Числовая апертура (NA) характеризует расходимость светового пучка, выходящего из волокна, она может быть определена экспериментально по угловой расходимости пучка, прошедшего через волокно.

Значение числовой апертуры (NA) важно учитывать при вводе света в волокно, так как свет, вводимый под углами больше $\varphi = \arcsin NA$, будет выходить через оболочку, образуя вытекающие моды и увеличивая потери.

В ступенчатом многомодовом волокне вследствие различия условий распространения оптических мод возникает большая модовая дисперсия, ограничивающая коэффициент широкополосности, который не превышает 20 МГц·км.

В градиентном световоде ПП плавно изменяется по радиусу сердцевинки, и поэтому лучи света, входящие в сердцевину волокна под большими углами, более глубоко проникают во внешнюю область сердцевинки (с малым ПП).

Они рефрагируют, опережая по фазе лучи с меньшими углами входа, и возвращаются к оси сердечника. В результате, в градиентном волокне имеют место периодические биения светового поля с показанными на рис. 16 узлами фокусировки и зонами максимального широкого расхождения мод.

Профиль показателя преломления в сердцевине градиентного волокна близок к параболическому [2]:

$$n(r) = n_1 [1 - (r/a)^2 2Dn/n_1]^{1/2} \quad (6)$$

Здесь: n_1 — максимальное значение ПП преломления в сердцевине волокна, n_0 — показатель преломления кварцевого стекла оболочки. $Dn = n_1 - n_0$ — разница ПП сердечника и оболочки, a — параметр, определяющий градиент ПП (обычно $a \gg 2$).

Изменение ПП $n(r)$ по радиусу r в сердцевине волокна создается с помощью легирующих присадок. Зависимость Dn от концентрации легирующих присадок γ (в мольных процентах) приведена на графике рис. 2 для окислов циркония (Zr), титана (Ti), алюминия (Al), кальция (Ca), германия (Ge), фосфора (P), бора (B), а также связанного фтора (F). Увеличение концентрации присадок приводит к увеличению ПП, только B и F понижают ПП.

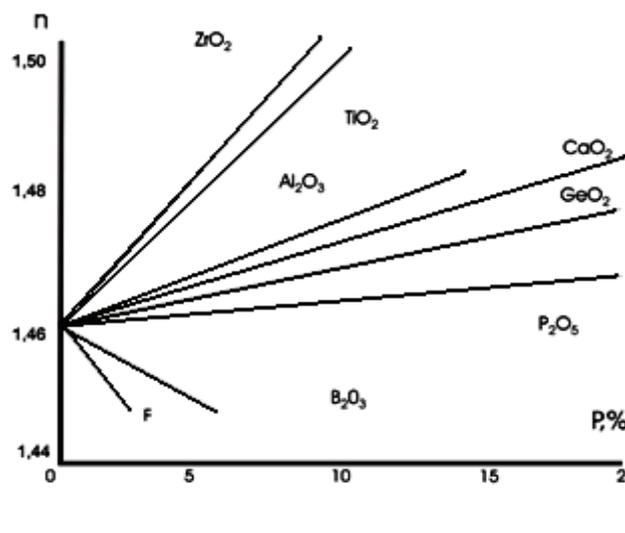


Рис. 2. Зависимость показателя преломления n в кварцевом стекле от концентрации различных легирующих примесей на длине волны 0,6 мкм

Электромагнитные волны оптических полей разных мод распространяются в градиентном волокне примерно с одинаковыми средними фазовыми скоростями, т.е. модовая дисперсия мала. Поэтому коэффициент широко-

полосности градиентных волокон составляет, в отличие от ступенчатых, уже 500–1000 МГц, причем, в высококачественных волокнах он достигает 1,5 ГГц на волне $\lambda = 1,3$ мкм.

Литература:

1. Гауэр Дж. Оптические системы связи. — М.: Радио и связь, 1989. — 134 с.
2. Корнеев Г. И., Красюк Б. А. Оптические системы связи и световодные датчики. — М.: Радио и связь, 1985. — 168 с.
3. Андрушко Л. М., Саттаров Д. К., Черенков Г. А. и др. Волоконно-оптические линии связи. Справочник. — Киев: Техника, 1988. — 85 с.

Физико-химические свойства редкоземельных элементов, используемых в активных компонентах волоконно-оптических систем передачи

Туляганов Зоҳиджон Якубджанович, ассистент

Ташкентский государственный технический университет имени Ислама Каримова (Узбекистан)

Современное развитие науки и техники ставит перед производством оптоэлектронных приборов и устройств принципиально новые задачи, для решения которых необходимо существенно улучшить параметры современных оптоэлектронных систем и создать принципиально новую элементную базу.

В современных технологиях обработки материалов большое внимание уделяется методам вакуумной, в том числе, ионной технологии, позволяющим создавать поверхностные структуры с прогнозируемыми физико-химическими и технологическими свойствами.

На базе научно-исследовательских и конструкторских разработок по исследованию процессов взаимодействия заряженных частиц с поверхностями твердых тел создано новое технологическое направление — ионная обработка материалов, которую возможно использовать для обработки перспективных материалов, создания электронно-оптических и телекоммуникационных приборов.

В связи с этим создание устройств передачи и приема, преобразования и обработки информации на основе модифицированных материалов, разработка новых способов создания материалов, легированных различными добавками, в том числе редкоземельными элементами с целью формирования заданных технологических свойств с улучшенными параметрами, исследование их физико-химических свойств представляют большой научный и непосредственно практический интерес.

Анализ научно-технической литературы и информации по исследованию физико-химических свойств оптических материалов и созданию на их основе электронно-оптических устройств позволяет сделать вывод о том, что существуют работы, в которых были исследованы оптические свойства материалов, легированных различными примесями, для формирования светотехнических и усилительных характеристик обычными химическими методами, которые имеют следующие недостатки: большое содержание гидроксильных групп, трудности изготовления оптических заготовок вследствие многостадийности процесса, требующего перехода с одного оборудования на другое.

В последнее время больше внимания уделяется исследованиям физико-химических и оптических свойств покрытий редкоземельных металлов на оптических материалах. Редкоземельные элементы, как материалы для исследования процессов по их легированию в другие материалы, являются малоизученными, и пока технологически сложными. Например, соединения эрбия из-за высоких окислительных свойств являются нестабильными, легко взаимодействуют с воздухом и водой, а в обычных технологических процессах изготовления оптических усилителей используются водные растворы хлорида эрбия.

Эрбий входит в состав лантаноидов и примыкает к группе четырнадцати родственных элементов (церий, празеодим, неодим, прометий, самарий, европий, гадолиний, тербий, диспрозий, гольмий, тулий, иттербий и лютеций). В семействе лантаноидов элементы имеют два внешних электронных слоя, которые построены почти одинаково, а изменения претерпевает третий слой, число электронов которого возрастает от 18 до 32 (от лантана к лютецию). Так как химические свойства элементов связаны со структурой внешних электронных слоев, изменение числа электронов отражается на них довольно слабо. Поэтому все лантаноиды по свойствам похожи друг на друга и являются как бы членами «гомологического ряда» лантана.

В природе лантаноиды очень рассеяны и встречаются всегда в смесях друг с другом, лантаном и иттрием. Несмотря на то, что содержание почти всех лантаноидов в земной коре больше, чем «обычных» элементов, например ртути, их практическое использование невелико. Одной из причин этого является трудность отделения элементов друг от друга. В свободном состоянии лантаноиды представляют собой типичные металлы, по большинству свойств сходные с лантаном (церий-европий) или иттрием (гадолиний — лютеций). Все лантаноиды, как правило, трехвалентны.

Элементы из семейства лантаноидов являются серебристо-белыми металлами, но на воздухе они более или менее быстро приобретают серый или слабо желтый оттенок. Их важнейшие константы приведены ниже [1].

Элемент	Ce	Pr	Nd	Pm	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er
Плотность	6,8	6,7	7,0		7,5	5,3	7,8	8,2	8,4	8,7	9,0
$T_{пл}$	797	935	1024	1080	1072	826	1312	1364	1407	1461	1497
$T_{кип}$	3260	3210	3130		1750	1600	3231	3040	2315	2570	2510

(плотность выражена в г/см³, температура в градусах Цельсия).

Рис. 1

Электропроводность этих металлов, как правило, близка к электропроводности ртути. По относительной стоимости (если принять стоимость золота за единицу) на мировом рынке лантаноиды образуют три группы соответственно с коэффициентами 0,2 (Ce, Pr, Nd) 0,5 (Sm, Gd, Dy, Ho, Er, Yb) 2,5 (Eu, Tb, Tm, Lu). Электрохимические эквиваленты для эрбия составляют 0,579 мг/Кл и 2,084 гАч. В 0,5 нормальном растворе фосфорной кислоты ток обмена составляет $1,8 \cdot 10^{-10}$ А на квадратный сантиметр.

Согласно данным, [1] эрбий взаимодействует с азотом при нагревании, образуя нитрид эрбия, взаимодействует с водой и водородом при нагревании, и медленно взаимодействует с воздухом. Незначительные взаимодействия наблюдаются с едким калием. Заметно взаимодействует эрбий с азотной кислотой, серной и соляной кислотой. Слабое взаимодействие наблюдается с фосфорной кислотой, плавиковой кислотой и гидроокисью натрия. Аналогичные химические свойства проявляются и у других лантаноидов. Известно, что эрбий при низких температурах реагирует с водородом с образованием ErH_3 , а при температурах 600–800°C с образованием ErH_2 . Оба гидрида представляют собой кристаллические вещества (пирофорны в мелкодисперсном состоянии).

Соединение типа $ErCl_3$ образуется дегидратацией кристаллогидратов или взаимодействием окислов с $NFLiCl$. Гигроскопичные соединения с температурой плавления 1480–2030°C хорошо растворяются в воде, пиридине, этиловом спирте, образуют комплексы, двойные хлориды, оксихлориды, поглощают аммиак.

Бромиды эрбия могут быть образованы дегидратацией кристаллогидратов или взаимодействием оксида эрбия с NH_4Br . Соединения очень гигроскопичны, температура плавления составляет 640–950°C, при обычной температуре реагируют с аммиаком.

Соединения эрбия с йодом получают синтезом из элементов. Температура плавления составляет 737–1050°C. Соединения образуют комплексы.

При взаимодействии окислов с фтористоводородной кислотой при 700°C или дегидратации кристаллогидратов, образуются соединения типа ErF_3 . Температура плавления соединений составляет 1140–1500°C. Соединения мало растворимы в воде и минеральных кислотах, однако растворимы в HF NH_4F , разлагаются концентрированной серной кислотой, склонны к образованию комплексов и двойных фторидов.

При взаимодействии оксидов или хлоридов эрбия с H_2S образуются соединения эрбия с серой (как правило, при нагревании в присутствии алюминия). Сульфиды образуются также в запаянных ампулах при нагреве с серой в вакууме. Сульфиды, как правило, тугоплавки, температура плавления их превышает 1300°C.

Соединения с кислородом, типа ErO_3 , получают при нагревании в кислороде. Оксиды отличаются высокой жаростойкостью, не разлагаются разбавленными минеральными кислотами и щелочами (температура плавления выше 2000°C).

Ампульным синтезом могут быть получены соединения эрбия с фосфором (возможно соединение фосфина с эрбием), соединения эрбия с теллуром и селеном при температурах 1400–2000°C. Возможно получение соединений эрбия с кремнием и германием (соединения устойчивы до 500°C, однако разлагаются кислотами и водой).

Нитрид эрбия может быть получен путем непосредственного взаимодействия металлов с азотом в среде азота, или аммиака, при нормальном давлении и температуре 800–1200°C, а также азотированием гидридов или восстановлением оксидов углем с одновременным азотированием. Нитриды устойчивы в сухом воздухе, легко гидролизуются в воде и влажном воздухе, разлагаются в растворах кислот и щелочей.

Получены также дибориды эрбия путем синтеза элементов при взаимодействии оксидов металлов с карбидом бора и восстановлением металлов бором в вакууме. Бориды обладают высокими (2000–2500°C) температурами плавления, высокой электропроводностью и твердостью. Гексабориды имеют низкие значения работы выхода.

Получены также бериллиды всех лантаноидов при сплавлении бериллия с металлами в среде аргона или восстановлением в вакууме. Свойства соединений не изучены. Соединения эрбия с углеродом легко разлагаются водой, алюминиды эрбия хрупки и неустойчивы, ряд других соединений не представляет практического интереса и слабо изучен. Свойства соединений эрбия [2] изучены недостаточно, однако для практического использования применимы лишь чистый эрбий, оксид эрбия и соли эрбия (хлориды, нитраты). Нет данных по соединениям эрбия с органическими материалами.

При термическом испарении лантаноидов в вакууме, в том числе, эрбия, необходим нагрев материала до температуры образования насыщающих паров порядка 1–100 Па. В случае нагрева эрбия, таких данных нет, однако, исходя из данных по другим материалам, при температурах плавления 1400–1500°C необходимые температуры испарения составят не менее 2000–2100°C. В случае нагрева электронным потоком (например, в медном водоохлаждаемом тигле), при электронно-лучевом испарении рефлектированная мощность составит не менее 15–20%. При испарении эрбия из вольфрамовых лодочек в вакууме, или тиглей из диборида титана, молибдена, или углерода, возможно его заметное взаимодействие с материалом тигля.

Литература:

1. Свойства элементов. Справочник под ред. Самсонова В. Г. — М.: Металлургия, 1976. — 383 с.
2. Серебрянников В. В. Химия редкоземельных элементов. — Томск: изд. Томского университета, 1959. — 520 с.

Применение библиотеки AForge.NET и ее расширения Accord.NET Framework при распознавании лиц в режиме реального времени

Фрид Аркадий Исаакович, доктор технических наук, профессор;

Галеев Салават Фанилевич, магистрант

Уфимский государственный авиационный технический университет

В статье приводится описание библиотек Accord.NET Framework, AForge.NET, а также показаны возможности их компонентов. Представлены способы использования данных компонент для решения задачи распознавания лиц в режиме реального времени.

Ключевые слова: распознавание лиц, Accord.NET Framework, AForge.NET

Введение

Распознавание лиц является одной из самых актуальных задач в таких областях, как цифровая обработка изображений, компьютерное зрение, биометрия, организация видеоконференций, разработка интеллектуальных систем безопасности и контроля доступа.

Распознавание лиц заключается в идентификации одного или нескольких человек путем сравнения входных изображений с имеющимися изображениями в базе данных. Методы, применяемые для решения задачи распознавания лиц, должны обеспечивать высокий процент верно распознанных объектов и хорошую скорость обработки видеопотока.

Существует много различных библиотек для программной реализации системы распознавания лиц, например, такие как OpenCV, Emgu CV, Accord.NET Framework, Matrox Imaging Library, Camellia Library, Open eVision, HALCON, VXL, libCVD, IVT, LTI, AForge.NET и некоторые другие. В данном случае рассмотрим библиотеки AForge.NET и Accord.NET более подробно.

Библиотека AForge.NET

AForge.NET — это библиотека с открытым исходным кодом, разработанная на языке C#, которая используется разработчиками и исследователями при решении задач, связанных с компьютерным зрением. А также в библиотеке AForge.NET есть возможности для решения задач в области искусственного интеллекта. Диапазон средств, применяемых библиотекой достаточно разнообразен: обработка изображений, нейронные сети, генетические алгоритмы, нечеткая логика, машинное обучение, робототехника и многое другое.

Основные компоненты библиотеки AForge.NET представлены ниже:

- AForge.Imaging — библиотека, предназначенная для работы с изображениями и фильтрами;
- AForge.Vision — библиотека, применяющая методы компьютерного зрения;
- AForge.Video — пакет библиотек для выполнения работ, связанных с видеоданными;

– AForge.Neuro — библиотека, в которой используются возможности нейронных сетей;

– AForge.Genetic — библиотека, предназначенная для решения разнообразных задач с применением генетических алгоритмов;

– AForge.Fuzzy — библиотека работает с нечеткой логикой;

– AForge.Robotics — библиотека поддерживает методы, используемые в области робототехники;

– AForge.MachineLearning — библиотека, в которой применяются элементы машинного обучения.

Библиотека AForge.NET находится в процессе постоянного улучшения и развития. По данной библиотеке существует много примеров, показывающих ее работу, а также есть html-документация, которая может понадобиться начинающим разработчикам, которые захотят использовать данную библиотеку в своих проектах.

Accord.NET Framework

Accord.NET Framework — сравнительно новая программная платформа для AForge.NET, известного пакета библиотек в области компьютерного зрения и искусственного интеллекта, целиком созданная на языке C#. Библиотека Accord.NET использует средства и возможности, которых раньше не было в AForge.NET: применение векторных машин на уровне ядра; дискриминантный и проективный анализ; поддерживает скрытые марковские модели; применение новых методов обучения нейронных сетей; новые фильтры изображений, а также другие возможности.

Библиотека Accord.NET разработана на языке объектно-ориентированного программирования C#. Предназначена для создания программ, применяющих возможности компьютерного зрения, компьютерной обработки звука, обработки сигналов и различных статистических методов.

Accord.NET Framework может использоваться в приложениях семейства Microsoft Windows, Xamarin, Unity3D, Windows Store, Linux, а также в мобильных устройствах.

После слияния с проектом AForge.NET, в настоящее время платформа предлагает унифицированный API, для

обучения машинным моделям, который является простым в использовании и расширяемым.

Проект Accord.NET Framework изначально создавался для расширения возможностей AForge.NET Framework, но с тех пор включил AForge.NET в себя. Новые версии объединили оба фреймворка под именем Accord.NET.

Accord.NET содержит набор библиотек, доступных в исходном коде, а также с помощью исполняемых инсталляторов и пакетов NuGet. Исходный код проекта доступен на условиях Gnu Lesser Public License, версия 2.1. в репозитории на GitHub.

Возможности Accord.NET Framework

Возможности библиотеки Accord.NET Framework можно разделить на несколько основных групп:

- классификация (а именно, метод опорных векторов, логистическая регрессия, нейронные сети);
- регрессия (особенно, линейная регрессия с множеством параметров; регрессия, использующая метод опорных векторов; логистическая регрессия);
- кластеризация (в частности, методом k-средних);
- распределения (более 40 видов);
- проверка гипотез;
- ядерные методы;
- обработка изображений;
- обработка звука и сигналов;
- алгоритмы компьютерного зрения.

Полный набор примеров приложений позволяет легко и быстро начать разрабатывать программы, а обширная документация и вики помогает заполнить все детали.

Accord.Vision — обнаружение и отслеживание лица в режиме реального времени, а также общие методы для обнаружения, отслеживания и преобразования объектов в потоки изображений. Содержит определения каскада, трекеры Camshift и Dynamic Template Matching. Включает предварительно созданные классификаторы для человеческих лиц и некоторые черты лица, например, такие как носы.

Accord.Imaging — содержит детекторы точек интереса (например, Harris, SURF, FAST и FREAK), фильтры изображений, методы сопоставления изображений и стыковки изображений, а также экстракторы функций, такие как гистограммы ориентированных градиентов и описательные функции Haralick.

Accord.Controls.Vision — компоненты Windows Forms и элементы управления для отслеживания движений головы, лица и рук и других задач, связанных с компьютерным зрением.

Accord.Controls.Imaging — элементы управления Windows Forms для отображения и обработки изображений. Содержит удобный элемент управления ImageBox, который имитирует традиционный MessageBox для быстрого отображения или проверки изображений.

Accord.MachineLearning — применение метода опорных векторов, деревьев принятия решений, наи-

вных байесовских моделей, моделей Gaussian Mixture и общих алгоритмов, таких как Ransac, перекрестная проверка и Grid-Search для приложений где используется машинное обучение.

Accord.Math — содержит библиотеку расширений матрицы, наряду с набором численных матричных методов декомпозиции, численных алгоритмов оптимизации для ограниченных и неограниченных задач, специальных функций и других инструментов для научных приложений.

Accord.Statistics — содержит распределения вероятностей, тестирование гипотез, статистические модели и такие методы, как линейная и логистическая регрессия, скрытые марковские модели, метод случайных полей, метод главных компонент, регрессия методом дробных наименьших квадратов, линейный дискриминантный анализ и многие другие.

Accord.Vision.Detection — содержит детекторы объектов, такие как метод Виолы-Джонса (метод Хаара). Каскады Хаара полностью совместимы с определениями, генерируемыми OpenCV, а сборка поставляется с прямой поддержкой связанных шаблонов лица и носа.

Accord.Vision.Detection.Cascades — встроенные каскады Хаара для использования с детектором объектов Хаара. Эти каскады можно вызывать непосредственно из кода без необходимости загрузки файлов XML.

Применение AForge.Net и Accord.NET Framework в задачах распознавания лиц

Захват изображения

Для захвата видео с устройства видео ввода используют класс AForge.Video.DirectShow.VideoCaptureDevice. Этому классу требуется указать маркер устройства с которого будет осуществляться захват. Так же нужно назначить обработчик события NewFrame. Это событие появляется в то время, когда с камеры отправлен новый кадр. Затем данный кадр отправляется в виде объекта Bitmap в обработчик события, где уже происходит его обработка [5]:

```
private void VideoSourceNewFrame(object sender,
AForge.Video.NewFrameEventArgs eventArgs)
{var img = (Image) eventArgs.Frame
using (var ms=new MemoryStream())
{img.Save(ms, ImageFormat.Jpeg)
//Картинку сохраняют в массив байт, для того чтобы
потом сформировать jpeg
_bufImage = ms.ToArray()}}
```

Открытие видеоустройства

В данном случае применяются классы Accord.Video.IVideoSource и Accord.Controls.VideoSourcePlayer. Их используют для открытия видео источника и его запуска.

```
private void OpenVideoSource(IVideoSource source)
{this.Cursor = Cursors.WaitCursor;
CloseVideoSource(); videoSourcePlayer.VideoSource =
source;
videoSourcePlayer.Start(); statIndex = statReady = 0;
timer.Start(); videoSource = source; this.Cursor = Cur-
sors.Default;}
```

Выбор видео устройства

Для выбора камеры используется класс Accord.Video.DirectShow.VideoCaptureDeviceForm. Для этого нужно за-
дать обработчик события btn_Con_Cam_Device. Это со-
бытие идет на обработку при нажатии на кнопку «Выбор
камеры».

```
private void btn_Con_Cam_Device_Click(object sender,
EventArgs e)
{if (! DeviceStarStop)
{VideoCaptureDeviceForm form = new VideoCapture-
DeviceForm();
if (form.ShowDialog(this) == DialogResult.OK)
{VideoCaptureDevice videoSource = form.VideoDevice;
OpenVideoSource(videoSource);}
btn_Con_Cam_Device.BackgroundImage = Properties.
Resources.Video_Camera_record; DeviceStarStop = true;
} else {CloseVideoSource(); btn_Con_Cam_Device.
BackgroundImage = Properties.Resources.Video_Camera;
DeviceStarStop = false;}}
```

Литература:

1. Accord.Net [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://en.wikipedia.org/wiki/Accord.NET>, свободный
2. Accord.Net Framework [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://accord-framework.net/index.html>, свободный
3. AForge.NET motion detection [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://social.msdn.microsoft.com/Forums/ru-RU/9c3414e1-e540-40aa-a8c1-e5eac25030a9/aforgenet-motion-detection?forum=fordesktopru>, свободный
4. Haar-feature Object Detection in C# [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.codeproject.com/Articles/441226/Haar-feature-Object-Detection-in-Csharp>, свободный
5. Захват видео с камеры и передача его по сети [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://habrahabr.ru/post/177793/>, свободный

Настройка параметров видео устройства

Для настройки параметров видео устройства применя-
ется класс

Accord.Video.DirectShow.VideoCaptureDevice. Не-
обходимо прописать обработчик события btn_Settings-
Camera. Это событие запускается всегда, когда с формы
программного обеспечения нажимают на кнопку «Пара-
метра камеры».

```
private void btn_SettingsCamera_Click(object sender,
EventArgs e)
{if ((videoSource != null) && (videoSource is VideoCap-
tureDevice))
{try
{((VideoCaptureDevice)videoSource).DisplayProper-
tyPage(this.Handle);}
catch (NotSupportedException)
{MessageBox.Show(«Источник видео не поддерживает
данные свойства конфигурации.», «Ошибка», Message-
BoxButtons.OK, MessageBoxIcon.Error);}
```

Выводы

1. Описаны библиотеки AForge.NET и Accord.NET Framework, а также их компоненты, предназначенные для
решения задач в области компьютерного зрения.
2. Представлены возможности реализации библиотек
для распознавания лиц в режиме реального времени на
видеопоследовательностях на языке объектно-ориенти-
рованного программирования C#.

Road planning in Syrian desert using geographical information system and the least cost path approach

Hasan Mohamad, master student

Saint-Petersburg state University of architecture and civil engineering

Хасан Мохамад, магистрант

Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет

In this research, effort has been made to introduce a method with GIS and Least Cost Path capability for planning road. So that environmental factors such as stability are incorporated in the planning process. After collection of data and the necessary maps of the study area, effective factors in the operation of road construction were determined and classified. After that, the maps of slope, aspect, altitude, land uses, hydrological and lithology maps. The next step was to suggest multiple roads based on different criteria. Then, by overlaying weighted maps of affecting factors find the most suitable road. The results of this study showed that the road was designed by the lest cost path had less earthwork by 78% of the shortest road that can be designed.

Key words: GIS, Least Cost Path, Surface cost, Road Planning, Syrian desert

Roads play an important role in the country's unstructured. Manual road planning has a lot of technical and environmental issues. More recently, simultaneous information management with respect to the important factors in road planning and rapid assessment of the roads has been possible using GIS capabilities [1]. Passing the roads through low to moderate slopes and areas with high level of stability, reduces the costs of excavation, earth filling, land stabilization, excavation gable roofs and earth filling, and thus reduces construction costs [2]. In many studies, GIS has been used to consider a wide range of different factors, which could impact the environment. In the other recent

studies, technical issues and observing road geometric principles have been considered. Many scientist have used some factors to decide the best possible outcome of road planning including geology, soil (soil texture and grading), slope, land use, water streams, faults and altitude based on questionnaires and in a relative manner [3].

MATERIALS AND METHOD

The study was carried out in Syrian Desert. Between two small cities Tadmor and Alraqah. The area is approximately 10,287 km² in the center of Syria. The area is located be-

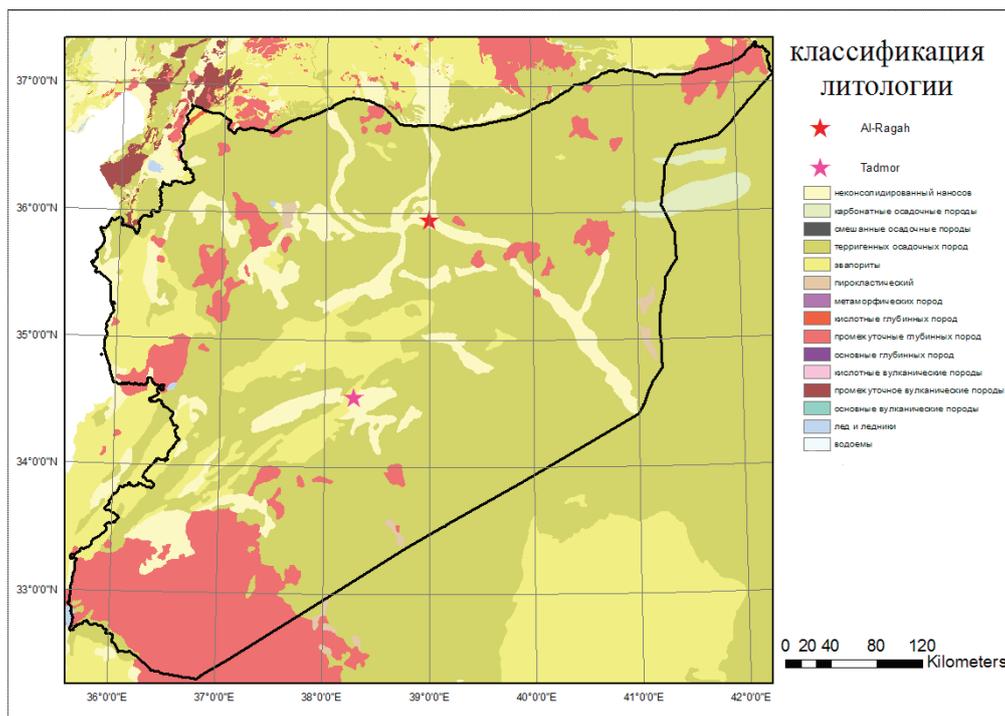


Fig. 1. Lithological map of the studied area

tween 38 5'8« and 38 55'0» of Longitude, and 34 32'9« and 36 34'41» of latitude. The altitude ranges between 105 to 1300 m above sea level. To plan routes based the following procedures were carried out:

- Identify affecting the most important factors needed for the planning the road.
- Creating and categorizing the map of affecting factors

- Rating affecting factors to produce road construction map
- Planning the forest road variants
- Evaluating different road variants, choosing the most appropriate road and compare it to each other with existing road network using Digital Elevation Model (DEM), the affecting factors maps were produced.

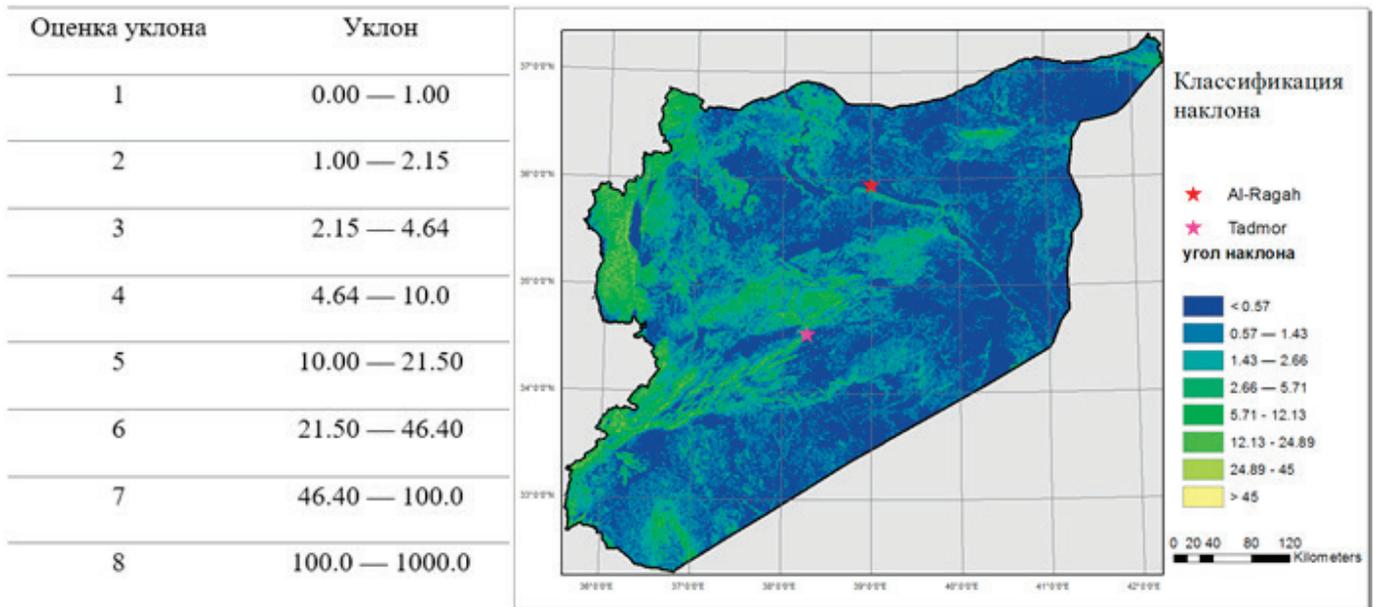


Fig. 2. The map of Slopes and its marks

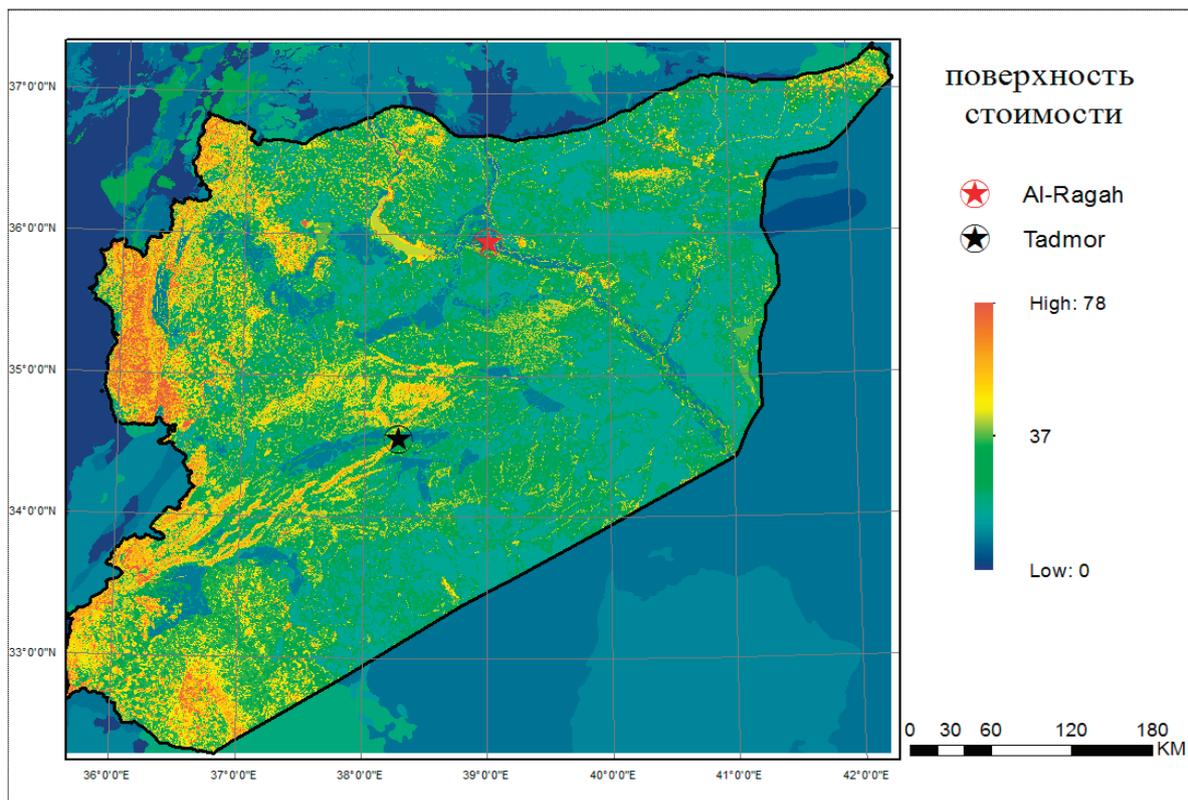


Fig. 3. The cost surface of the studied area

The stability map was prepared by overlaying of soil texture and bedrock maps, the map was created from landsat-7 satellite image, each type of soil was given a certain mark according to its stability.

Slopes play a huge rule in determining the cost of the road as the earthwork and the profile of the road depend on them, so the second factor was the slopes of the road. As the lithological map the slopes was classified and given a mark, in which the less the angle of the slopes is the higher its mark. The slope map was created from DEM extracted from USGS.

The next key factors to determine the cost map was the land use map and the hydrological map. Land use plays a big role in the cost of the road, as when the road pass through high cost land. Each land use was classified depending on its value and created a buffer zone from 10–200 m. After that each land use was given a mark depending on its value. The

land use map was acquired from the Syrian land use administration. The hydrological map was classified also depending on the type of rivers whether they are seasonal or unseasonal. A buffer was created around each of them, and then each was given a mark. The hydrological layer effects the overall cost by add cost to the elements needed to drain water.

The final step to create the least cost path surface was to assemble the hole data into one cost surface the following equation was used:

The value of the cost surface = 40% Slope layer + 30% lithological layer + 20% hydrological layer + 10% land use layer. The following figure shows the surface cost.

The roads that were suggested are a straight line between the two cities a least cost path road based on Dijkstra algorithm, a generalized least cost path, and user defined road. All of these roads were created using ArcGIS10.3 program.

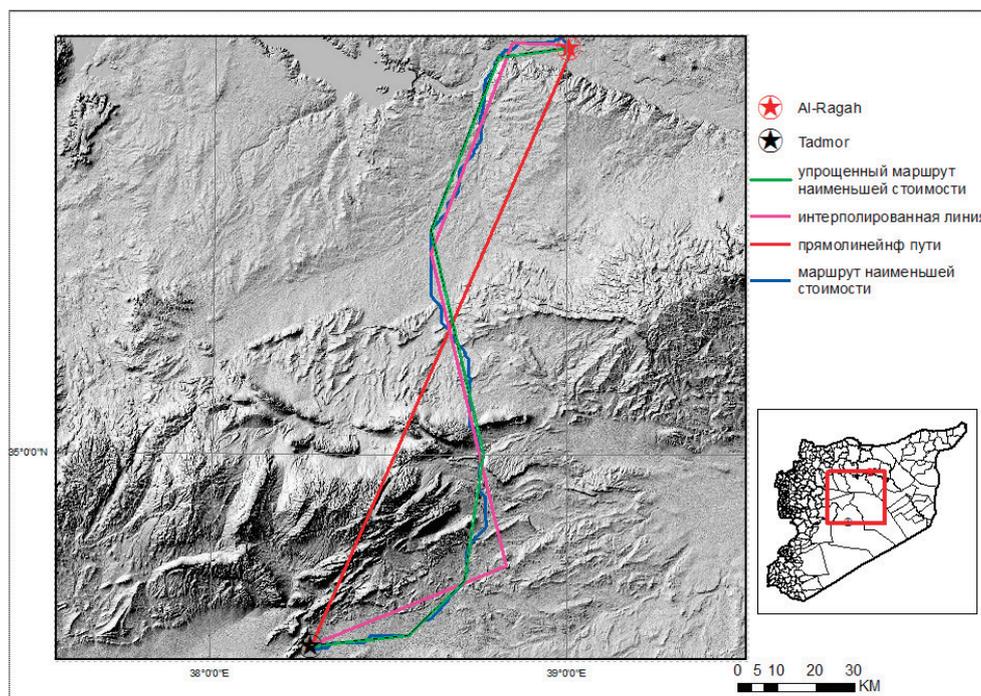


Fig. 4. The roads used for assessment

RESULTS AND DISCUSSION

Each of the four roads was evaluated in two ways through the cost surface and through the DEM for the region. The relative cost represents the cost of each pixel of the sur-

face of cost that passes through the road. Since it is the surface of the cost represents what we want from the roads to pass, it would be the most reliable. The percentage of the effectiveness are all calculated according to the least cost path.

Table 1. The results of each type of roads

Road typenn	Length km	Relative cost	The percentage of the effectiveness
Least cost path	220.8	24662	-
Straight line road	168.9	43700	77.1%
Generalized least cost path	222.1	28563	15.6%
User defined path	211.2	35800	45.1%

Table 2. Earthwork for each type of roads

Road typenn	Cut m ³	Fill m ³	Result	Percentage form least cost path m ³
Least cost path	53043	39354	13689 (cut)	-
Straight line road	41033	151690	110657 (fill)	87%
Generalized least cost path	64342	46256	18086 (cut)	24%
User defined path	70795	49654	20141 (cut)	32%

The DEM was used to calculated the earthwork for each of the designed roads. The earthwork was calculated using civil 3d 2018. The cross section used to estimate the earth-

work was used in the Syria for all same road categories, and it was used for the all the roads.

As seen from the tables the least cost path is the effective road to build.

References:

1. C. Kunwoo. «Studies on forest road construction in mountain forest». Kangwoon national university, Research bulletin of the experimental forest, 1990.16:109–131.
2. S. H. Ghodsipour. «Analytical Hierarchy Process (AHP), Amirkabir University press», Tehran, Iran. 2002. 221 pp.
3. A. Akay, E. Karas, I. R.J. Sessions, A. Yuksel, N. Bozali R. Gundogan. «Using high-resolution digital elevation model for computer-aided forest road design. Geo-Imagery Bridging Continents». Istanbul, Turkey, The international society for photogrammetry and remote sensing. 2004.
4. H. Ahmadi, A. Darvishsafat, M. Makhdom, and S. Abolghasemi. «Designing of road based on environmental issues using GIS» In: proceedings of the Geomathic congress, Tehran, Iran, 2005. 8 pp.
5. M. K. Musa, and A.N. Mohamed. «Alignment locating forest road network by best-path modeling method». In: proceedings of 23rd Asian conference on remote sensing, Nepal, 2002. 6 pp.
6. S. A. Hosseini. «Planning of forest roads network using GIS, Khiroudkenar forest». Ph.D. thesis, Tarbiat Modares University, Tehran, Iran, 2003.145 pp.
7. H. Memarian. «Engineering Geology and Geotechnics». Tehran University Press, Tehran, Iran. 1994. 953 pp.

Анализ методов обеспечения безопасности эксплуатации трубопроводных систем

Чурикова Лариса Алексеевна, кандидат технических наук, доцент;
 Нургалиев Аслан Мирамович, магистрант;
 Конашева Еркеслу Абатовна, магистр технических наук
 Западно-Казахстанский аграрно-технический университет имени Жангир хана (г. Уральск)

Статья посвящена вопросам обоснования решения задачи — повышение надежности нефтепроводов за счет конструктивно-технологических факторов. Авторы предлагают в качестве решения такой задачи рассмотреть напряженно-деформированное состояние трубы в сечении соединения с запорной арматурой в условиях изменения давления в нефтепроводе, вызванное резким изменением технологического режима перекачки нефти.

Ключевые слова: *нефтепровод, дефекты, старения металла, безопасность трубопроводных систем, напряженно-деформированное состояние*

На магистральных нефтепроводах происходят отказы по различным причинам, катастрофы с разрывами труб и выбросом нефти. Совершенно исключить аварии невозможно, зависящие не только от технического состояния трубопроводов.

На данный момент состояние нефтепроводного транспорта в Западном Казахстане можно охарактеризовать длительным сроком эксплуатации ряда действу-

ющих магистральных нефтепроводов при существенном увеличении объемов перекачки нефти и сооружением новых мощных нефтепроводов, которые работают при повышенном давлении. Обеспечение эксплуатационной надежности магистральных нефтепроводов в условиях их длительной эксплуатации, увеличения объемов перекачки и повышения давления становится все более актуальным.

С увеличением объемов добычи нефти степень опасности многократно возрастает. Последствия от аварий также бывают несопоставимы.

При эксплуатации магистральных нефтепроводов не обходится без проблем и решения непростых технических задач. Очень многие проблемы напрямую связаны с условиями и особенностями эксплуатации современных магистральных нефтепроводов. В современных условиях работа трубопроводного транспорта нефти характеризуются некоторыми особенностями (рис. 1).

Тарифы на транспорт нефти устанавливаются фиксированными и согласовываются с правительством страны.

С учетом указанных особенностей возникает ряд очевидных задач в стратегическом аспекте [1]:

- сохранение трубопроводной сети в исправном и работоспособном состоянии в течение длительного времени (не менее 100 лет);
- снижение вероятности аварий до реального минимума (полностью исключить их невозможно);
- оптимизация затрат на техническое обслуживание и ремонт за счет использования передовых технологий, технических средств, методов;
- существование в пределах правового поля (при ведении хозяйственной деятельности выполнять только юридически разрешенные операции), что особенно важно в условиях быстрого изменения экономических, политических, юридических взаимоотношений между странами, ассоциациями, компаниями.

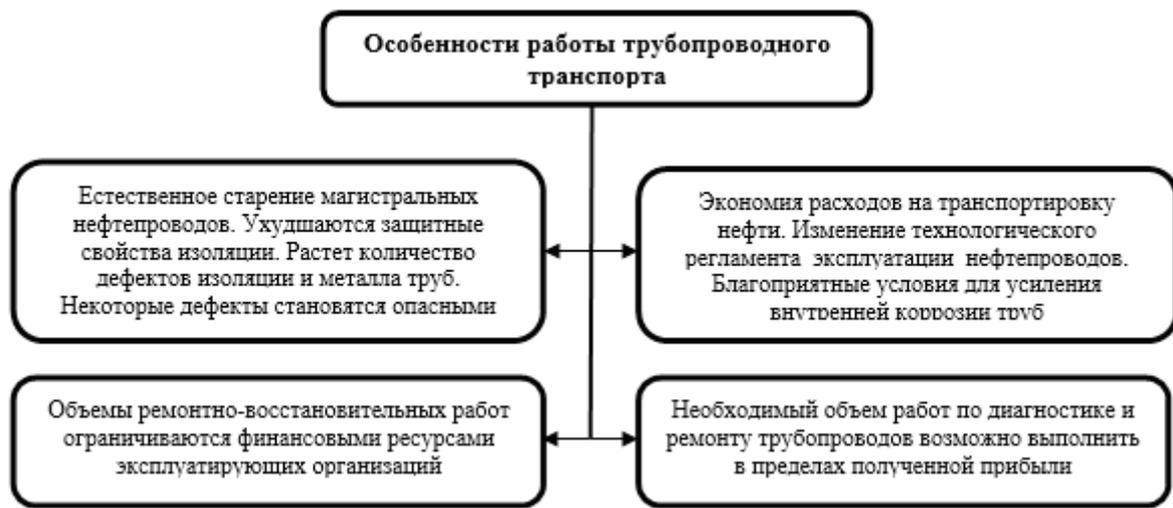


Рис 1. Условия работы трубопроводного транспорта

Обеспечивая безаварийную работу нефтепроводов, необходима система мер по выявлению дефектов, связанных с недостатками их изготовления и старением. Если представить в общем виде такую систему, то она должна представлять систему мониторинга, которая обеспечивала бы получение информации о состоянии нефтепровода в режиме реального времени, что позволит принимать адекватные управленческие решения уже на стадии ввода нефтепровода в эксплуатацию.

Повреждения магистральных нефтепроводов вызываются действием двух групп факторов. Первая группа связана со снижением несущей способности нефтепровода, вторая — с увеличением нагрузок и воздействий. Снижение несущей способности нефтепровода может происходить из-за присутствия дефектов в стенке труб и старения металла. Факторы второй группы появляются при эксплуатации действующего нефтепровода (давление, напряжения от воздействий температур перекачиваемой нефти и окружающего трубу грунта, давление слоя грунта над трубой, различные статические и подвижные нагрузки, деформация земной поверхности на обрабатываемых территориях, сейсмические воздействия). Класси-

фикация причин аварий и повреждений на нефтепроводах представлена на рисунке 2.

Приемлемый вариант диагностической системы в целом сочетает [2]:

- средства эффективного анализа совокупности данных о состоянии магистрального нефтепровода;
- результаты условий эксплуатации, степени и характера дефектности труб и сварных швов, структурного состояния металла труб;
- комплексное моделирование кинетики развития процессов разрушения линейной части магистрального нефтепровода, обеспечивающую возможность прогнозирования долговечности локальных участков нефтепровода.

Прогнозирование аварий в плотную взаимодействует с оценкой надежности. Актуальной является задача оценки эффективности трубопроводных систем с учетом конструктивно-технологических и эксплуатационных аспектов с позиций оценки показателей надежности и безопасности.

Обеспечение надежности и безопасности нефтепроводов имеет комплексный характер и связано с поиском

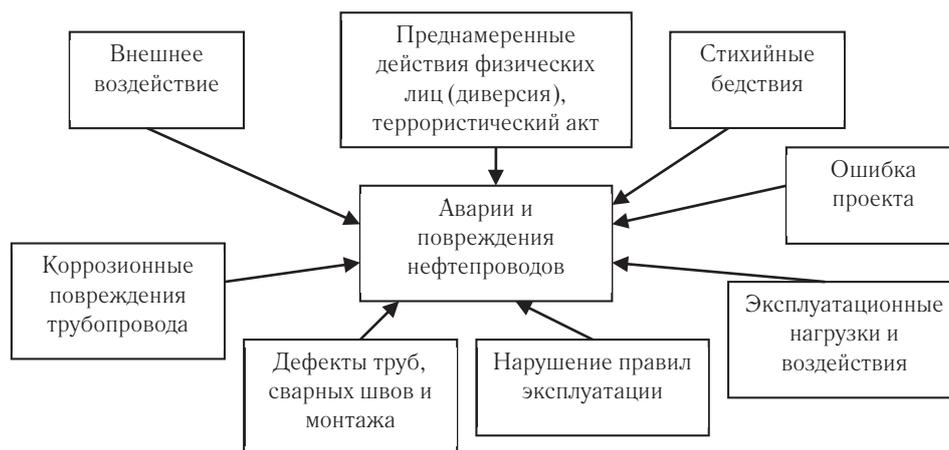


Рис. 2. Причины аварий и повреждений на нефтепроводах

оптимальных решений экономических и инженерных задач. Для обеспечения экологической и промышленной безопасности магистрального нефтепровода необходимо внедрение новых технологий.

Если нефтепровод формально рассматривать как систему из последовательно соединенных элементов труб, то надежность такой системы будет ограничена в пространстве и времени. Ограничения в пространстве свя-

заны с действием масштабного фактора. Чем больше диаметр нефтепровода и чем больше его протяженность, тем выше вероятность возникновения критических дефектов или повреждений, способных привести к разрушению нефтепровода. Ограничения во времени в большей степени связаны с накоплением повреждений в металле труб. Такие ограничения отчетливо проявляются в статистических оценках надежности (рисунок 3).

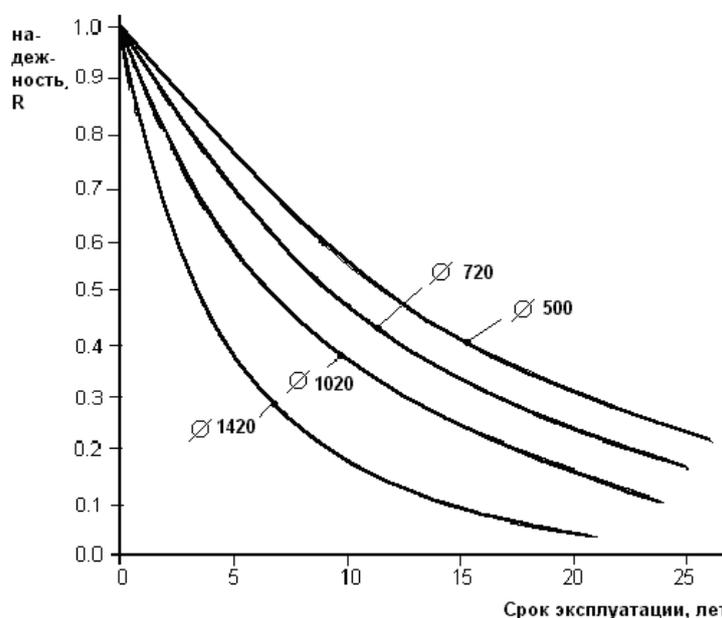


Рис. 3. Статистические оценки функции надежности нефтепроводов в зависимости от их диаметра и срока эксплуатации

Из рисунка 3 можно сделать выводы, что даже при небольших сроках эксплуатации нефтепроводы имеют недопустимо низкие показатели надежности.

Решение проблемы обеспечения безопасности трубопроводных систем при их эксплуатации может формироваться исходя из фактического состояния их безопасности,

длительности эксплуатации сооружений и оборудования, режима эксплуатации, технического оснащения служб поддержания безопасности и надежности, конструктивных особенностей, характеристики окружающей среды и т.д.

Волны изменения давления в трубопроводе, гидравлические удары приводят к увеличению напряжений

в стенке трубы и оборудования, снижением ресурса магистральных нефтепроводов, а иной раз и к повреждению оборудования и труб магистральных нефтепроводов [3].

Исследуя напряженно-деформированное состояние стенки трубы в сечении соединения трубопровода с за-

порной арматурой и подобными жесткими на деформацию конструкциями, при равенстве нулю радиальных перемещений w в указанном сечении, в наружной поверхности стенки трубы возникают сжимающие продольные напряжения, а во внутренней поверхности — растягивающие продольные напряжения.

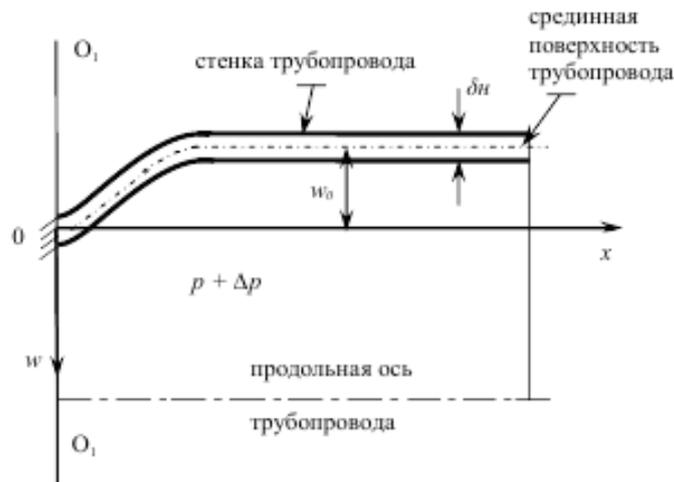


Рис. 4. Расчетная схема деформации стенки трубопровода

Формула для определения напряжения изгиба σ_u имеет вид [4, 5]:

$$\sigma_u = \pm \sigma_{кц} \cdot \bar{\sigma}_u \tag{1}$$

где $\sigma_{кц} = \frac{pR}{\delta}$ — кольцевые напряжения от действия рабочего давления p ;

$$\bar{\sigma}_u = \sqrt{\frac{3}{1-\nu^2}} \cdot \left(1 + \frac{\Delta p}{p}\right) \text{ — безразмерный параметр на-}$$

пряжения изгиба.

Для стальных труб $\nu = 0,3$.

Тогда

$$\bar{\sigma}_u = 1,8157 \cdot \left(1 + \frac{\Delta p}{p}\right) \tag{2}$$

Расчеты показывают, что для стальных труб при любых значениях $\Delta p/p$ напряжения изгиба σ_u больше кольцевого напряжения $\sigma_{кц}$, возникающего от действия внутреннего давления примерно в 1,8 раза.

Анализируя возможности повышения надежности нефтепроводов за счет конструктивно-технологических факторов, можно сделать вывод, что теоретическая надежность нефтепровода равна произведению надежностей элементов.

По данным статистического анализа дефектности сварных соединений нефтепроводов расчетная надежность нефтепровода диаметром 500 мм протяженностью 1000 км (без учета накопления повреждений) составит 0,6–0,98.

Литература:

1. Мазур И.И. Безопасность трубопроводных систем / И.И. Мазур, О.М. Иванцов. — М.: НК «Елима», 2004. — 104 с.
2. Иванов В.И. Техническое диагностирование и оценка риска в нефтегазовой отрасли / В.И. Иванов, В.Н. Панчиков // Безопасность труда в промышленности. — 2012. — № 1. — С. 68–71.
3. Курочкин В.В. Эксплуатационная долговечность нефтепроводов / В.В. Курочкин, Н.А. Малюшин, О.А. Степанов, А.А. Мороз. — М.: Недра, 2001. — 231 с.
4. Гумеров А.Г. Повышение эффективности ремонтных работ на нефтепроводах [Текст] / А.Г. Гумеров, Х.А. Азметов, Н.С. Сарбалина, З.Х. Павлова // Роль науки в развитии топливно-энергетического комплекса: матер. научн. — практ. конф. 24 октября 2007 г. — Уфа, 2007. — С. 158–160.
5. Павлова З.Х. Анализ напряженно-деформированного состояния стенки трубы в сечении соединения с запорной арматурой при изменениях технологического режима перекачки нефти в магистральном нефтепроводе / З.Х. Павлова // Нефтегазовое дело. — 2014. — № 12. — Т. 12. — С. 154–158.

Применение технологии лазерного модифицирования для ремонта тяговой зубчатой передачи колесно-моторного блока локомотива

Шагин Владимир Иванович, кандидат технических наук, доцент;

Ермаков Максим Анатольевич, студент;

Ермакова Кристина Валерьевна, студент

Иркутский государственный университет путей сообщения

В данной статье рассмотрен вопрос о создании более экономичного и эффективного метода устранения дефектов зубчатых колес локомотивов. Срок службы шестерни составляет примерно 60% от срока службы колеса. В связи с этим новую шестерню приходится устанавливать в пару с зубчатым колесом, имеющим значительный износ. Из-за этого существенно ухудшаются условия работы зубчатой передачи: — усиливается износ контактирующих поверхностей зубьев шестерни и колеса; — увеличиваются динамические нагрузки, отрицательно влияющие на работу тягового привода, в том числе и на тяговый электродвигатель.

На практике зубчатое колесо в этом случае не обрабатывается совсем или обрабатывается вручную шлифовальным кругом, а также производят обработку хонингованием, притиркой и шевингованием. При такой обработке происходит уменьшение толщины поверхностной закалки зубьев зубчатого венца колеса, уменьшение толщины зуба и искажение эвольвентного профиля.

Передавая высокие тяговые нагрузки, зубчатая передача подвергается значительным динамическим воздействиям со стороны железнодорожного пути, а также высокочастотным вибрациям, вызванным кинематическими погрешностями зубчатого зацепления. При повторных воздействиях контактных напряжений, возникающих каждый раз при входе зуба в зацепление, происходит зарождение и рост усталостных микротрещин на поверхности, появление которых обуславливается недостаточной толщиной смазочного слоя и металлическим контактом отдельных выступов поверхностей зубьев. При значительном росте отдельных трещин и их последующем объединении происходит отделение от поверхности поврежденного слоя микрообъема материала и образование микрораковин. Дальнейший рост раковин сопровождается их слиянием и увеличением площади поврежденной поверхности.

Причиной разрушения зубчатых колес может послужить наличие трещин шлифовочного характера, недостаточная толщина и неравномерное распределение закаленного слоя в результате несоблюдения режимов резания рабочими.

В настоящее время для обработки зубчатых колес при их ремонте применяются различные методы: шевингование, шлифование, притирка, хонингование, приработка.

Данные методы металлообработки имеют свои недостатки, такие как:

— при шевинговании колес, изготовленных из материалов высокой твердости, наблюдается повышенный износ шевера. Чрезмерно малый припуск под шевингование (менее 0,06 мм) приводит к тому, что шевер не может полностью исправить имеющиеся погрешности колес, а слишком большой (более 0,25 мм) припуск приводит к уменьшению стойкости шевера и к ухудшению точности обработки колес;

— при притирке в материал обрабатываемой детали внедряются абразивные зерна притиров; припуск на притирку составляет не более 0,03 мм; требуется большая регулировка станка;

— при шлифовании трещин большой глубины значительное число колес бракуется по шлифовочным прижогам и шлифовочным трещинам.

Наиболее перспективным методом является лазерная обработка поверхностей, имеющая ряд преимуществ:

— высокая концентрация и локальность подводимой энергии в ограниченном (миллисекундном) временном диапазоне позволяет производить обработку только поверхностного слоя с высокими скоростями нагрева, и охлаждения без существенного нагрева, прилегающих слоев, а следовательно, без нарушения их структуры и свойств;

— возможность широкого регулирования режимов лазерной обработки позволяет осуществлять обширный ряд поверхностных изменений структуры, фазового состава и механофизических свойств;

— возможность обработки в обычных атмосферных условиях, при отсутствии вредных выбросов определяют высокую технологичность процесса;

— возможность транспортировки луча на значительные расстояния и в труднодоступные зоны.

Известно, что особенностью поверхностей трения, подвергнутых лазерному модифицированию, является то, что после обработки они не имеют сетки микротрещин, характерных для сталей, закаленных традиционным способом. Это особенно важно для зубчатых передач, т.к. напряжения являются концентраторами макротрещин, а при взаимной лазерной обработке сопрягаемых пар [6] эти показатели для ряда сталей заметно возрастают.

Лазерная наплавка представляется целесообразной на этапе восстановительного ремонта техники, а лазерное термоупрочнение — в межремонтный промежуток эксплуатации. Одновременно с этим, используя тоже технологическое лазерное оборудование с незначительной корректировкой режимов обработки, возможно проведение операции сварки, образовавшихся микротрещин, как в зубчатом колесе, так и в шестерне, а также локализации

концентраторов напряжения в зонах микротрещин путем их оплавления в пределах допусков, предусмотренных технологией ремонта.

Износостойкость сопрягаемых поверхностей трения деталей машин имеет решающее значение для повышения долговечности изделия. Возможность ее существенного повышения за счет лазерного термоупрочнения вполне можно отнести к одному из наиболее перспективных решений.

Лазерное термоупрочнение — процесс, при котором тонкий поверхностный слой материала нагревается до температур выше температур структурно-фазового превращения, с последующим сверхскоростным охлаждением за счет исключительно теплоотвода в основную массу материала.

В основе методов поверхностного термоупрочнения лежат три режима лазерного нагрева и сопровождающие их физические явления в материале. Первый из них — режим «образования закалочной микроструктуры», не вызывающий оплавления и какого-либо изменения параметров шероховатости поверхности, не требующей постмеханической обработки. Он предусматривает нагрев поверхностного слоя обрабатываемого материала и последующее самопроизвольное охлаждение. Второй — режим образования зоны расплава. Он отличается от первого повышенной глубиной зоны термического воздействия (ЗТВ), более выраженной неоднородностью структуры модифицированного слоя. Третий — «испарительный» режим лазерного воздействия на материал — характеризует шоковое упрочнение, требует обязательной финишной механической обработки с удалением некоторой части упрочненного слоя.

Лазерное термическое упрочнение, по сравнению с традиционными методами термообработки, отличается низкими удельными энергозатратами, возможностью локального упрочнения участка поверхности необходимого размера и труднодоступных мест, отсутствием закалочных сред и вредных отходов, высоким уровнем автоматизации; обеспечивает минимальное коробление изделия.

Восстановление изношенных деталей является актуальной проблемой машиностроения. Существенно уменьшить объем расходов на восстановительный ремонт становится возможным путем восстановления ранее эксплуатировавшихся деталей.

Многими исследованиями доказано, что показатели работоспособности и износостойкости восстановленных методом лазерной наплавки деталей зачастую превышают эти показатели для новых деталей обуславливая этим дополнительный резерв снижения трудозатрат на последующий ремонт и повышение уровня надежности машин.

К основным преимуществам лазерной наплавки по сравнению с традиционными методами относится значительное снижение остаточных напряжений и деформаций восстанавливаемых деталей благодаря локальности и кратковременности воздействия источника нагрева, а также высокой скорости охлаждения за счет теплоотвода вглубь материала.

Наряду с этим высокая концентрация энергии в зоне нагрева дает возможность вести процесс со значительной скоростью обработки. Обеспечивается возможность управляемого формирования наплавленного слоя с заданными свойствами за счет оптимизации режимов наплавки и выбора соответствующего присадочного материала, при незначительном подплавлении основы. Это, в свою очередь, обуславливает высокую адгезионную прочность наплавленного слоя и износостойкость, достигается минимальное термическое воздействие на основу металла, что особенно важно для материалов, претерпевающих структурные и фазовые превращения [1;4].

В целом лазерное модифицирование с целью восстановления рабочих поверхностей трения включает в себя три этапа: подготовку порошка и поверхности детали для восстановления; восстановление посредством лазерной наплавки; механическую обработку восстановленной поверхности.

Подготовка порошка заключается в его сушке, иногда прокаливании при температуре соответственно 150...200 С или 350...400 С. Деталь, подвергаемую наплавке, очищают от загрязнений, просушивают, после чего подвергают механической обработке с целью придания поверхности необходимой шероховатости, которая существенно влияет не только на прочность сцепления присадочного материала с подложкой, но и на усталостную прочность. Одновременно с этим детали придается правильная геометрическая форма, с помощью традиционных видов механической обработки. Аналогичным образом реализуется завершающий этап финишной механической обработки наплавленной поверхности.

При лазерной наплавке, как правило, предусматривается подплавление поверхностного слоя подложки и одновременно осуществляется гравитационный способ подачи присадочного материала в зону жидкого расплава. Для этого используется специальный порошковый дозатор. Наплавленный слой в этом случае формируется в результате его постепенного наращивания за счет постоянных поступлений жидкой фазы присадочного материала.

Особенно важным технологическим аспектом предлагаемого способа подачи порошка является снижение до минимума вероятности возникновения микротрещин в модифицированном слое. Лазерная наплавка при гравитационной подаче присадочного порошка вслед движущемуся объекту является наиболее предпочтительной для восстановления изношенных деталей.

Концепция технологических и технико-экономических аспектов комплексного подхода, подтверждает целесообразность и эффективность промышленного использования того и другого способов лазерного модифицирования на разных этапах эксплуатации изделия. Справедливость такой идеи, на примере рассмотренных технологий, становится очевидной благодаря следующему:

— промышленное применение лазерного термоупрочнения и восстановления направлено на решение одной общей задачи — повышение надежности и работоспособ-

ности изделий, как вновь изготавливаемых, так и подвергнутых восстановительному ремонту;

– тот и другой процессы обработки характеризуются высокой степенью идентичности технологий обработки и используемого лазерного оборудования;

– энергоемкость процессов обработки находится примерно на одном уровне в пределах несложной перенатройки лазерной технологической установки.

В силу изложенного становится технически и экономически оправданным создание в условиях одного предприятия единого универсального комплекса лазерной обработки материалов. Создание такого комплекса, кроме рассмотренных выше технологических приемов, может обеспечить реализацию и других перспективных лазерных технологических процессов, таких как резка, сварка, легирование и т.д.

Литература:

1. Шастин В. И., Поздеев В. Н., Червичкова Л. В. Лазерное модифицирование поверхностей зубчатых передач тягового привода локомотива // Современные технологии. Системный анализ. Моделирование.. — 2010. — № 1. — С. 92–96.
2. Лазерная сварка. Термоупрочнение. // ruslaser.com. URL: <http://ruslaser.com/index.php/component/content/article/13-portfolio/1-lasweld/34-1-lazarnaya-svarka?Itemid=0> (дата обращения: 22.02.2017).
3. Григорьянц А. Г. Основы лазерной обработки материалов. — М.: Машиностроение, 1989. — 304 с.
4. Коваленко В. С., Головкин Л. Ф., Черненко В. С. Упрочнение и легирование деталей машин лучом лазера. — К.: Техника, 1990. — 192 с.
5. Коваленко В. С., Верхотуров А. Д., Головкин Л. Ф. Лазерное и электроэрозионное упрочнение материалов. — М.: Наука, 1986. — 276 с.
6. Шастин В. И. Лазерная обработка сопрягаемых пар трения // Современные технологии. Системный анализ. Моделирование.. — 2009. — № 4. — С. 202–208.
7. Шастин В. И. Современное состояние и перспективы промышленного использования лазерных технологий в машиностроении // Современные технологии. Системный анализ. Моделирование.. — 2008. — № 4. — С. 60–66.

Сравнение расчетных схем для оценки напряженно-деформированного состояния поршневого пальца

Щепакин Евгений Олегович, магистр

Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана

В работе рассмотрена прочностная надежность одного из главных элементов поршневого двигателя, поршневого пальца. Проведено сравнение расчетных схем для оценки напряженно-деформированного состояния поршневого пальца. Выведены формулы для оценки изгибных напряжений в поршневом пальце.

Ключевые слова: *двигатель внутреннего сгорания, поршневой палец, коэффициент запаса, прочность, метод конечных элементов*

Введение: Детали поршневых двигателей, а также многие детали машин в эксплуатационных условиях подвергаются действию переменных напряжений, многократно изменяющихся во времени. Такие напряжения испытывают, например, коленчатые валы, шатуны, шатунные болты, головки цилиндров двигателей внутреннего сгорания (в том числе переменные температурные напряжения), поршневые пальцы, валики коробок скоростей, рессоры, клапанные пружины и другие детали [1].

Поршневой палец обычно рассчитывается:

- на прочность от изгибающих его моментов;
- на предельно допустимую деформацию (овализацию) во избежание заклинивания в верхней головке шатуна;
- на удельное давление на его трущихся поверхностях.

На поршневой палец действует максимальная нагрузка на такте впуска от сил инерции массы поршневой группы при работе на режиме максимальной частоты вращения. [2]

$$P_{jn2} = m_{nz} \cdot \omega^2 \cdot r \cdot (1 + \lambda) \tag{1}$$

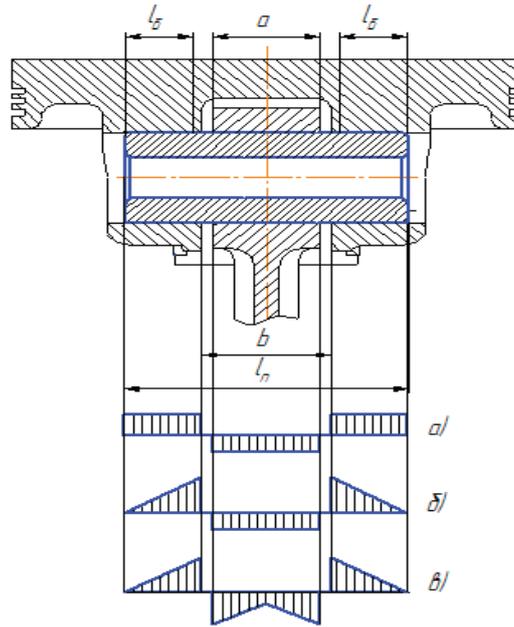


Рис. 1. Основные схемы нагружения поршневого пальца

где $m_{пг}$ — масса поршневой группы (без массы поршневого пальца); $\omega_{max} = (\pi n_{max})/30$ — угловая частота вращения коленчатого вала при максимально допустимой n_{max} ; r — радиус кривошипа; $\lambda = r/l_{ш}$; $l_{ш}$ — длина шатуна.

Кроме того, на расчетном режиме (максимального крутящего момента или номинальном) на поршневой палец на такте расширения действует нагрузка

$$P_s = P_z - P_{jnc} = P_z - P_0 \cdot m \omega^2 \cdot r \cdot 1 + \lambda \tag{2}$$

где p_z — максимальное давление сгорания на расчетном режиме; p_0 — атмосферное давление; ω — угловая частота вращения коленчатого вала на этом же режиме.

На рис.1 показаны основные схемы нагружения поршневого пальца, по которым можно оценить его напряженно-деформированное состояние [2].

Толстостенные пальцы наиболее чувствительны к изгибным напряжениям. Наиболее распространенные поломки в них связаны с появлением трещин в поперечном направлении, и излом начинается в среднем сечении под упрочненным слоем, от излишне высоких напряжений изгиба [3]. Поэтому важно определить, какая из схем дает наиболее достоверные результаты. Для этого выводились формулы для определения изгибных напряжений по трем расчетным схемам и рассчитывались максимальные напряжения, после чего, полученные значения сравнивались с конечно-элементным расчетом в программе ANSYS. Расчет в ANSYS проводился для максимального случая нагружения поршневого пальца, силами инерции и давлением газов.

Для вывода формул изгибных напряжений, по основным зависимостям сопротивления материала [4] строились эпюры внутренних сил и изгибающих моментов, после чего для среднего наиболее нагруженного сечения находились напряжения изгиба. При рассмотрении схемы (в), возникают сложности в установлении перепада сил между краями и центром в верхней головке шатуна. Для приближенной оценки этого перепада, использовался численный расчет, описанный ниже. В качестве результатов расчета, был получен характер распределения усилий по поршневому пальцу (рис. 2). В результате отношение сил между краями и центром принимался равным 10. Также можно заметить, что распределения усилий имеет неравномерный характер по всей длине поршневого пальца.

Формулы изгибных напряжений для средних, наиболее нагруженных, расчетных сечений, представлены ниже:

$$\text{Для схемы а): } \sigma = \frac{P_z \cdot (l_n + b - a)}{0,8 \cdot d^3 \cdot (1 - \alpha^4)} \tag{1}$$

$$\text{Для схемы б): } \sigma = \frac{P_z \cdot (l_n + 2 \cdot b - 1,5 \cdot a)}{1,2 \cdot d^3 \cdot (1 - \alpha^4)} \tag{2}$$

$$\text{Для схемы в): } \sigma = \frac{P_z \cdot (5,5 \cdot l_n + 11 \cdot b - 10,5 \cdot a)}{6,6 \cdot d^3 \cdot (1 - \alpha^4)} \tag{3}$$

Чтобы сравнить три схемы, посчитаем по полученным формулам значения максимальных изгибных напряжений в среднем сечении поршневого пальца для трех случаев нагружения. Давление газов на такте сжатия принимается равным $P_z = 0,038 \text{ МН}$.

Параметры поршневого пальца:

Длина пальца — $l_n = 60 \text{ мм}$

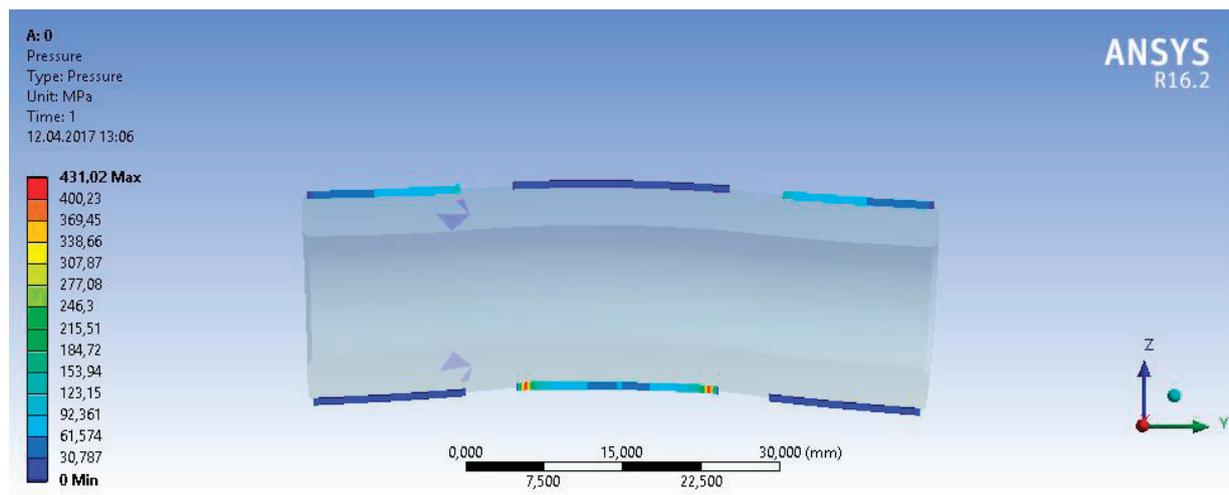


Рис. 2. Распределение давления в контактах, МПа

Расстояние между бобышками поршня — $b = 30\text{ мм}$

Ширина шатуна — $a = 20\text{ мм}$

Отношение внутреннего диаметра к наружному — $\alpha = \frac{d_g}{d_n} = \frac{12}{20} = 0,6$

Таким образом, получились следующие изгибные напряжения:

$\sigma_1 = 481,7\text{ МПа}$ $\sigma_2 = 412,9\text{ МПа}$ $\sigma_3 = 375,3\text{ МПа}$

Для сравнения аналитически полученных значений, проводился численный расчет поршневого пальца в программном комплексе ANSYS Workbench 16.2. Сначала в системе трёхмерного твердотельного проектирования Siemens NX10 создается сборка: упрощенная модель поршня, поршневой палец и верхняя головка шатуна. Затем сборка экспортируется в программу ANSYS. Далее генерируется сетка (рис. 2), задаются контакты, прикладывается давление к поршню, ускорение к поршневой группе и фиксируется низ шатуна. Расчетная схема изображена на рис. 3.

В качестве результата численного расчета в программе ANSYS выводится значение нормальных напряжений по оси Z (рис. 5.), значение которого можно будет сравнить с аналитически полученными значениями изгибных напряжений. Как видно на рисунке, максимальное напряжение возникает в среднем сечении и составляет 338 МПа. А аналитически полученные значения напряжений по схеме нагружения в) дают наиболее близкие значения. Погрешность аналитической формулы по схеме в) и численным расчетом составляет 9,8%.

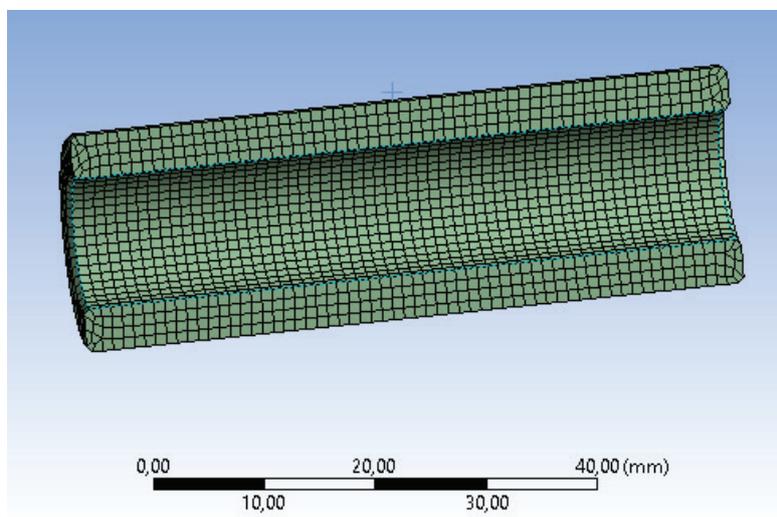


Рис. 3. Сетка конечных элементов поршневого пальца

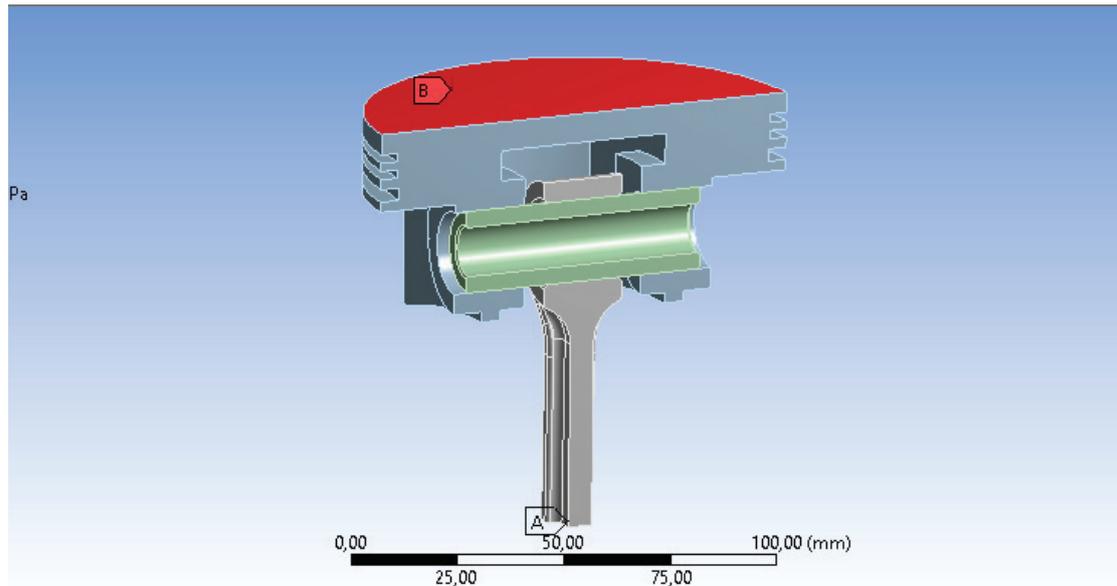


Рис. 4. Расчетная схема

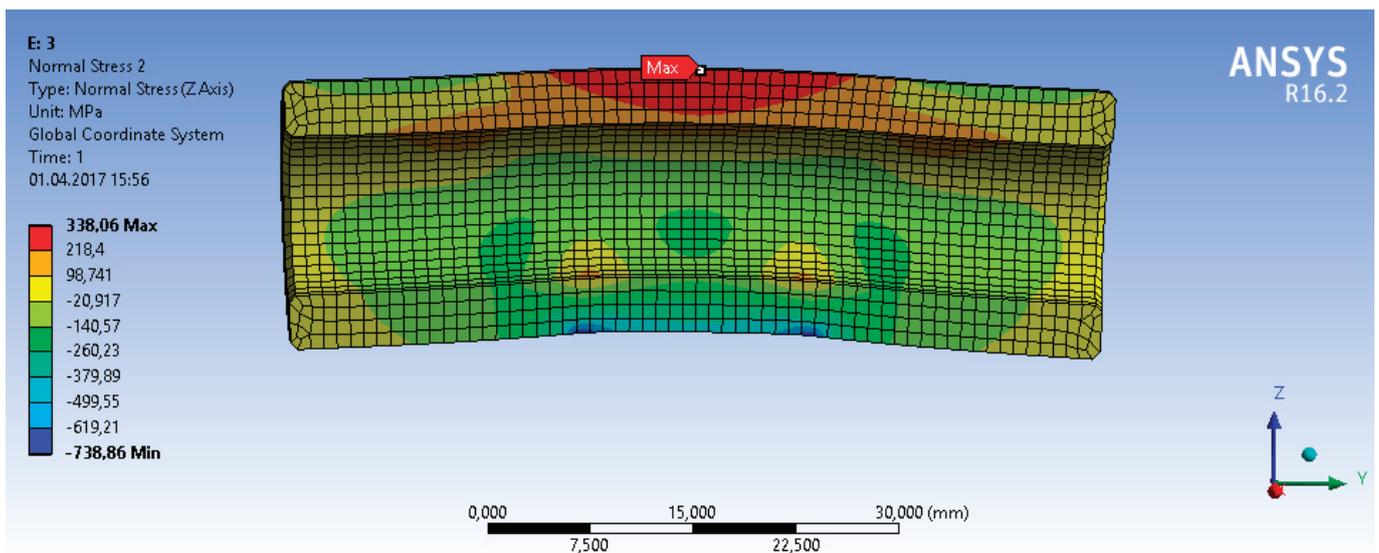


Рис. 5. Значение изгибных напряжений, при сжатии

Проведенные расчеты показали, что действительный характер распределения нагрузки неравномерный по всей длине поршневого пальца, и наиболее достоверная схема для определения напряженно-деформированного состояния пальца, соответствует схеме в). Также были выведены формулы для определения изгибных напряжений по трем расчетным схемам. Наименьшая погрешность аналитического и численного расчета, соответствует схеме в) и составляет 9,8%.

Литература:

1. Коллинз Дж. Повреждение материалов в конструкциях. Анализ, предсказание, предотвращение: Пер. с англ. — М.: Мир, 1984. — 624с.
2. Гоц А.Н. Расчет на прочность при переменных напряжениях: монография. / А. Н. Гоц. — Владим. Гос. Ун-т имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых. — Владимир: Изд-во ВлГУ, 2012. — 138 с.
3. Конструирование двигателей внутреннего сгорания/ Н.Д. Чайнов [и др.]; Под ред. Н.Д. Чайнова. — М.: Машиностроение, 2011. — 496 с.
4. Феодосьев В.И. Сопротивление материалов: Учеб. для вузов. — 10-е изд., перераб. и доп. — М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 1999. — 592с.

Исследование методов применения систем поддержки принятия решений в задаче проектирования информационно-вычислительных сетей

Юсупов Артур Раильевич, магистрант;
Герлеин Герман Вячеславович, магистрант
Уфимский государственный авиационный технический университет

Развитие технологий, используемых в производственных и информационных процессах, ведет к необходимости создания все более быстродействующих и сложных вычислительных сетей, обеспечивающих необходимое качество услуг для различных нужд предприятий. Постоянное повышение требований к быстродействию и качеству предоставляемых сетями услуг, быстро изменяющийся спектр сетевого оборудования, протоколов, появление новых технологий и программного обеспечения, а также острая конкуренция на рынке предоставления услуг системной интеграции определяет повышенные требования к процессу проектирования вычислительных сетей с целью снижения издержек и ускорения процесса проектирования.

Анализ проектных процедур, используемых сетевыми интеграторами, показывает, что процесс проектирования вычислительной сети в большой степени основывается не на формальных методах, а на опыте и интуиции разработчиков. Это обуславливается тем, что начальные этапы проектирования вычислительной сети (ВС), предусматривающие выбор технических и программных средств, топологии, иерархии сети и системы протоколов, с одной стороны, требуют учета большого числа параметров, определяющих качественные и количественные показатели вычислительной сети, а с другой, проходят в условиях неполной и неточной начальной информации.

Системы поддержки принятия решений относятся к классу так называемых «интеллектуальных систем», которые применяются для решения класса задач, в которых решение базируется на той или иной формализации процесса решения аналогичных задач человеком и использовании программной реализации соответствующей модели. Различают два основных направления моделирования интеллектуального поведения [1]: нейрокибернетический, или восходящий, подход, состоящий в моделировании низкоуровневых процессов в мозге на нейронном уровне, и символичный, или нисходящий, подход, основанный на понимании высокоуровневых процессов мышления и принципов рассуждений. Учитывая то, что основные сведения об этапах проектирования технической и физической моделей вычислительных сетей представлены в виде экспертных суждений (или, по-другому, экспертных знаний), рассмотрим интеллектуальные системы поддержки принятия решений, использующие нисходящий подход.

В процессе рассуждения человек оперирует нестрогими способами вывода, такими, как индукция или абдукция, которые плохо поддаются формализации [2, 3,

4]. При этом формальная логика и символичные рассуждения являются одним из способов эффективного представления и использования знаний в интеллектуальных системах.

Интеллектуальная система включает в себя, как минимум, следующие компоненты:

— Процессор (обычно называемый машиной логического вывода), осуществляющий манипуляцию знаниями в символическом представлении и координирующий работу системы.

— Базу знаний, содержащую знания о классе решаемых задач, в том или ином представлении, и способах решения, а также знания о конкретной решаемой задаче.

— Пользовательский интерфейс или интерфейс сопряжения интеллектуальной системы с другими программными компонентами.

— Модуль извлечения (приобретения) знаний, автоматизирующий процесс наполнения знаниями.

— Модуль обоснования принимаемых решений, объясняющий, каким образом получено решение, какие знания при этом были использованы.

Известно, что любая процедура автоматической обработки оперирует символическими представлениями информации (или данными) с некоторой функцией интерпретации $\phi: N \rightarrow I$. Следовательно, формально для представления знаний в символическом виде необходимо определить некоторый способ преобразования знаний в информацию $\varphi: K \rightarrow I$, при этом знания в символической форме будут представлены композицией $\varphi \circ \phi^{-1}$

На практике различают следующие способы представления знаний [1]:

— Логическое представление. Логическое представление знаний основано на логике исчисления предикатов, обычно первого порядка. Представителями средств создания интеллектуальных систем, использующими данное представление знаний, является язык логического программирования Пролог и различные его расширения.

— Семантическое (или сетевое) представление. В данном представлении множество знаний интерпретируется в виде графа, вершинам которого соответствуют объекты предметной области (концепты), а дугами являются различные отношения между ними (наследования, включения и другие). Вывод в сетевом представлении обычно базируется на различных алгоритмах поиска фрагмента графа по образцу и на применении свойств отношений (например, транзитивности отношения наследования) для вывода новых фрагментов знаний.

— Иерархическое представление. Иерархическое представление основано на построении иерархии реальных и абстрактных понятий, связанных отношением наследования. К иерархическому представлению относятся фреймовое представление, сценарии и другие.

— Процедурное представление. В этом случае знания кодируются набором элементарных действий, применение которых ведет к решению задачи. Последовательность этих действий может быть строго определенной, например, в случае алгоритмического представления, или же определяться динамически в процессе решения по некоторым эвристическим критериям, например, в случае продукционного представления.

Наибольшее распространение получило продукционное представление знаний [6], в котором знания представляются множеством правил перехода из одного состояния задачи в другое $A \rightarrow B$, называемых продукциями. Продукционные системы предполагают использование некоторого представления знаний для описания статической картины предметной области S , а также некоторого механизма сопоставления по образцу левой части продукции с текущим состоянием $s \in S$. Таким образом, продукционная система определяет (возможно, бесконечный) граф состояний G , в узлах которого расположены состояния предметной области $s_i \in S$, а дуги задаются продукционными правилами.

Классические продукционные системы [4] используют в качестве состояния множество пар «атрибут-значение» или троек «объект-атрибут-значение». Такое представление знаний является, по сути дела, линейари-

зованной записью семантической сети [16] и допускает наиболее естественную интерпретацию продукций в виде правил ЕСЛИ <выражение> ТО <операция>, где выражение (антецедент) — произвольное логическое выражение относительно значений атрибутов текущего состояния, а операция (консеквент) является либо операцией присваивания значения атрибуту, либо операцией удаления атрибута из текущего состояния. Кроме того, представление знаний в виде продукций одновременно определяет и логику взаимодействия интеллектуальной системы с ЛПР, что позволяет в процессе разработки экспертной системы использовать встроенные средства взаимодействия с пользователем.

Для удобного описания сложных предметных областей модели «объект — атрибут-значение» иногда оказывается недостаточно. Представление знаний в виде фреймов позволяет отразить это выделение в базе знаний. Фрейм понимается как некоторая структура (слот), представляющая собой модель стереотипной ситуации или класса объектов. Основными операциями в системе фреймов являются сопоставление и активизация фрейма или его составляющих.

Дальнейшим развитием продукционно-фреймовых систем является использование для представления статических знаний и отношений между ними нечетких отношений. В этом случае статические знания определены в виде нечетких фактов, отношения между которыми определяются как операциями нечеткого отношения (степень сходства), так и нечеткими продукционными правилами [6].

Таблица 1. Способы организации экспертных систем

Математический аппарат	Форма представления знаний	Свойства экспертных систем				
		Обработка нечетких параметров	Представление нелинейных связей	Представление экспертных оценок	Высокая достоверность результатов	Формальные методы приобретения знаний
Теория вероятности	Продукции (правила), веса	-	-	+	+/-	-
Теория вероятности	таблицы, фреймы	-	-	+	-	-
Теория графов	Семантические сети, сети Петри	-	-	-	+	+
Нейронные сети	Нейроны: связи и веса	-/+	+	-	+/-	+
Теория игр	Критерии оптимальности (целевые функции)	-	+	+/-	+	+
Нечеткая логика	Продукции, функции принадлежности	+	+	+	+/-	-
Гибридные ЭС (нечеткая логика + нейронные сети)	продукции, функции принадлежности	+	+	+	+/-	+
Гибридные ЭС (нейронные сети + нечеткая логика)	Нечеткие нейроны, нечеткие связи и веса.	+	+	-/+	+/-	+

Выбор того или иного способа представления статических и динамических знаний в основном определяется спецификой предметной области интеллектуальной системы. На основе анализа этапов и задач проектирования вычислительных сетей можно выделить следующие особенности начального представления вычислительной сети как объекта проектирования и самого процесса проектирования:

— Неформализованное представление описания проектируемой ВС на уровне функционально-информационной модели предприятия, в виде набора фактов и знаний о производственных процессах, информационных потоках и структуре предприятия, их взаимосвязях и взаимодействиях.

— Представление знаний о процессе преобразования функциональной модели в физическую модель сети в виде экспертных оценок и суждений, большая размерность пространства решений.

— Нечеткие количественные значения исходных данных: интенсивности и объемы информационных и служебных сообщений, ограничения по временам задержек, параметры стоимости каналов.

— Нечеткие качественные значения параметров и ограничений: тип трафика для узлов сети, уровни иерархии структуры предприятия, типы задач, решаемые

подразделениями и рабочими группами, требования к уровням безопасности, достоверности и надежности.

— Необходимость учета предпочтений разработчика и интерактивного взаимодействия системы и ЛППР в процессе проектирования ВС, возможность аргументированного обоснования принимаемых системой проектирования решений.

Основные способы организации экспертных систем, отражающие приведенные требования, приведены в таблице 1.

Из анализа особенностей представления сети как объекта проектирования, особенностей самого процесса проектирования следует, что требованиям процесса проектирования ВС соответствуют СППР, позволяющие оперировать нечеткими данными на основе экспертных оценок. Учитывая требования к способу представления и обработки знаний в экспертной системе, можно сделать вывод, что наиболее адекватно требованиям эффективного решения задач начальных этапов проектирования ВС отвечают гибридные продукционные экспертные системы на основе аппарата нечеткой логики, позволяющие с помощью нейросетевых анализаторов пополнять базу знаний и фактов на основе анализа статистически полученных данных.

Литература:

1. Комарцова Л. Г., Максимов А. В. Нейрокомпьютеры. — М: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2002. — 320 с.
2. Алтунин А. Е., Семухин М. В. Модели и алгоритмы принятия решений в нечетких условиях: Монография. Тюмень: Издательство Тюменского государственного университета, 2000. — 352 с.
3. Захаров В. И., Ульянов С. В. Нечеткие модели интеллектуальных промышленных регуляторов и систем управления: Методология проектирования // Изв. РАН. Техническая кибернетика. — 1993. — № 5. — С. 197–216.
4. Романов А. Ф., Шемакин Ю. И. Индуктивно-дедуктивный логический вывод в нечетких условиях // Изв. АН: серия техническая кибернетика, № 5, 1992. — С. 18–24.
5. Борисов А. Н. Принятие решений на основе нечетких моделей: Примеры использования. — Рига: Зинатне, 1990. — 184 с.
6. Прикладные нечеткие системы / Под ред. Т. Тэрano — М: Мир, 1993. — 512 с.

МОЛОДОЙ УЧЁНЫЙ

Международный научный журнал
Выходит еженедельно

№ 20 (154) / 2017

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.
Абдрасилов Т. К.
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.
Калдыбай К. К.
Кенесов А. А.
Коварда В. В.
Комогорцев М. Г.
Котляров А. В.
Кузьмина В. М.
Курпаянниди К. И.
Кучерявенко С. А.
Лескова Е. В.
Макеева И. А.
Матвиенко Е. В.
Матроскина Т. В.
Матусевич М. С.
Мусаева У. А.
Насимов М. О.
Паридинова Б. Ж.
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.

Международный редакционный совет:

Айрян З. Г. (*Армения*)
Арошидзе П. Л. (*Грузия*)
Атаев З. В. (*Россия*)
Ахмеденов К. М. (*Казахстан*)
Бидова Б. Б. (*Россия*)
Борисов В. В. (*Украина*)
Велковска Г. Ц. (*Болгария*)
Гайнич Т. (*Сербия*)
Данатаров А. (*Туркменистан*)
Данилов А. М. (*Россия*)
Демидов А. А. (*Россия*)
Досманбетова З. Р. (*Казахстан*)
Ешнев А. М. (*Кыргызстан*)
Жолдошев С. Т. (*Кыргызстан*)
Игисинов Н. С. (*Казахстан*)
Кадыров К. Б. (*Узбекистан*)
Кайгородов И. Б. (*Бразилия*)
Каленский А. В. (*Россия*)
Козырева О. А. (*Россия*)
Колпак Е. П. (*Россия*)
Курпаянниди К. И. (*Узбекистан*)
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*)
Шуклина З. Н. (*Россия*)

Руководитель редакционного отдела: Кайнова Г. А.

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

Художник: Шишков Е. А.

Верстка: Бурьянов П. Я., Голубцов М. В., Майер О. 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:

почтовый: 420126, г. Казань, ул. Амирхана, 10а, а/я 231;

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

E-mail: info@moluch.ru; http://www.moluch.ru/

Учредитель и издатель:

ООО «Издательство Молодой ученый»

ISSN 2072-0297

Подписано в печать 31.05.2017. Тираж 500 экз.

Отпечатано в типографии издательства «Молодой ученый», 420029, г. Казань, ул. Академика Кирпичникова, 25