

МОЛОДОЙ

ISSN 2072-0297

УЧЁНЫЙ

ежемесячный научный журнал



Die Vergangenheit
Zukunft du
es stellt si
Der Me
wissen un
Sache

Speicher
Picht. Denn wir
in klar, es wäre nur bei der
Grundlage, und einer
Wir sind das, was wir sind, nur a
gegenseitigen bewussten Verständ
selbst nur als jeder einzelne.

Was ist
Philosophie?
Alles Schöpferische
ist unvorsehbar.

Immer mehr von
über sich selbst
Daß wir miteinander
können, macht uns
Mensche

3
2014
Часть III

ISSN 2072-0297

Молодой учёный

Ежемесячный научный журнал

№ 3 (62) / 2014

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

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

Члены редакционной коллегии:

Ахметова Мария Николаевна, *доктор педагогических наук*

Иванова Юлия Валентиновна, *доктор философских наук*

Лактионов Константин Станиславович, *доктор биологических наук*

Сараева Надежда Михайловна, *доктор психологических наук*

Авдеюк Оксана Алексеевна, *кандидат технических наук*

Алиева Тарана Ибрагим кызы, *кандидат химических наук*

Ахметова Валерия Валерьевна, *кандидат медицинских наук*

Брезгин Вячеслав Сергеевич, *кандидат экономических наук*

Данилов Олег Евгеньевич, *кандидат педагогических наук*

Дёмин Александр Викторович, *кандидат биологических наук*

Дядюн Кристина Владимировна, *кандидат юридических наук*

Желнова Кристина Владимировна, *кандидат экономических наук*

Жуйкова Тамара Павловна, *кандидат педагогических наук*

Игнатова Мария Александровна, *кандидат искусствоведения*

Коварда Владимир Васильевич, *кандидат физико-математических наук*

Комогорцев Максим Геннадьевич, *кандидат технических наук*

Котляров Алексей Васильевич, *кандидат геолого-минералогических наук*

Кучерявенко Светлана Алексеевна, *кандидат экономических наук*

Лескова Екатерина Викторовна, *кандидат физико-математических наук*

Макеева Ирина Александровна, *кандидат педагогических наук*

Мусаева Ума Алиевна, *кандидат технических наук*

Насимов Мурат Орленбаевич, *кандидат политических наук*

Прончев Геннадий Борисович, *кандидат физико-математических наук*

Семахин Андрей Михайлович, *кандидат технических наук*

Сенюшкин Николай Сергеевич, *кандидат технических наук*

Ткаченко Ирина Георгиевна, *кандидат филологических наук*

Яхина Асия Сергеевна, *кандидат технических наук*

На обложке изображен Карл Теодор Ясперс (1883–1969) — немецкий философ, психолог и психиатр.

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

АДРЕС РЕДАКЦИИ:

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

Учредитель и издатель: ООО «Издательство Молодой ученый»

Тираж 1000 экз.

Отпечатано в типографии «Конверс», г. Казань, ул. Сары Садыковой, д. 61

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

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

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

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

Ответственные редакторы:

Кайнова Галина Анатольевна

Осянина Екатерина Игоревна

Международный редакционный совет:

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

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

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

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

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

Гайич Тамара, *доктор экономических наук (Сербия)*

Данатаров Агахан, *кандидат технических наук (Туркменистан)*

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

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

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

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

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

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

Лю Цзюань, *доктор филологических наук, профессор (Китай)*

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

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

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

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

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

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

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

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

Хоссейни Амир, *доктор филологических наук (Иран)*

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

Художник: Евгений Шишков

Верстка: Павел Бурьянов

СОДЕРЖАНИЕ

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

Антонова Е.А., Болтышев С.А., Данилов А.М.

Стойкость радиационно-защитных серных композитов к воздействию агрессивных сред 253

Бахриддинова Н.М.

Технология получения эффективной композиции для жирования кож 256

Бисов А.А., Уваров П.В.

Моделирование и разработка печатной платы усилителя НЧ на основе TDA8560Q 258

Бисов А.А., Уваров П.В.

Автоматизированная система управления климатическими условиями 263

Будылина Е.А., Гарькина И.А., Сухов Я.И.

Идентификация и оптимизация физико-механических характеристик композитов 266

Будылина Е.А., Гарькина И.А., Сухов Я.И.

Алгоритм кусочно-линейной аппроксимации с максимальным интервалом 269

Будылина Е.А., Данилов А.М., Маркелова И.В.

Равномерное приближение таблично-заданных значений гладкой функцией 271

Гришкова Д.Ю., Тяботова А.А.

Проектирование современного складского комплекса в Алтайском узле 274

Жегера К.В.

Свойства цементных сухих строительных смесей при введении в их рецептуру синтезированных алюмосиликатов 278

Игнатенко А.С.

Обоснование варианта подачи резервного энергоснабжения для критических групп оборудования в условиях отказа дизель-генератора энергоблока АЭС с реактором ВВЭР-1000 281

Касимов А.О., Зильгараева А.К.

Моделирование качества обслуживания вызовов радиointерфейсом базовой станции 290

Кацуба Д.С., Сысоева Е.Н., Токарева Е.В., Ярмизина А.Ю., Комбаров Д.А.

Снижение шумов на термограмме при определении структурных переходов в полимерах 293

Ковалев К.Е., Тимченко В.С.

Оценка мероприятий по развитию инфраструктуры в масштабе железнодорожных направлений с учетом загруженности оперативного персонала технических станций 298

Койшыбаев А.Д.

Низкотемпературные процессы очистки сжиженного отбензиненного газа высокого качества 302

Кочеткова М.В., Гусев Н.И., Паршина К.С.

Методика экспериментальных исследований многорядных свайных ростверков под колонны 305

Кошелева А.С., Фортыхев Е.Ю.

Эффективность использования видеосистемы биометрической идентификации личности с целью контроля доступа 308

Кузьмишкин А.А., Игнатьева Е.А., Забиров А.И.

Энергосбережение в строительстве: инфракрасное отопление 314

Куцевский Н.А., Кошевко Ю.В. Сравнительный анализ рабочих сред для формирования текстильных материалов 315	Сенюшкин Н.С., Рожков К.Е., Ульянов И.Ю., Жеребило В.Ю. Основы обучения робототехники в школе как способ повышения качества инженерной подготовки..... 344
Логанина В.И., Фадеева Г.Д., Федосеев А.А. Контроль качества защитно-декоративных покрытий цементных бетонов 318	Сивагина Ю.А., Меркульев А.Ю., Юрков Н.К. Тепловой шум пассивного электрорадиоизделия 347
Ломаков Ю.А. Кибернетический подход к формированию транспортной городской системы и принципы её формирования для автоматизированной системы проектирования 320	Сипаро К.А., Лернер В.К. Развитие грузопотоков российского зерна в направлении морских портов 349
Ломаков Ю.А. Общие проблемы в моделировании угроз и оценивании рисков в информационных системах 324	Соловьев А.В. Повышение эффективности сжигания водомазутной эмульсии в камерных нагревательных печах..... 353
Меркулов С.А., Фролов В.А., Козлов П.В. Сравнительный анализ физико-механических показателей дорожного битума, модифицированного полимерами 328	Солопова Г.С. Повышение эффективности гипсовых изделий 356
Меркульев А.Ю., Белов А.Г. К вопросу оценки погрешности измерений в радиоэлектронных средствах 329	Фадеева Г.Д., Железняков Л.А. Мониторинг технического состояния зданий и сооружений, попадающих в зону влияния нового строительства, реконструкции или природно-техногенных воздействий 358
Меркульев А.Ю., Юрков Н.К. Графен как материал для теплоотводов нового поколения..... 331	Фролов В.А., Меркулов С.А., Рыков Е.Н. Влияние условий обработки шинных резиновых смесей на молекулярную массу каучуковых составляющих..... 360
Москвин А.Ю., Москвина М.А. Реконструкция одежды: сущность, проблемы, перспективы..... 334	Фролов В.А., Меркулов С.А., Селезнев К.А. Влияние условий обработки резиновой крошки на степень её девулканизации 362
Пышкина И.С. Реологические свойства композиционного известкового вяжущего с применением силикатосодержащих наполнителей 337	Шибeko P.В., Чулков А.Э. Система поддержания параметров микроклимата товарного склада 364
Рихсибаев Т., Хакимов М.К. Об одном практическом способе построения трисекции угла высокой точности..... 339	Юшков В.С. Виброполоса — инновационное техническое средство обеспечения безопасности дорожного движения на автомобильных дорогах РФ..... 367
Садовникова М.А. Свойства синтезированной добавки на основе алюмосиликатов для известковых сухих строительных смесей 342	

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

Стойкость радиационно-защитных серных композитов к воздействию агрессивных сред

Антонова Елена Александровна, студент;
 Болтышев Сергей Алексеевич, кандидат технических наук, доцент;
 Данилов Александр Максимович, доктор технических наук, профессор
 Пензенский государственный университет архитектуры и строительства

Долговечность серных композиционных материалов специального назначения [1] определяется их способностью сопротивляться деструктивному воздействию агрессивных факторов. Необратимые изменения в композите сопровождаются структурными преобразованиями, приводящими к снижению его качественных показателей; интенсивность деструкции зависит от соотношения скоростей диффузии и химической реакции; проницаемости материала, смачиваемости его поверхности агрессивной средой, концентрации химически активных веществ и др.

В работе основное внимание уделяется исследованиям стойкости радиационно-защитных серных композитов в растворах кислот, щелочей и солей, а также водостойкости и водопоглощения.

Стойкость радиационно-защитных серных композитов в растворах кислот, щелочей и солей зависит от рецептурных факторов, определяющих структуру материала (от вида, количества и удельной поверхности дисперсной фазы и др.).

При экспериментальном определении стойкости композитов для защиты от ионизирующего излучения образцы после их изготовления выдерживались в течение 7 суток в комнатных условиях, а затем помещали в герметичные емкости, содержащие агрессивные среды (меняли через каждые 15 суток). При моделировании использовались:

- раствор соляной кислоты с $pH=1$ для кислой среды (рис. 1 а);
- 5%-ный раствор $MgSO_4$ для среды, содержащей ионы Mg^{+2} и SO_4^{-2} (рис. 1 б);
- 5%-ный раствор $NaCl$ для среды, содержащей ион Cl^{-1} (рис. 1 с);

приводятся результаты для четырех видов образцов (составы в табл. 1).

Устойчивость композитов в агрессивных средах оценивалась по коэффициенту стойкости (отношение прочности материала после пребывания в агрессивной среде к первоначальной).

Оказалось, что наибольшее снижение прочности серных композитов, наполненных баритом и ферроборовым шлаком, наблюдается при экспозиции образцов в растворе соляной кислоты. По-видимому, это объясняется протеканием химического взаимодействия между наполнителем и кислотой, приводящим к образованию водорастворимых соединений (с ростом степени заполнения мастик на барите коэффициент интенсивности влияния агрессивной среды увеличивается). Мастики на ферроборовом шлаке оказались более устойчивыми к воздействию соляной кислоты.

Водостойкость и водопоглощение тяжелых серных композитов определялись для образцов мастичного состава размером $20 \times 20 \times 20$ мм, содержащих барит и ферроборовый шлак при $v_f = 0,35 \dots 0,55$; барит имел удельную поверхность $250 \text{ м}^2/\text{кг}$, а ферроборовый шлак — $S_{уд} = 150 \text{ м}^2/\text{кг}$.

Для всех исследованных составов процесс водопоглощения практически прекращался через 180...200 суток экспозиции образцов в воде.

Кинетика водопоглощения имеет экспоненциальный вид:

$$W_m = a \cdot (1 - e^{-bt});$$

коэффициент a соответствует максимальному водопоглощению, а коэффициент b характеризует скорость сорбции воды материалом (табл. 2).

С повышением содержания серы в мастиках на барите происходит снижение водопоглощения материала (составы № 1...3; объясняется гидрофобностью серы). Более низкое водопоглощение мастик на ферроборовом шлаке, содержащих наименьшее количество серы (объясняется более плотной структурой мастик). Скорость сорбции воды (определяется коэффициентом диффузии) для этих мастик выше (объясняется уменьшением содержания серы и повышением дефектности структуры материала).

Водостойкость серных композитов определяли по изменению прочности (рис. 3).

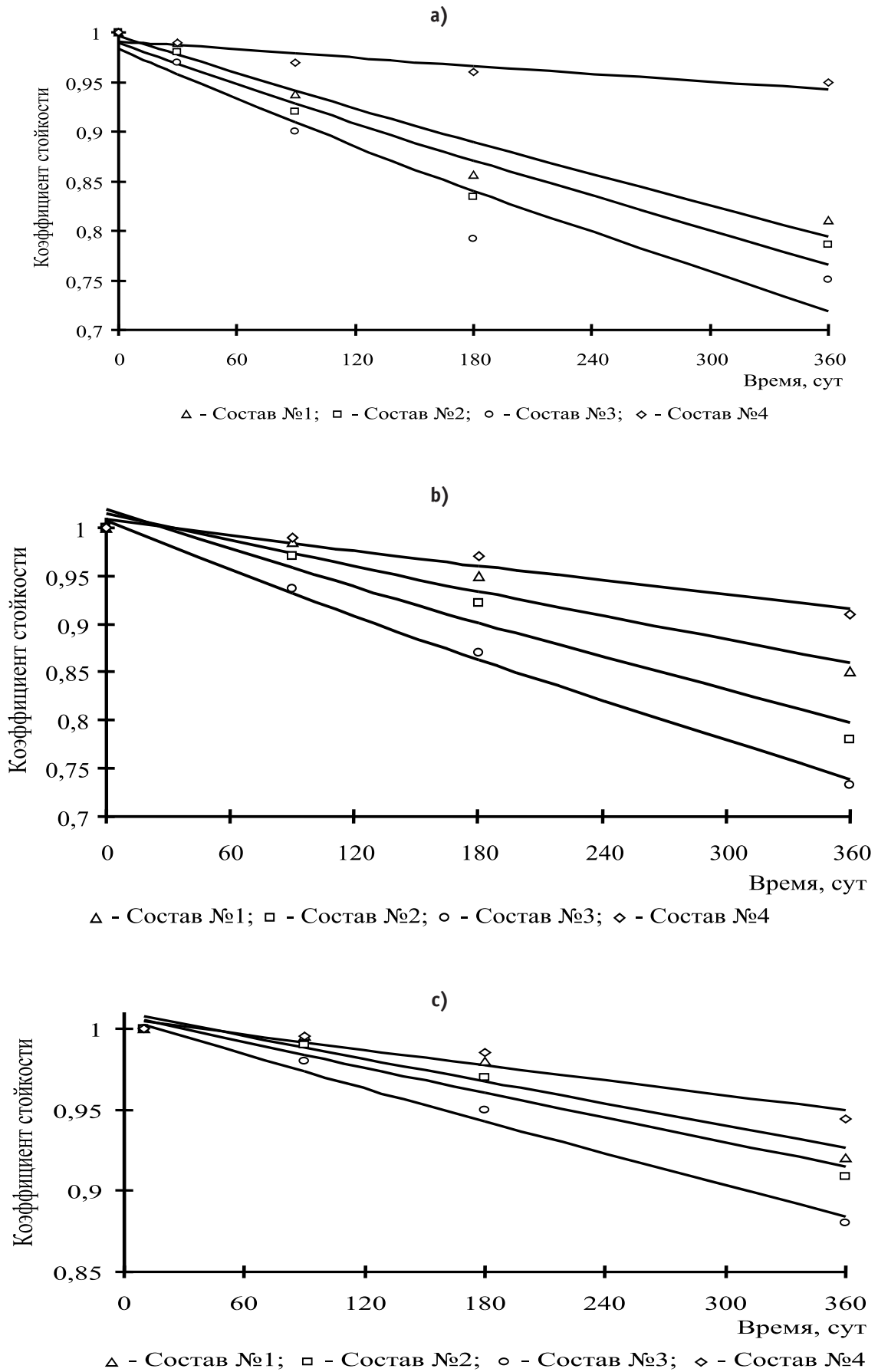


Рис. 1. Зависимость коэффициента стойкости серных мастик от продолжительности экспозиции: а) — в соляной кислоте, б) — в 5%-ном растворе MgSO₄, в) — в 5%-ном растворе NaCl

Таблица 1. Составы композиций

№ композиции	Содержание компонентов, мас. %		
	Сера	Барит	Ферроборовый шлак
№ 1	47,0	53,0	—
№ 2	41,7	58,3	—
№ 3	36,8	63,2	—
№ 4	37,7	—	62,3

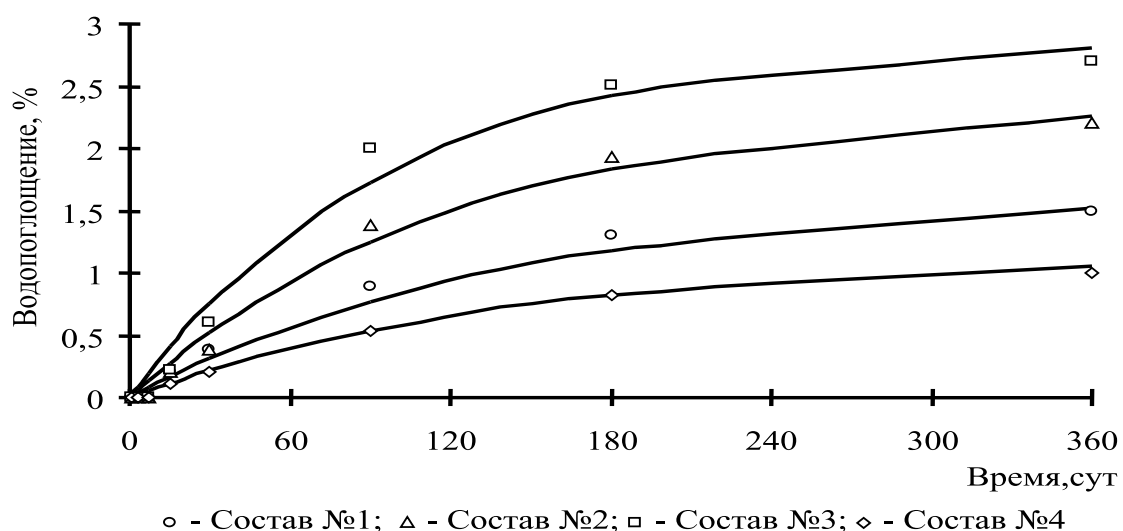


Рис. 2. Кинетика водопоглощения радиационно-защитных серных мастик

Таблица 2. Значения эмпирических коэффициентов

Состав	Эмпирические коэффициенты	
	a	b
№ 1	1,650	0,0070
№ 2	2,396	0,0081
№ 3	2,888	0,0101
№ 4	1,054	0,0071

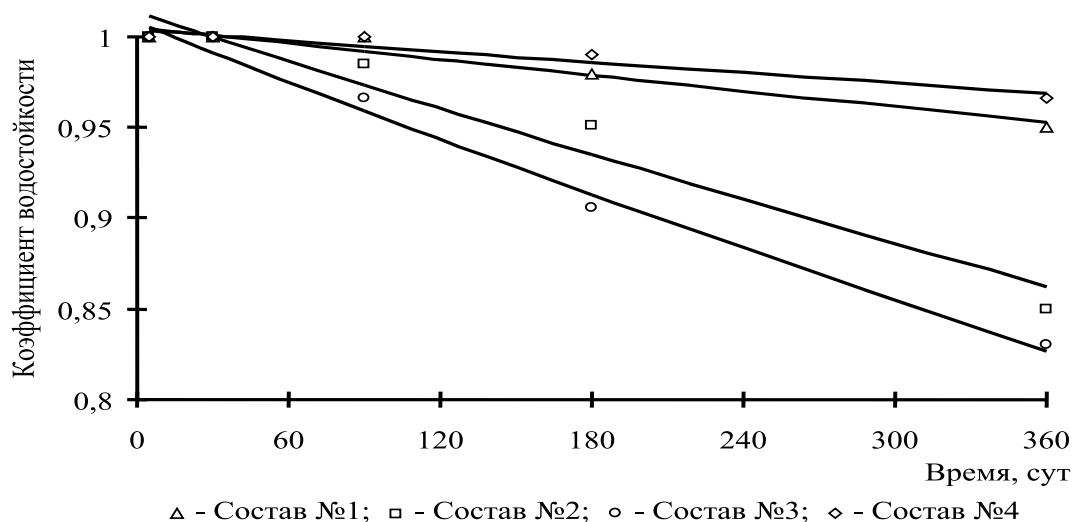


Рис. 3. Коэффициент водостойкости серных мастик от продолжительности экспозиции

Она оказалась выше аналогичного показателя для бетона, что объясняется более глубоким проникновением воды в структуру материала.

Разработанные материалы конкурентоспособны на международном рынке, экспонировались на ряде международных и всероссийских выставок и отмечены дипломами и медалью РААСН.

Литература:

1. Королев Е. В., Баженов Ю. М., Альбакасов А. И. Радиационно-защитные и химически стойкие серые строительные материалы. — Пенза, Оренбург: ИПК ОГУ, 2010. — 364 с.
2. Баженов Ю. М., Гарькина И. А., Данилов А. М., Королев Е. В. Системный анализ в строительном материаловедении: монография — М.: МГСУ: Библиотека научных разработок и проектов. — 2012. — 432 с.
3. Данилов А. М., Гарькина И. А. Современная общая методология идентификации систем: Моделирование свойств материалов/Региональная архитектура и строительство. № 1 (8), 2010. с. 11–14.
4. Будылина Е. А., Гарькина И. А., Данилов А. М. Моделирование с позиций управления в технических системах/Региональная архитектура и строительство. — 2013. — № 2 (16). — С. 138–142.
5. Данилов А. М., Болтышев С. А., Петренко В. О. Многокритериальный синтез эпоксидного композита повышенной плотности/Молодой ученый. — 2013. — № 12. — с. 119–121.

Технология получения эффективной композиции для жирования кож

Бахриддинова Насиба Муродовна, кандидат технических наук
Бухарский инженерно-технологический институт (Узбекистан)

В Узбекистане с развитием животноводства открываются перспективы организации производства обработанных кож для различных отраслей промышленности. В этой связи требуется разработка эффективной технологии получения специальных композиций для жирования кож из местного сырья, в частности продуктов переработки хлопкового масла.

Сегодня в Республике успешно функционируют более 30 крупных масло-жировых предприятий, где в основном перерабатывают семена хлопчатника и получают хлопковое масло, шрот, soapstock, жирные кислоты и другие продукты.

Поэтому перерабатывая жирные кислоты хлопкового масла, мы решили создать эффективные композиции для жирования различных кож и соответствующую им технологию.

Известны работы [1–3] по получению синтетических жиров на основе продуктов нефтепереработки. К сожалению, также жиры дорогие и их производство в Узбекистане отсутствует. Кроме того данные жиры получают из нефтепродуктов в частности из парафина, цена которого из года в год растет с повышением цены на нефть.

В отличие от других жирных кислот, получаемых из светлых видов растительных масел (подсолнечное, соевое и т. п.) хлопковое содержит остатки свободного и связанного госсипола, что проявляется в их цветности. Даже глубокая высокотемпературная их дистилляция под вакуумом не позволяет полностью извлечь госсипол и другие красящие пигменты (хлорофиллы и их производные).

Известно, что жирные кислоты хлопкового масла в основном состоят из: линолевой ($C_{18:2}$), олеиновой ($C_{18:1}$), стеариновой ($C_{18:0}$) и пальмитиновой ($C_{16:0}$) кислот. Причем, содержание последнего в отличие от других растительных масел доходит до 25% от общей массы масла [3].

Поэтому, разделение жирных кислот хлопкового масла на насыщенную и ненасыщенные фракции с последующей их этерификацией со спиртами и другими реагентами позволяет получать сложные эфиры с новыми физико-химическими свойствами.

Этот способ получения жирующих композиций практически не используется в странах СНГ т. к. в них имеются другие заменители и ресурсы. Для нас он считается перспективным т. к. в АООТ «Урганч-ёг-экстракция» сегодня освоена технология получения насыщенной и ненасыщенной фракций жирных кислот из хлопкового soapstock.

В таблице 1 представлены физико-химические показатели насыщенной и ненасыщенной фракций жирных кислот хлопкового soapstock.

Из таблицы 1 видно, что разделяя жирные кислоты хлопкового soapstock мы получаем две фракции, которые сильно различаются между собой по их основным физико-химическим показателям.

Полученные сложные эфиры фракций жирных кислот хлопкового soapstock анализировали по методам, описанным в работе.

Результаты анализов представлены в таб. 2.

Из таблицы 2 видно, что в процессе этерификации насыщенной и ненасыщенной фракций жирных кислот

Таблица 1. Физико-химические показатели фракций хлопкового мыла

Наименование показателей	Жирные кислоты хлопкового мыла	
	насыщенная фракция	ненасыщенная фракция
Кислотное число, мг КОН/г	197–212	200–210
Эфирное число, мг КОН/г	0,5–2,5	0,4–2,3
Йодное число, г J ₂ /100	46–75	110–119
Температура плавления, С	45–52	15–25
Массовая доля неомыляемых веществ, %	2,6–3,5	1,7–3,3
Массовая доля воды, %	0,2–0,9	0,1–0,5

Таблица 2. Физико-химические показатели этерификатов, полученных из фракций жирных кислот хлопкового мыла

Наименование показателей	Этерификаты жирных кислот хлопкового мыла	
	из насыщенной фракции	из ненасыщенной фракции
Кислотное число, мг/КОН/г	21,1	21,4
Число омыления, мг КОН/г	150	157
Йодное число, % J ₂ /100	3,5	7,9

хлопкового мыла с этиленгликолем получают два продукта, которые отличаются в основном показателем йодного числа. Первые два показателя подтверждают, что в обоих случаях реакция этерификации прошла до конца.

Создание эффективных композиций для жирования кож только на основе полученных этерификатов конечно сложно. Здесь целесообразно использовать и другие местные ПАВ, которые направленно изменяют смачивающие, уплотнительные и другие свойства и показатели обрабатываемых кож.

Поэтому, мы считаем наиболее правильном создание новых композиций для жирования кож из жирных кислот и продуктов переработки хлопкового масла. При этом мы должны учесть, что для кожи верха обуви необходима композиция более светлого белого цвета, чем для низа обуви.

Кроме того, температура плавления жировой композиции не должна быть ниже 36⁰С и выше 43⁰С.

Таким образом, проведенные исследования позволяют сделать вывод о том, что разделяя жирные кислоты хлопкового мыла на две (насыщенную и ненасыщенную) фракции, мы получаем основу для этерификации с этиленгликолем. После их этерификации мы получаем различные по своим физико-химическим показателям продукты, которых можно использовать при получении композиции для жирования кож. Причем, из насыщенной фракции жирных кислот хлопкового мыла получается этерификат с использованием этиленгликоля более светлый, чем из ненасыщенного, в котором больше неомыляемых веществ и других сопутствующих жирным кислотам компонентов.

Литература:

1. ГОСТ 352179–2003. Технические условия. Определение массовой доли влаги и летучих веществ в твердых жирах. Москва Стандарты. 2003. — 11 с.
2. Касаткин А.Г. Основные процессы и аппараты химической технологии. Учебник для ВУЗов. 14 стр. Изд.-М: Альянс, 2008.—751 С.
3. Кривич В.С. Исследования в области неионогенных ПАВ на основе окиси этилена и интенсификация технологии обработки морепродуктов. Автореф. докт. техн. наук. — Л.: ВНИИЖ. 1985.—44 с.

Моделирование и разработка печатной платы усилителя НЧ на основе TDA8560Q

Бисов Алексей Анатольевич, магистрант;
Уваров Павел Викторович, магистрант
Сибирский Федеральный Университет (г. Красноярск)

Технический прогресс активно покоряет мир, притом — всё снова и снова и люди видя и ощущают это почти каждый день. Постоянно появляются новинки, делающие нашу жизнь удобнее, комфортнее, безопаснее. Но такое устройство, как усилитель низких частот, вошедшее в наш мир уже давно (в начале прошлого века), остаётся неизменно необходимым и сегодня. Используется во всевозможной радио, теле и электроаппаратуре, кроме этого усилители низких частот (УНЧ) используются для усиления информационного сигнала в различных сферах: измерительной технике и дефектоскопии; автоматике, телемеханике и аналоговой вычислительной технике. Обычно состоит из предварительного усилителя и усилителя мощности (УМ). Предварительный усилитель предназначен для повышения мощности и напряжения и доведения их до величин, нужных для работы оконечного усилителя мощности, зачастую включает в себя регуляторы громкости. Усилитель мощности должен отдавать в цепь нагрузки (потребителя) заданную мощность электрических колебаний. Его нагрузкой могут являться излучатели звука: акустические системы (колонки), наушники (головные телефоны); радиотрансляционная сеть или модулятор радиопередатчика. Усилитель низких частот является неотъемлемой частью всей звуковоспроизводящей, звукозаписывающей и радио-транслирующей аппаратуры.

Существующие модели УНЧ, зачастую, не подлежат тонкой настройке, что усложняет изготовление радиоаппаратуры. В связи с чем возникает необходимость изготовления узконаправленных усилителей, пригодных для конкретных задач. Такой подход к решению задачи

обеспечивает лучший результат и меньшие финансовые затраты.

Для моделирования электросхемы УНЧ необходимо пакет программ для автоматизированного проектирования (САПР) электронных схем, таких как PROTEUS VSM. Proteus состоит из двух частей: ISIS — программа синтеза и моделирования непосредственно электронных схем и ARES — программа разработки печатных плат. Бесплатная ознакомительная версия характеризуется полной функциональностью, но не имеет возможности сохранения файлов.

В программе Ares для работы с печатными двухсторонними платами необходимо на рабочей области обозначить расположение и размер печатной платы при помощи инструмента «Zone mode», на панели инструментов. На рабочем поле наносится монтажная плата необходимых размеров и на отмеченную рабочую область добавляются элементы из библиотеки (Рис. 1).

Далее элементы соединяются дорожками определённых размеров и толщин, инструментом «Track Mode», путём соединения одного контакта элемента с другим. Таким образом на рабочей области полностью соответствуя требованиям и размерам (по техническим характеристикам), моделируется электросхема (Рис. 2).

По основной схеме усилителя НЧ на основе микросхемы TDA8560Q Строится перечень элементов необходимый для создания модели данной схемы: 1) два конденсатора 470nF; 2) один конденсатор 2200uF; 3) Микросхема TDA8560Q. [1]

Для подбора элементов данной схемы необходимо установить типы корпусов всех элементов необходимых

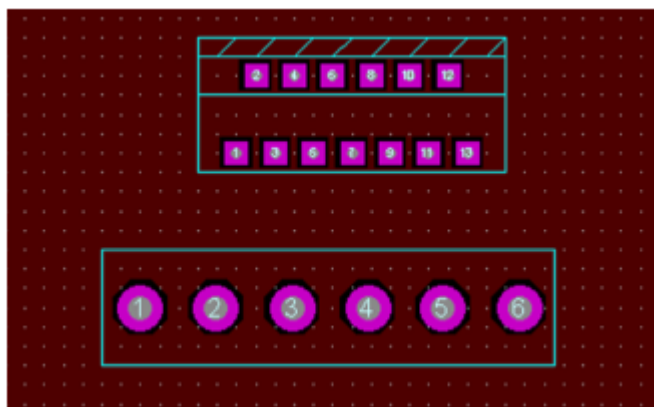


Рис. 1. Элементы размещённые на рабочей области платы

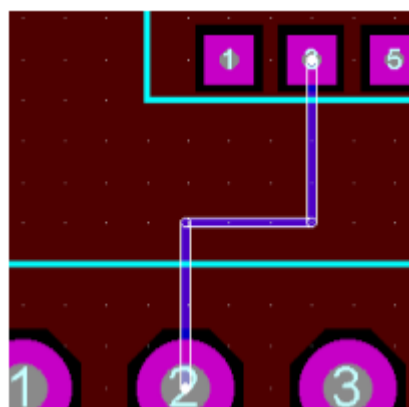


Рис. 2. Соединение контактов элементов

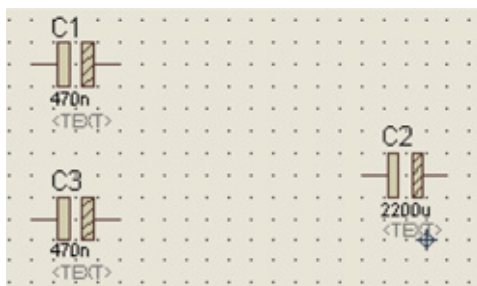


Рис. 3. Элементы, располагающиеся на рабочей области

для сбора электросхемы. Выбор типов корпусов, производится в программе «proteus» путем выбора категории «конденсатор электролитический» и поиска по ёмкости. Там же выбираем схему TDA8560Q. (Рис. 3). После того как все элементы расположены на рабочей области, запускается экспорт элементов в программу моделирования «ages».

После экспорта необходимо подобрать подходящий тип корпуса среди элементов библиотеки для микросхемы TDA8560Q. Размеры, указанные в описании микросхемы: длина 24 мм, ширина 10 мм. Максимально приближенный тип корпуса для микросхемы TDA8560Q является тип корпуса MULTIWATT13V. Данный тип корпуса полностью отражает внешний вид микросхемы TDA8560Q и основные параметры крепления (Рис. 4). Также в библиотеке имеется несколько типов контактных площадок для подведения питания и выхода сигнала. Максимально

приближенный к реальным контактным площадкам TBLOCK — M6 (Рис. 5).

Данный тип контактной площадки используются в схеме для подключения питания и выхода сигнала. Для подключения входа в схемы используются отверстия в монтажной плате, для припоя контактов, впоследствии используемых для входного сигнала. Для добавления отверстия используется инструмент «Via Mode» с параметром «V80».

Сточки зрения стандартов и требований, расположение элементов питания должно находиться на расстоянии как минимум 2–4 мм от элементов входа и элементов усиления. Так же ёмкостные элементы, по требованиям, должны находиться на расстоянии минимум 3–5 мм. Элементы большой ёмкости следует расположить вдалеке от элементов входа\выхода. Следуя требованиям необходимо разместить элементы, таким образом, чтобы ра-

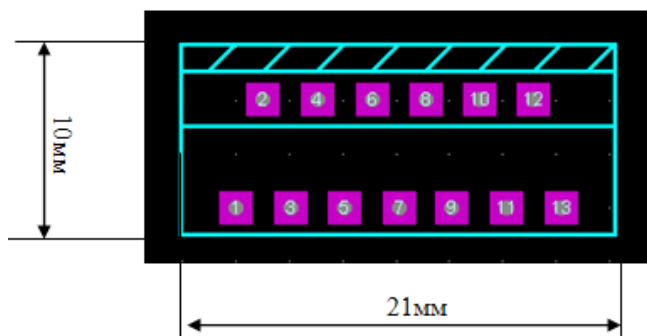


Рис. 4. Тип корпуса MULTIWATT13V

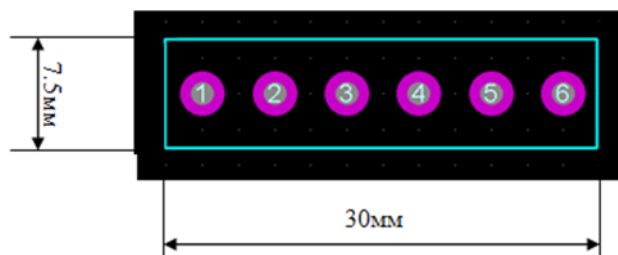


Рис. 5. Тип крепежа контактной площадки TBLOCK–M6

бочие дорожки проходили на минимальном расстоянии 0.5 мм друг от друга.

Таким образом, приблизительная схема расположения элементов будет иметь вид:

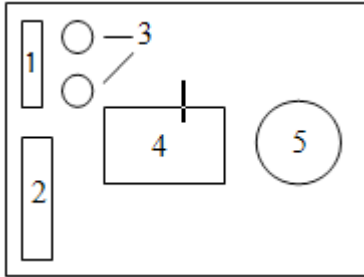


Рис. 6. Схематическое представление элементов

Схема отражает следующие элементы: 1) Элементы входа (отверстия); 2) Элементы выхода и элементы питания (контактные площадки); 3) Входные конденсаторы 470nF 4) TDA8560Q; 5) Конденсатор питания 2200uF.

Согласно требованиям, относящимся к соединительным дорожкам, соединительные дорожки располагаются приблизительно следующим образом на дву-

стороннем полотне (Рис. 7). Результатом нанесения элементов и дорожек согласно схемам, является модель монтажной платы усилителя НЧ на микросхеме TDA8560Q (Рис. 8).

Этап разработки начинается с вырезания из фольгированного текстолита платы необходимых размеров. Размеры платы соответствуют размеру модели (ширина 63 мм ± 3 мм; длина 75 мм ± 3 мм). Торцы платы обрабатываются от острых углов и заусенцев напильником и наждачной бумагой. Тонким керном, лёгкими ударами молотка делаются ямки (разметка) будущих отверстий, в тех местах, которые ранее были размечены на листе. В размеченных местах сверлятся отверстия 0,5 мм под будущие радиодетали. Плата обрабатывается наждачной бумагой. Счищаются все заусенцы, образовавшиеся в результате сверления, и фольга зачищается для дальнейшего нанесения рисунка дорожек и травления. Специализированным маркером наносятся соединительные дорожки и крепёжные площадки для элементов (Рис. 9).

Непокрытые участки платы вытравляют, поместив плату в раствор хлорного железа. При этом, медь дорожек защищённая не травится, а не закрытое медное покрытие платы, вступая в химическую реакцию растворяется в хлорном железе (Рис. 10).

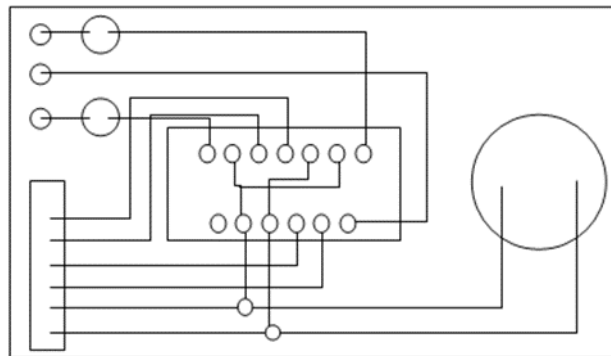


Рис. 7. Схематическое расположение токопроводящих дорожек

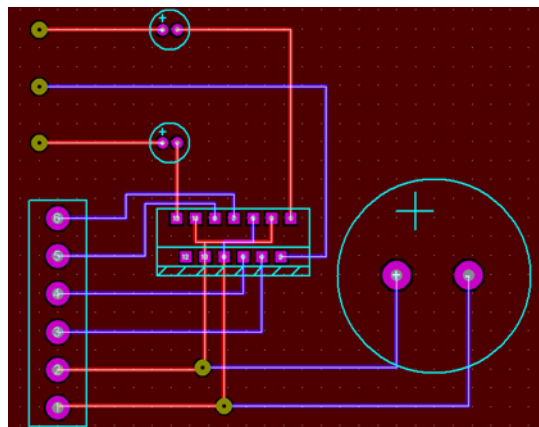


Рис. 8. Модель монтажной платы усилителя НЧ

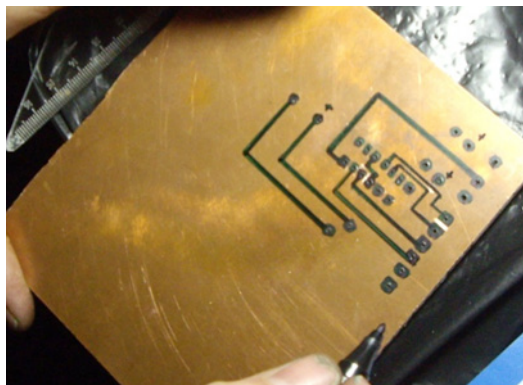


Рис. 9. Нанесение защитного слоя маркером



Рис. 10. Ванна с $FeCl_3$, в процессе вытравки платы

После травления плату промывается водой и с помощью ватного тампона смоченного ацетоном, или другим растворителем с платы снимается лак, после чего ещё раз промывается под проточной водой. После чего плата готова к монтажу элементов (Рис. 11).

Далее идет процесс паяния состоящий из следующих операций: механической или химической очистки, покрытия флюсом, нагревания, предварительного облуживания припоем, скрепления мест для спаивания, введения припоя, его расплавления и удаления излишков

припоя, а также остатков флюса (Рис. 12).

После изготовления электросхемы необходимо проверить соответствие изделия и модели. Приведение размеров модели (Рис. 13) и приведение размеров готового изделия (Рис. 14).

При изготовлении были использованы инструменты с характеристиками и параметрами, при изготовлении схемы которые, вносят ощутимую долю погрешности. В данной работе нормой можно установить результирующую минимальную погрешность расположения эле-

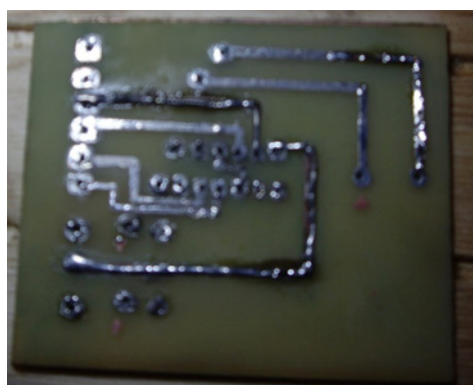


Рис. 11. Плата готова к монтажу элементов



Рис. 12. Итоговый внешний вид изделия (схемы)

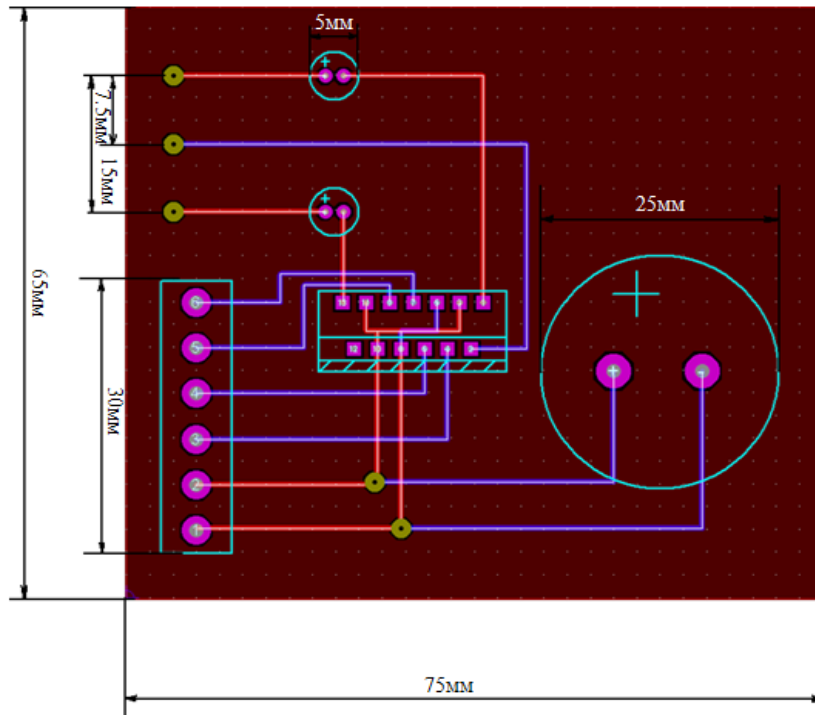


Рис. 13. Размеры модели (образец)

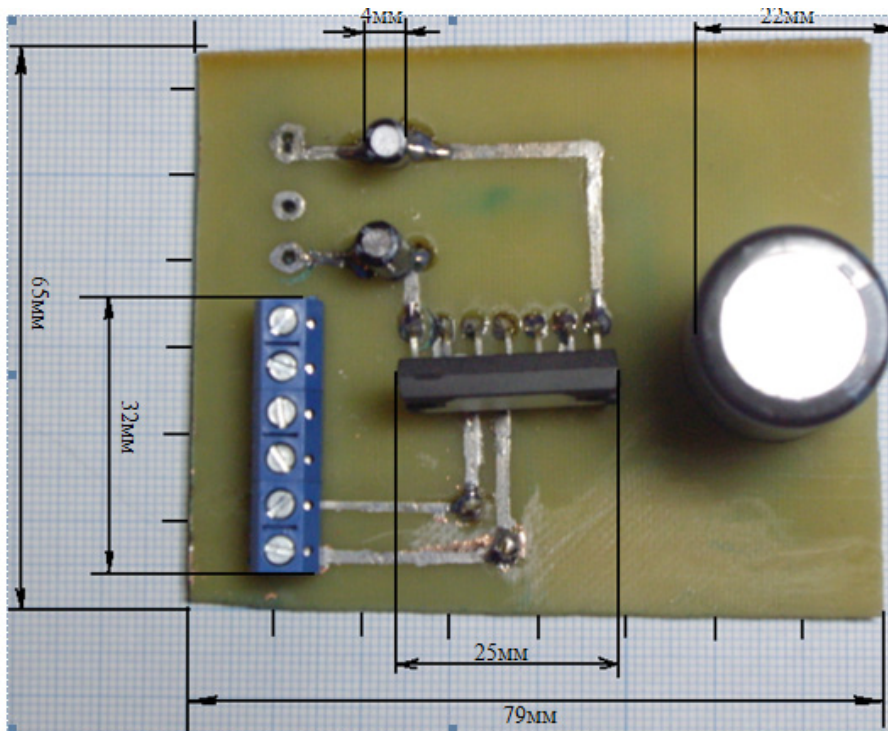


Рис. 14. Размеры изделия (сравниваемое)

ментов. Разности размеров изделия: длина 79 мм — 75 мм = 4 мм; ширина 65 мм — 65 мм = 0 мм; Разности размеров элементов ёмкостных: 470nF — 5 мм — 4 мм = 1 мм; 2200uF — 25 мм — 22 мм = 3 мм; Разности размеров контактных площадок: 32 мм — 30 мм = 2 мм; Разность размеров TDA8560Q: 25 мм — 21 мм = 4 мм;

Средняя погрешность отклонения:

$$\frac{4\text{мм} + 0\text{мм} + 1\text{мм} + 3\text{мм} + 2\text{мм} + 4\text{мм}}{6} = \frac{14\text{мм}}{6} = 2.33\text{мм}$$

В итоге смоделирована и изготовлена печатная плата усилителя низких частот на основе TDA8560Q с минимальной погрешностью.

Литература:

1. А.Д. Артым, В.А. Филин. Эквивалентные частотные характеристики усилителя в режиме D с отрицательной ОС. — Радиотехника — 1981.
2. Боде Г. Теория цепей и проектирование усилителей с обратной связью. — М.: Иностранная литература — 1948.
3. Конденсаторы. Справочник./Под ред. Четвертого И.И. и Дьяконо-ва М. Н. — М.: Радио и связь, 1993.
4. Остапенко Г.С. Усилительные устройства. Учебное пособие для ву-зов. — М. Радио и связь — 1989.
5. Электронный ресурс <http://www.datasheetdir.com/TDA8560Q+Audio-Power-Amplifier> (дата обращения 1.02.2014).

Автоматизированная система управления климатическими условиями

Бисов Алексей Анатольевич, магистрант;
Уваров Павел Викторович, магистрант
Сибирский Федеральный Университет (г. Красноярск)

На протяжении истории человечества всегда добывались, обрабатывались и производились различные ресурсы. И эти ресурсы всегда было нужно каким-то образом хранить в необходимых условиях. Раньше было необходимо искать климатические условия, создаваемые в естественной среде, в которых поддерживается определённая температура, влажность и проветривание. Примером таких помещений являются: винные погреба, помещения для сушки дерева, и т. п. Сейчас объёмы и скорость производства значительно возрастают и приходится искать способы поддержания идеальных условий в помещении независимо от погодных обстоятельств и территориальной дислокации. Активно развивающиеся технологии производства микроконтроллеров позволяют удешевить производство систем поддержания оптимального климата в помещении и уменьшить размер таких систем.

Существующие системы поддержания климатических

условий в помещении зачастую многофункциональны, но дороги, либо обладают недостаточным функционалом. В связи с этим существует потребность в создании узконаправленной системы поддержания климатических условий в помещении.

В большинстве таких систем параметрами оптимальных условий является влажность и температура. Температура воздуха измеряется обычным цифровым термометром, а вот для измерения влажности воздуха требуется изготовление психометрического гидрометра. Поскольку система управления климатическими условиями должна быть автоматизированной её необходимо создавать на основании микроконтроллера и электронных термодатчиков.

В качестве устройства обработки данных, в данной ситуации, подходят контроллеры фирмы AVR, семейства mega, в данном случае — AVR ATmega8 (Рисунок 1):

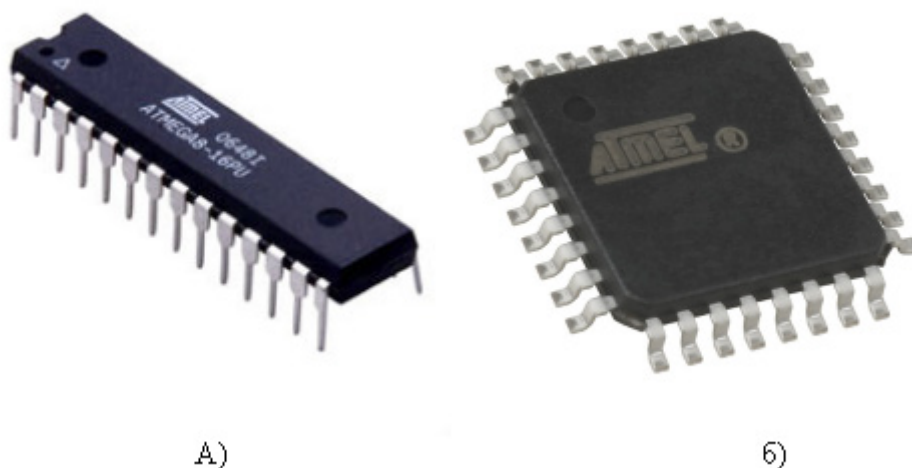


Рис. 1. AVR ATmega8, а) в корпусе PDIP28, б) в корпусе TQFP32

Система команд микроконтроллеров AVR весьма развита и насчитывает в различных моделях от 90 до 133 различных инструкций. Большинство команд занимает только 1 ячейку памяти (16 бит). Большинство команд выполняется за 1 такт.

Всё множество команд микроконтроллеров AVR можно разбить на несколько групп:

- команды логических операций;
- команды арифметических операций и команды сдвига;
- команды операции с битами;
- команды пересылки данных;
- команды передачи управления;
- команды управления системой.

Управление периферийными устройствами осуществляется через адресное пространство данных. Для удобства существуют «сокращённые команды» IN/OUT.

В качестве термометра вполне подойдёт очень рас-

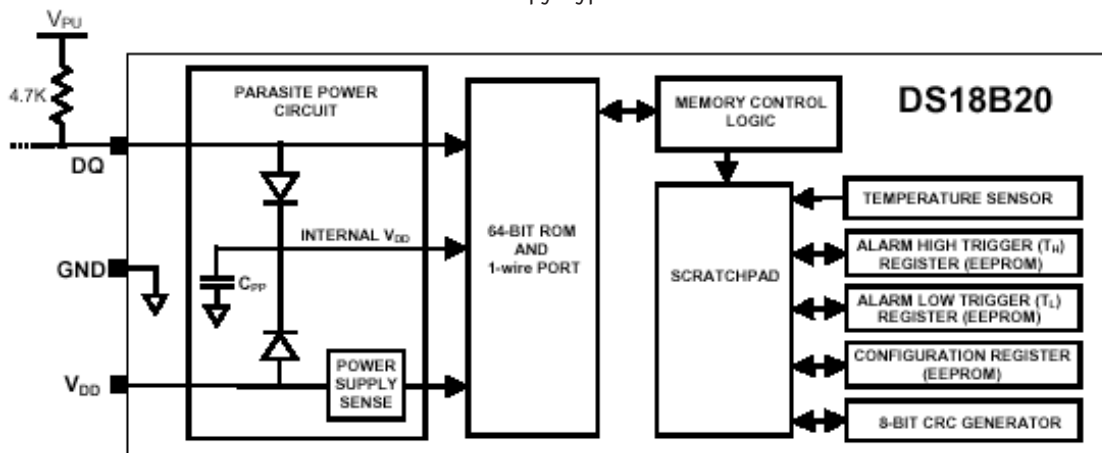
пространённый цифровой термометр DS18B20—1-проводный цифровой термометр с программируемым разрешением.

Отличительные Особенности:

- Точность $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$ от -10°C до $+85^{\circ}\text{C}$
- Настраиваемое пользователем разрешение от 9 до 12 бит
- Данные передаются посредством 1-проводного® последовательного интерфейса
- 64-битный уникальный и неизменяемый серийный номер
- Многоточечное считывание
- Рабочее напряжение от 3.0В до 5.5В
- Вариант датчика с запиткой с линии данных (DS18B20-PAR)
- TO-92, 150mil 8-контактный SOIC, или 1.98 мм x 1.37 мм корпус с шариковыми выводами ($\pm 2.0^{\circ}\text{C}$)

Тип	Интерфейс	Точность ($\pm^{\circ}\text{C}$)	Напряжение питания (В)	Паразитное питание	Рабочий диапазон ($^{\circ}\text{C}$)	Температурные пороги ($^{\circ}\text{C}$)	Разрешение (бит)	Корпуса
DS18B20	1-пров.®	0.5	от 3.0 до 5.5	доступно	от -55 до $+125$	2, прог., энерго-незав.	9–12	3/T092 8/SO. 150

Структура:



Каждая микросхема DS18B20 имеет уникальный и неизменяемый 64-битный серийный номер, который используется как узловой адрес датчика. Это позволяет множеству микросхем DS18B20 сосуществовать на одной 1-проводной шине. Микросхема DS18B20 может быть локально запитана от 3.0В до 5.5В или она может быть сконфигурирована таким образом, чтобы быть запитанной посредством 1-проводной линии данных.

Для создания макета схемы и симуляции схемы проекта использовалась программа Proteus VSM. Для начала нужно найти необходимый микроконтроллер, при условии наличия его в библиотеке, и поместить на макетное поле проекта. Питание контроллера осуществляется автоматически, поэтому пины питания скрыты, но при желании можно создать их виртуальные копии в любом месте, и запитать кон-

троллер по своему усмотрению (в реально собранной схеме использовались стандартные пять вольт для питания схемы).

Термодатчик DS18B20 производит обмен данными посредством 1-проводного® последовательного интерфейса, который позволяет подключать параллельно несколько разнотипных устройств. Для подключения датчиков к контроллеру, был выбран пин PC0 порта C, и для усиления сигнала была использована подтяжка в виде постоянного напряжения, поданного через ограничивающий резистор на тот же пин PC0. Сами же датчики имеют возможность паразитного питания от информационного контакта, но большую надёжность обеспечивает питание от источника постоянного напряжения, подведённое параллельно к контактам VCC термодатчиков, так же параллельно датчики были заземлены.

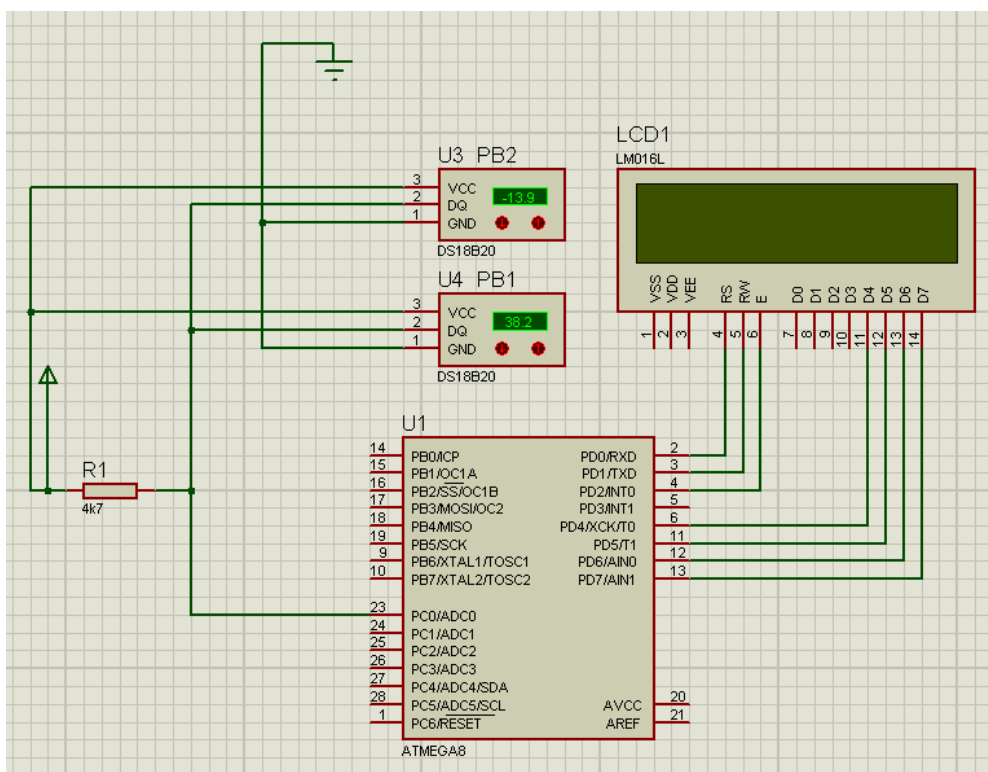


Рис. 2 Схема системы анализа климатических условий

Для непосредственного наблюдения за температурой использовался дисплей фирмы Winstar серии WH1602, основанный на микроконтроллере KS0066, использовалось параллельно-последовательное соединение к порту D контроллера ATmega8, соединение стандартное для контроллера KS0066, управление осуществляется непосредственно использованием команд на языке C.

В результате моделирования получается электронная схема системы анализа климатических условий, при этом из двух датчиков можно сделать психрометр, и зная температуру и влажность воздуха регулировать нагрев и вентиляцию помещения.

Для написания программного обеспечения (прошивки) для контроллера можно использовать среду разработки CodeVisionAVR. Для работы с контроллером ATmega8 используется библиотека «mega8. h», в которой описаны способы обращения ко многим функциям этого контроллера, таким как: изменение уровня напряжения на порте ввода/вывода контроллера, обработка прерываний, запуск таймера и т.д. Для организации обмена данными с термодатчиком DS18B20 в CodeVisionAVR существует библиотека «ds18b20. h», которая освобождает разработчика от необходимости описывать алгоритм последовательного приема/передачи данных от датчика.

Литература:

1. Дж. Ли. Трехмерная графика и анимация/Дж. Ли, Б. Уэр. — 2-е изд. М.: Вильямс, 2002. 514–623 с.
2. Мовчан Д. А. AutoCAD 2010. Официальный учебный курс/Д. А. Мовчан. — М.: ДМК Пресс — 2010. 694 с.

Например — можно управлять частотой вращения турбины приточной вентиляции, в зависимости от температуры в помещении:

```
temp3=ds18b20_temperature (&rom_code [2][0]);
// PWM на OC2 (PB3)
if (temp3>19)
{
temp_val = temp3;
if (temp_val >= 70) {
temp_val = 70;
}
// ШИМ 100 % при 70 градусах и 31 % при 20 градусах
OCR2 = 10 + (3 * temp_val) + (temp_val/2);
}
else
{
OCR2=0; // выключить PWM на OC2
}
}
```

В результате написания алгоритма работы микроконтроллера получается механизм, способный самостоятельно регулировать климатические условия в помещении, выводить климатические показатели на дисплей, и сигнализировать о критических показателях.

Идентификация и оптимизация физико-механических характеристик композитов

Будылина Евгения Александровна, кандидат физико-математических наук, старший преподаватель
Московский государственный машиностроительный университет

Гарькина Ирина Александровна, доктор технических наук, профессор;
Сухов Ярослав Игоревич, студент
Пензенский государственный университет архитектуры и строительства

Общая задача идентификации кинетических процессов формирования физико-механических характеристик композитов здесь решается, исходя из простоты и адекватности описания реальных кинетических процессов (с приемлемой для практических целей точностью и простотой физической интерпретации результатов).

Сравнение результатов экспериментальных исследований с теоретическими (дополнительная информация об искомом решении) показало возможность моделирования основных кинетических процессов (набор прочности, изменение модуля упругости, контракция и усадка, нарастание внутренних напряжений, тепловыделение, химическая стойкость, водопоглощение и водостойкость) в классе обыкновенных дифференциальных уравнений n -го порядка. А именно, четвертого порядка с постоянными коэффициентами и с действительными корнями характеристического полинома.

Опираясь на результаты многолетних исследований по синтезу материалов специального назначения [1...5], приведем основные модели для оценки формирования отдельных свойств материала (критериев качества).

Кинетическая модель набора прочности. Прочность композитов зависит от степени наполнения, дисперсности и физико-химической активности поверхности наполнителя, адгезионной связи в зоне контакта связующего и наполнителя, концентрации полимеризующего вещества, пористости композиции, температуры исходных компонентов, от технологии приготовления и некоторых других факторов. Регулирование прочности эпоксидных композитов возможно за счет использования комбинированных наполнителей, регулирования режимов отверждения, обработки аппретами, механической очистки поверхности наполнителя, введения модифицирующих, легирующих, пластифицирующих добавок, а также поверхностно активных веществ.

Кинетика набора прочности композитов часто аппроксимируется функцией

$$R(t) = R_m (1 - e^{-\lambda t}), \quad (1)$$

где $R(t)$ — прочность композита в момент времени t ; R_m — максимальная прочность; t — время твердения; λ — показатель, характеризующий скорость твердения (постоянный для данного материала).

Легко показать, что (1) является частным случаем процесса

$$x(t) = x_m \left(\frac{\lambda_2}{\lambda_1 - \lambda_2} e^{-\lambda_1 t} - \frac{\lambda_1}{\lambda_1 - \lambda_2} e^{-\lambda_2 t} + 1 \right). \quad (2)$$

решение задачи Коши:

$$\ddot{z} + 2n\dot{z} + \omega_0^2 z = 0, \quad z = x - x_m, \quad x(0) = 0, \quad \dot{x}(0) = 0. \quad (3)$$

Таким образом, в обоих рассматриваемых случаях кинетический процесс набора прочности описывается динамической моделью вида (3).

Кинетика изменения модуля упругости. Другим из основных показателей свойств дисперсно-наполненных композитов является модуль упругости. Для его эффективного повышения особенно часто применяются дисперсные наполнители, хорошо смачиваемые матричным связующим. Кинетическая модель изменения модуля упругости представляется в виде

$$E(t) = E_n \left(1 - e^{-qt^n} \right), \quad (4)$$

где $n = 1 - \frac{1}{d}$; d — структурная размерность композиционной системы.

Учитывая экспоненциальный характер кинетического процесса, и здесь вполне возможна ее аппроксимация линейной комбинацией функций вида $\sum_{i=1}^n c_i e^{-\lambda_i t}$.

Кинетика контракции и усадки. Кинетика контракции и усадки является отражением процессов структурообразования. Структура композита (плотность, регулярность, упаковки, наличие или отсутствие дефектов, пористость) зависит не столько от величины энергии, сообщенной системе, сколько от скорости расхода этой энергии.

Кинетика контракции и усадки рассматриваемых материалов хорошо аппроксимируется в виде

$$K(t) = K_m \left(1 - e^{-\alpha t^{1/n}} \right), \tag{5}$$

где $K(t)$ — контракция в момент времени t ; K_m — максимальная контракция для данного композита; α — коэффициент пропорциональности, характеризующий скорость отверждения, для полиэфирных смол $n = 1$.

И здесь наряду с (5) возможно описание кинетического процесса линейной комбинацией экспоненциальных функций вида $\sum_{i=1}^n c_i e^{-\lambda_i t}$.

Кинетика нарастания внутренних напряжений. Внутренние напряжения связаны с неравномерно протекающими и незавершенными усадочными процессами. Знание механизма возникновения внутренних напряжений дает возможность направленно изменять их величину, например, путем уменьшения густоты пространственной сшивки полимера; увеличения гибкости макромолекул с увеличением за счет этого скорости релаксационных процессов; изменения характера надмолекулярных структур за счет влияния на скорость процессов структурообразования и т.д. Вид кинетических процессов нарастания внутренних напряжений приводится на рис. 1.

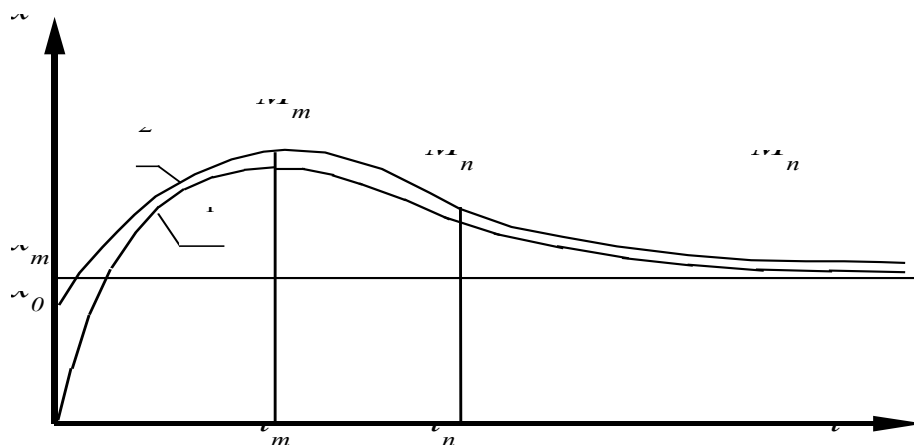


Рис. 1

Процессы вида, приведенные на рис. 1, кривая 1, являются решением задачи Коши:

$$\ddot{z} + 2n\dot{z} + \omega_0^2 z = 0, z = x - x_m, x(0) = 0, \dot{x}(0) = \dot{x}_0. \tag{6}$$

Процессы, приведенные на рис. 1, кривая 2, являются решением задачи Коши:

$$\ddot{z} + 2n\dot{z} + \omega_0^2 z = 0, z = x - x_m, x(0) = x_0, \dot{x}(0) = \dot{x}_0. \tag{7}$$

Процессы тепловыделения. Процесс образования структуры эпоксидного полимера происходит за счет присоединения к полимерной цепи каждого нового звена олигомера. Образование каждой новой связи в процессе полимеризации сопровождается выделением определенной порции тепла. Снижение тепловыделения при полимеризации является важным условием получения бездефектной структуры эпоксидного композита. Экспериментально определялась кинетика тепловыделения, которая имеет вид, аналогичный приведенному на рис. 1, кривая 2. Указанные процессы являются решением задачи Коши (7).

Химическая стойкость композиций. Увеличение химической стойкости композита (стойкость материалов и конструкций в заданном интервале времени эксплуатации к воздействию агрессивных сред без разрушения и существенного изменения геометрических размеров и формы) достигается правильным выбором вяжущих и наполнителей (они должны иметь близкие значения коэффициента температурного расширения и упругих свойств, а также хорошую адгезию), созданием плотной структуры материала, а также введением в материал активных добавок. В рассматриваемом случае $x(t) \approx x_m e^{-\lambda t}$. Естественно сглаживание линейной комбинацией экспоненциальных функций даст

более точные результаты. В частности, при $n = 2$ рассматриваемый кинетический процесс является решением задачи Коши:

$$\ddot{z} + 2n\dot{z} + \omega_0^2 z = 0, z = x - x_m, x(0) = x_m, \dot{x}(0) = 0. \quad (8)$$

Здесь x_m определяется непосредственно по экспериментально полученному процессу ($x_m = x(0)$), параметр λ легко определится методом наименьших квадратов.

Как следует из указанного выше, используемая экспоненциальная модель для анализа химической стойкости также является лишь частным случаем модели (7).

Водопоглощение и водостойкость. Вода оказывает разнообразное воздействие на композиционные строительные материалы; ускоряет процессы деструкции, изменяет свойства композитов. Поэтому сопротивление действию воды является одной из наиболее важных характеристик композиционного материала. Диффузия воды в композит во многом определяется проницаемостью граничного слоя полимер-наполнитель, которая в свою очередь и определяет водопоглощение и водостойкость композита. Например, водопоглощение и водостойкость эпоксидных композитов соответственно носят экспоненциально возрастающий и убывающий характер. Естественно, в соответствии с предыдущим более точно эти процессы могут описываться линейной комбинацией экспоненциальных функций. В частности, при $n = 2$ они являются решением задачи Коши (8).

Моделирование процессов седиментации и флокуляции осуществляется на основе моделирования системы частиц (подробно рассматривалось в [5,7]).

Как показывает практика, существуют системы, кинетические процессы в которых не могут быть описаны рассмотренными выше моделями первого и второго порядка. К таким системам, в частности, относятся некоторые полидисперсные системы. Так, например, кинетика набора прочности композиционного материала имеет иногда не одну, а две точки перегиба. При этом на основе экспериментально полученных кинетических закономерностей формирования основных физико-механических характеристик композиционных материалов для их описания предлагается обобщенная динамическая модель [1]: кинетический процесс $x(t)$ является решением задачи Коши:

$$z^{(4)} + a_1 z^{(3)} + a_2 z^{(2)} + a_3 z^{(1)} + a_4 z = 0,$$

$$z = x - x_m; \quad x(0) = x_0, \dot{x}(0) = \dot{x}_0, \ddot{x}(0) = \ddot{x}_0, \ddot{\ddot{x}}(0) = \ddot{\ddot{x}}_0;$$

$x_0, \dot{x}_0, \ddot{x}_0, \ddot{\ddot{x}}_0$ определяются требуемым видом кинетического процесса и заданным эксплуатационным значением x_m исследуемой характеристики материала.

Таким образом, параметрическая идентификация и последующая оптимизация кинетических процессов сводится к определению параметров модели или связанных с ними корней характеристического полинома.

Литература:

1. Бudyлина Е. А., Гарькина И. А., Сухов Я. И. Математическое моделирование кинетических процессов в дисперсных системах/Молодой ученый. — 2013. — № 12. — С. 104–107.
2. Бudyлина Е. А., Гарькина И. А., Данилов А. М., Сухов Я. И. Некоторые подходы к анализу и синтезу сложных систем/Молодой ученый. — 2013. — № 10 (57). — с. 105–107.
3. Бudyлина Е. А., Гарькина И. А., Данилов А. М. Моделирование с позиций управления в технических системах/Региональная архитектура и строительство. — 2013. — № 2 (16). — С. 138–143.
4. Гарькина И. А., Данилов А. М. Управление в сложных технических системах: методологические принципы проектирования систем/Региональная архитектура и строительство. — 2012. — № 1. — С. 39–42.
5. Данилов А. М., Гарькина И. А. Сложные системы: идентификация, синтез, управление: монография. — Пенза: ПГУАС. — 2011. — 308 с.
6. Данилов А. М., Гарькина И. А. Методология проектирования сложных систем при разработке материалов специального назначения/Известия ВУЗов. Строительство. — 2011. — № 1. — с. 80–85
7. Гарькина И. А., Данилов А. М., Смирнов В. А. Флокуляция в дисперсных системах/
8. Системы управления и информационные технологии. — 2008. — № 2.3 (32). — С. 344–346.

Алгоритм кусочно-линейной аппроксимации с максимальным интервалом

Будылина Евгения Александровна, кандидат физико-математических наук, старший преподаватель
Московский государственный машиностроительный университет

Гарькина Ирина Александровна, доктор технических наук, профессор;
Сухов Ярослав Игоревич, студент
Пензенский государственный университет архитектуры и строительства

При разработке тренажных и обучающих комплексов для подготовки операторов мобильных систем одной из актуальных задач является кусочно-линейная аппроксимация таблично-заданной функции $f(x)$ системой функций $f_1(x), f_2(x), \dots, f_s(x)$ из условий максимальной длительности интервалов аппроксимации и при совпадении узлов аппроксимации. Наличие двух критериев порождает неоднозначность в постановке задачи: возможны вариации в алгоритме, не влияющие на решение поставленной задачи.

Приведем алгоритм аппроксимации, который использовался при разработке имитатора динамики полета тренажера транспортного самолета [1...4].

Блок ввода данных. Вводятся: функция $f(x)$, интервал $[a, b]$, относительная погрешность аппроксимации ε_0 в %.

Функция $f(x)$ реализуется в виде программы, позволяющей вычислить ее значение в любой точке $x \in [a, b]$ или, хотя бы, в точках $x_j, j = \overline{0, N}$ ($x_0 = a, x_N = b$), расположенных достаточно плотно:

$$|f_j - f_{j-1}| \leq \frac{2\varepsilon_0}{1000} \cdot \frac{1}{N} \sum_{j=1}^N |f_j|, \quad f_j = f(x_j).$$

При реализации программы используются:

— таблица $\{x_j, f_j\}_{j=0}^N$,

— число N точек табулирования,

— абсолютная погрешность аппроксимации $\varepsilon = \frac{\varepsilon_0}{100} \cdot \frac{1}{N} \sum_{j=1}^N |f_j|$; принималось $|f_j - f_{j-1}| \leq 0,2\varepsilon$.

Блок табулирования. Блок можно организовать различными способами с учетом имеющейся и дополнительной информации о функции $f(x)$ (если таковая имеется).

Алгоритм включает вычисление

$$x_j = a + jh, f_j = f(x_j), j = \overline{0, N}; \varepsilon_h = \max_{1 \leq j \leq N} |f_j - f_{j+1}|; f_{cp} = \frac{1}{N} \sum_{j=1}^N |f_j|; \varepsilon = \frac{\varepsilon_0}{100} \cdot f_{cp}$$

$$\text{при } h = 0,04(b-a), N = \frac{b-a}{h}.$$

Если $\varepsilon_h \leq 0,2\varepsilon$, то необходимая информация получена. Если же $\varepsilon_h > 0,2\varepsilon$, то, уменьшается h в два раза и продолжают указанными вычисления (f_{cp} и ε можно не вычислять, они уже получены с достаточной точностью). Для сокращения вычислений таблицу $\{x_j, f_j\}$ следует лишь дополнить отсутствующими значениями.

Блок кусочно-линейной аппроксимации. Кусочно-линейная аппроксимация функции $f(x)$ (обозначается $\tilde{f}(x)$) определяется таблицей $\{z_r, A_r, K_r\}_{r=0}^{N_a}$ (z_r — узлы аппроксимации, N_a — число узлов; $z_{r+1} - z_r = H_r$ — интервалы аппроксимации, K_r — угловые коэффициенты). Справедливо:

$$\tilde{f}(x) = A_r + K_r(x - z_r), z_r \leq x \leq z_{r+1}, r = \overline{0, (N_a - 1)}; z_0 = x_0, z_{N_a} = x_N;$$

$$\tilde{f}(z_r) = f(z_r); |\tilde{f}(x) - f(x)| \leq \varepsilon \quad \forall x \in [a, b].$$

В силу непрерывности $\tilde{f}(x)$ имеем:

$$z_0 = x_0, A_0 = f_0, A_{r+1} = A_r + K_r H_r.$$

Таким образом, для кусочно-линейной аппроксимации достаточно вычисления для $r \geq 0$ значений K_r, H_r (параметры $z_0 = x_0, A_0 = f_0$ уже определены при табулировании функции $f(x)$ в предыдущем блоке). Для удобства пользования значения $z_r, A_r, K_r; 0 \leq r \leq N_a$ сохраняются в памяти ЭВМ.

Максимальность интервалов аппроксимации H_r следует из используемого ниже алгоритма, где точка $z_{r+1}, r \geq 0$ определяется как максимально удаленная от z_r (считая, что z_0, z_1, \dots, z_r уже вычислены). Предполагается:

$$|\tilde{f}(x) - f(x)| \leq \varepsilon \quad \forall x \in [z_r, z_{r+1}]; \quad \tilde{f}(z_r) = f(z_r), \quad \tilde{f}(z_{r+1}) = f(z_{r+1}).$$

Алгоритм вычисления z_r, A_r, K_r . Полагая $z_0 = x_0, A_0 = f_0$, по значениям z_r, A_r вычисляются значения z_{r+1} , а затем $H_r = z_{r+1} - z_r, A_{r+1} = f(z_{r+1}), K_r = \frac{A_{r+1} - A_r}{H_r}$. Точка z_{r+1} будет одной из точек x_j (точек табулирования).

Алгоритм вычисления z_{r+1} .

1. Для точки табулирования $x_j > z_r$ проверяется условие

$$\max_{j_r < i < j} \left| f_i - A_r - \frac{f_j - A_r}{x_j - z_r} (x_i - z_r) \right| \leq \varepsilon, \quad (1)$$

где j_r — номер точки табулирования x_{j_r} , соответствующей z_r ($z_r = x_{j_r}$). Переход к п. 2.

2. Как только условие при некотором j нарушается, то x_j запоминается как z_{r+1}^0 ; номер j запоминается как j_{r+1}^0 ; принимается $K_r^0 = \frac{f_j - A_r}{x_j - z_r}, A_{r+1}^0 = f_j$. Переход к п. 3.

3. Проверяется условие (1) для $x_j > z_{r+1}^0$.

3.1. Если условие (1) для всех $x_j \in (z_{r+1}^0, x_N)$ не выполняется, то принимается $z_{r+1} = z_{r+1}^0, A_{r+1} = A_{r+1}^0, K_r = K_r^0; j_{r+1} = j_{r+1}^0$ (весь интервал $[z_{r+1}^0, x_N]$ оказывается «интервалом запрета»).

Осуществляется переход к вычислению z_{r+2} (принимается $r = r + 1$).

3.2. Если условие (1) для некоторого $x_j \in (z_{r+1}^0, x_N)$ выполняется (пройден «интервал запрета»), то переход к п. 1. (r не увеличивается).

Так будут определены все тройки $\{z_r, A_r, K_r\}_{r=0}^{N_a-1}$. В последней тройке $\{z_{N_a}, A_{N_a}, K_{N_a}\}$ достаточно вычислить лишь $z_{N_a} = z_{r+1} = x_N$ и $K_r = K_{N_a-1}$.

Если при выполнении условия (1) при некотором x_j окажется, что $x_j = x_N$, то

$$z_{N_a} = z_{r+1} = x_N; \quad K_r = K_{N_a-1} = \frac{f_N - A_r}{x_N - z_r}. \quad \text{Завершение вычислений.}$$

Замечание. Если функция $f(x)$ удовлетворяет условию $|f(x)| \geq \alpha > 0 \forall x \in [a, b]$, то вместо условия (1) можно использовать условие $\max_{j_r < i < j} \left| f_i - A_r - \frac{f_j - A_r}{x_j - z_r} (x_i - z_r) \right| \leq \frac{\varepsilon_0}{100} |f_i|$.

Однако «трубка погрешности» при этом будет слишком неравномерной, отрицательно влияет на результат, если только задача не связана с некоторыми сингулярностями функции $f(x)$ в окрестности нулей.

Предлагаемый алгоритм эффективно использовался при разработке комплексов для подготовки операторов и других мобильных систем [5...8].

Литература:

1. Лапшин Э.В., Данилов А.М., Гарькина И.А., Ключев Б.В., Юрков Н.К. Авиационные тренажеры модульной архитектуры: монография. — Пенза, ИИЦ ПГУ. — 2005. — 146 с.
2. Гарькина И.А., Данилов А.М. Аппроксимационные задачи при разработке имитаторов транспортных систем: распараллеливание вычислительных процессов/Вестник Таджикского технического университета. — № 4 (24). — 2013. с. 75–80.
3. Гарькина И.А., Данилов А.М., Петренко В.О. Проблема многокритериальности при управлении качеством сложных систем/Мир транспорта и технологических машин. № 2 (41). 2013. — с. 123–130.
4. Будылина Е.А., Гарькина И.А., Данилов А.М. Приближенные методы декомпозиции при настройке имитаторов динамических/Региональная архитектура и строительство. № 3 (17). 2013. — С. 150–156.
5. Будылина Е.А., Гарькина И.А., Данилов А.М., Махонин А.С. Основные принципы проектирования сложных технических систем в приложениях/«Молодой ученый». — № 5 (52), Том 1, 2013. — с. 39–42.
6. Гарькина И.А., Данилов А.М. Управление в сложных технических системах: методологические принципы проектирования/Региональная архитектура и строительство. — 2012. — № 1. — С. 39–42.
7. Планирование эксперимента. Обработка опытных данных монография/И.А. Гарькина [и др.]; под ред. проф. А.М. Данилова. — М.: Палеотип, 2005. — 272 с.
8. Гарькина И.А., Данилов А.М., Лапшин Э.В., Юрков Н.К. Системные методологии, идентификация систем и теория управления: промышленные и аэрокосмические приложения/Известия высших учебных заведений. Поволжский регион. Технические науки. — 2009. — № 1 (9). — с. 3–11.

Равномерное приближение таблично-заданных значений гладкой функцией

Будылина Евгения Александровна, кандидат физико-математических наук, старший преподаватель
Московский государственный машиностроительный университет

Данилов Александр Максимович, доктор технических наук, профессор;
Маркелова Иветта Владимировна, аспирант
Пензенский государственный университет архитектуры и строительства

Пусть задана конечная строго возрастающая последовательность x_1, x_2, \dots, x_m значений x , где m — число значений — достаточно велико, и последовательность y_1, y_2, \dots, y_m соответствующих значений некоторой функции $y = y(x)$. Пусть также задана допустимая погрешность $\varepsilon > 0$ равномерного приближения заданных значений этой функции некоторой гладкой функцией.

При ограниченности ресурсов и быстродействия бортовых ЭВМ особенно актуальна задача разбиения последовательности x_1, x_2, \dots, x_m на возможно более длинные последовательности $x_1, x_2, \dots, x_{l_1}; x_{l_1+1}, \dots, x_{l_2}; x_{l_2+1}, \dots, x_{l_h}; x_{l_h+1}, \dots, x_m$ (каждая из которых, за возможным исключением последней, содержала бы более трех точек), чтобы на каждой такой последовательности можно было аппроксимировать функцию $y = y(x)$ по методу наименьших квадратов полиномом степени не выше третьей с допустимой погрешностью. Если же последняя последовательность содержит лишь три точки $x_{l_h+1}, x_{l_h+2}, x_m$, то на ней произвести параболическую интерполяцию функции $y = y(x)$; если лишь две точки x_{l_h+1}, x_m — линейную; если лишь одну точку x_m — придать аппроксимирующей функции в этой точке заданное значение y_m аппроксимируемой функции. Выполнив эту аппроксимацию, сочленив полиномы на стыках $[x_{l_1}, x_{l_1+1}], [x_{l_2}, x_{l_2+1}], \dots, [x_{l_h}, x_{l_h+1}]$ гладким образом с помощью полиномов третьей степени, а если последняя последовательность содержит лишь одну точку $x_{l_h+1} = x_m$ то на последнем стыке $[x_{l_h}, x_m]$ сочленив полином и значение y_m в конечной точке x_m гладким образом с помощью полинома второй степени. В результате будет произведена *равномерная аппроксимация с допустимой погрешностью сплайном не выше третьей степени*.

Приведем описание разработанного автономного программного обеспечения для гладкой аппроксимации. Оно является объединением приводимых ниже информационно-связных модулей.

1. Модуль В. Ввод данных, подготовка первого цикла.
2. Модуль А. Аппроксимация по методу наименьших квадратов полиномом степени не выше третьей с допустимой погрешностью на возможно более длинной (более трех точек) последовательности, начиная с данной точки (цикл); рис. 1а.
3. Модуль И. Интерполяция на последней последовательности, если она содержит не более трех точек.
4. Модуль П. Переадресация с целью перехода от одной последовательности к другой (от одного цикла А к другому в пределах всей заданной последовательности значений независимой переменной); рис. 1б.

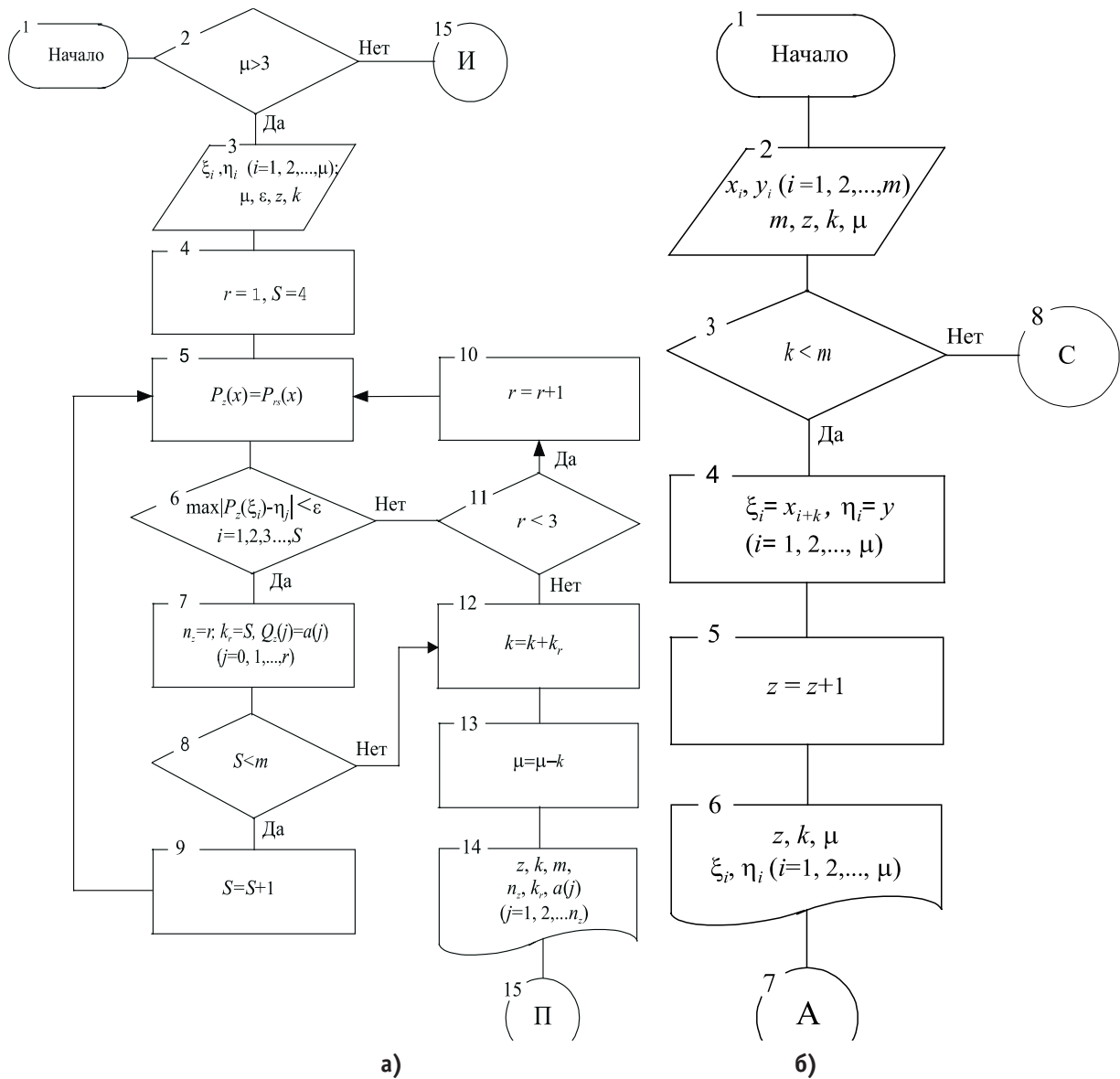


Рис. 1. Схемы работы модулей: а) — модуль А; б) — модуль П

1. Модуль С. Сочленение аппроксимирующей функции на стыках гладким образом полиномами третьей, а на последнем стыке, возможно, второй степени. Укажем логические схемы модулей.

Модуль В.

1) Ввод пар значений $(x_1, y_1), (x_2, y_2), \dots, (x_m, y_m)$; числа m этих значений ($m > 3$); допустимой погрешности $\epsilon (\epsilon > 0)$ равномерного приближения.

2) Передача значений в первый цикл:

$$\xi_i = x_i, \eta_i = y_i \quad (i = 1, 2, \dots, m); \quad \mu = m;$$

$z = 1$ (начало счета циклов);

$k = 0$ (начало счета пройденных точек).

3) Переход к модулю А.

Модуль А.

$P_z(x) = \sum_{j=0}^n a_z(j) x^j$ — аппроксимирующий полином на z -м цикле; $P_{nk}(x) = \sum_{j=0}^n a_{nk}(j) x^j$ — полином степени n , построенный методом наименьших квадратов по значениям y_1, y_2, \dots, y_k функции $y = y(x)$ в точках x_1, x_2, \dots, x_k .

Модуль И.

Пусть $Q(x) = ax^2 + bx + c$ — интерполяционный полином.

1) Ввод μ :

— если $\mu = 1$, то вводится η_1 и полагаем $a = 0, b = 0, c = \eta_1$;

— если $\mu = 2$, то вводятся $\xi_1, \xi_2, \eta_1, \eta_2$ и полагаем

$$a = 0, \quad b = \frac{\eta_2 - \eta_1}{\xi_2 - \xi_1}, \quad c = \frac{\xi_2 \eta_1 - \xi_1 \eta_2}{\xi_2 - \xi_1};$$

— если $\mu = 3$, то вводятся $\xi_1, \xi_2, \xi_3, \eta_1, \eta_2, \eta_3$ и полагаем

$$a = \frac{\eta_3 - 2\eta_2 + \eta_1}{2(\xi_2 - \xi_1)^2}, \quad b = \frac{\eta_2 - \eta_1}{\xi_2 - \xi_1} - \frac{(\eta_3 - 2\eta_2 + \eta_1)(\xi_2 + \xi_1)}{2(\xi_2 - \xi_1)^2},$$

$$c = \frac{(\eta_3 - 2\eta_2 + \eta_1)\xi_2\xi_1}{2(\xi_2 - \xi_1)^2} - \frac{\eta_2 - \eta_1}{\xi_2 - \xi_1}.$$

2) Выдача результатов вычислений a, b, c и переход к модулю С.

Модуль С.

1) Для каждого z -го стыка $[\xi_1, \xi_2]$, где $\xi_1 = x_{k_1+k_2+\dots+k_z}$, $\xi_2 = x_{k_1+k_2+\dots+k_z+1}$ строится сочленяющий полином $R_z(x)$.

При $\xi_2 = x_m$ коэффициенты $b_1(z), b_2(z), b_3(z)$ полинома $R_z(x) = b_1(z)x^2 + b_2(z)x + b_3(z)$, ($b_0(z) = 0$) находятся из системы уравнений

$$\left. \begin{aligned} \xi_1^2 b_1(z) + \xi_1 b_2(z) + b_3(z) &= P_z(\xi_1) \\ 2\xi_1 b_1(z) + b_2(z) &= P'_z(\xi_1) \\ \xi_2^2 b_1(z) + \xi_2 b_2(z) + b_3(z) &= P_{z+1}(\xi_2) \end{aligned} \right\}$$

единственным образом, так как для любых различных точек определитель системы $(\xi_2 - \xi_1)^2$ отличен от нуля.

Аналогично при $\xi_2 < x_m$ коэффициенты $b_0(z), b_1(z), b_2(z), b_3(z)$ полинома $R_z(x) = b_0(z)x^3 + b_1(z)x^2 + b_2(z)x + b_3(z)$ также определяются единственным образом ($(\hat{\mathbf{i}}_2 - \hat{\mathbf{i}}_1)^4 \neq 0$).

2) Выдача результаты вычислений $b_0(z), b_1(z), b_2(z), b_3(z)$.

Вычисления закончены.

Приведенное программное обеспечение использовалось при разработке имитаторов динамики полета [1...7].

Литература:

1. Данилов А. М., Гарькина И. А. Сложные системы: идентификация, синтез, управление: монография. — Пенза: ПГУАС, 2011. — 308 с.
2. Данилов А. М., Гарькина И. А., Домке Э. Р. Математическое и компьютерное моделирование сложных систем. — Пенза: ПГУАС, 2011. — 296 с.
3. Будылина Е. А., Гарькина И. А., Данилов А. М., Махонин А. С. Основные принципы проектирования сложных технических систем в приложениях/Молодой ученый. — № 5. 2013. — с. 42–45.
4. Будылина Е. А., Гарькина И. А., Данилов А. М. Моделирование с позиций управления в технических системах/Региональная архитектура и строительство. — 2013. — № 2 (16). — С. 138–143.
5. Лапшин Э. В., Данилов А. М., Гарькина И. А., Ключев Б. В., Юрков Н. К. Авиационные тренажеры модульной архитектуры: монография. — Пенза, ИИЦ ПГУ. — 2005. — 146 с.
6. Гарькина И. А., Данилов А. М. Управление в сложных технических системах: методологические принципы проектирования/Региональная архитектура и строительство. — 2012. — № 1. — С. 39–42.
7. Планирование эксперимента. Обработка опытных данных монография/И. А. Гарькина [и др.]; под ред. проф. А. М. Данилова. — М.: Палеотип, 2005. — 272 с.

Проектирование современного складского комплекса в Алтайском узле

Гришкова Диана Юрьевна, кандидат технических наук, доцент;
Тяботова Анна Александровна, студент
Сибирский государственный университет путей сообщения (г. Новосибирск)

В настоящее время рынок складской недвижимости в Алтайском крае не в полной мере соответствует современным требованиям клиентов.

В основном это постройки, которые нуждаются в модернизации и которые можно отнести к крытым складским помещениям класса «С» (рис. 1). Небольшую часть рынка занимают складские помещения класса «В», которые в основном построены под нужды крупных компаний (часть площадей из них сдается в аренду). Значительный процент складских помещений можно отнести к самому низкому классу «D». Складских помещений класса «А» на рынке не представлено. Также в регионе

наблюдается дефицит складских помещений площадью более 2000 м².

В ходе выполнения аналитических исследований, в которых предполагаемые места развития современных складских комплексов были представлены в двух вариантах: на территории станции Барнаул и на станции Алтайская, был сделан вывод, что сначала нужно развивать терминально-складскую базу на станции Барнаул, так как значительная часть клиентов сосредоточена по городу и на территории грузового двора станции имеется место под строительство небольшого современного складского комплекса. Кроме того, можно воспользоваться уже

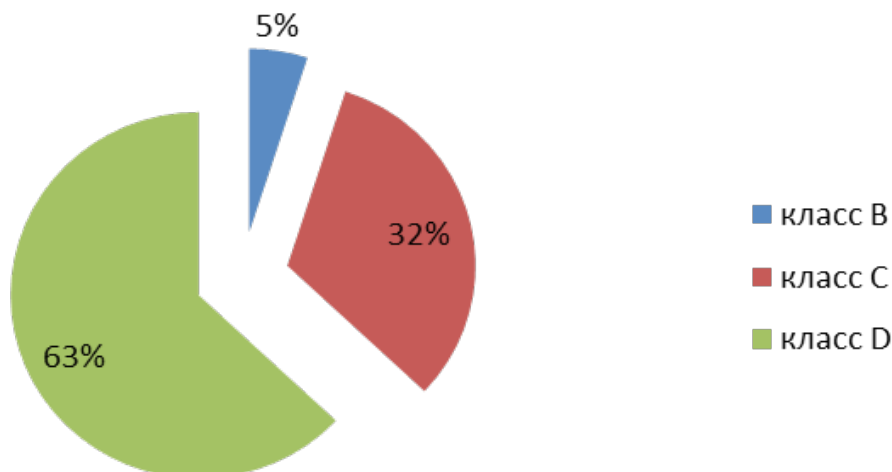


Рис. 1. Структура крытых складов

имеющимися транспортными развязками, примыкающими к территории грузового двора.

Предполагается, что строительство нового складского комплекса категории «А» будет осуществляться между путями № 36 и № 39 грузового двора станции (рис. 2), а складские и бытовые помещения, расположенные в данный момент на части занимаемой территории будут демонтированы. Путь № 36 является погрузо-выгрузочным, полезная длина составляет 323 м. Площадь нового складского комплекса предположительно составит 2080 м², длина 130 м, ширина 16 м и высота 10 м.

Складской комплекс будет иметь ворота по 3 для каждой стороны, что удовлетворяет требованиям ука-

занным в международной классификации складских помещений (не менее одних ворот на каждые 700 м² складской площади), ворота находятся в створе. Ширина автомобильной рампы составляет 1,7 м, ширина железнодорожной рампы составляет 3,2 м, их длины установлены по длине склада и составляют 130 м (рис. 3).

По ширине склада будут располагаться фронтальные паллетные стеллажи компании First Logistik двояными рядами по 18 секций, ширина одной секции составляет 1,2 м, а длина 5,4 м, в высоту секции планируется выполнить в 5 ярусов, каждый ярус высотой 1,5 м. У торцевых стенок планируется разместить одинарные ряды стеллажей шириной 1,2 м. Между секциями стел-

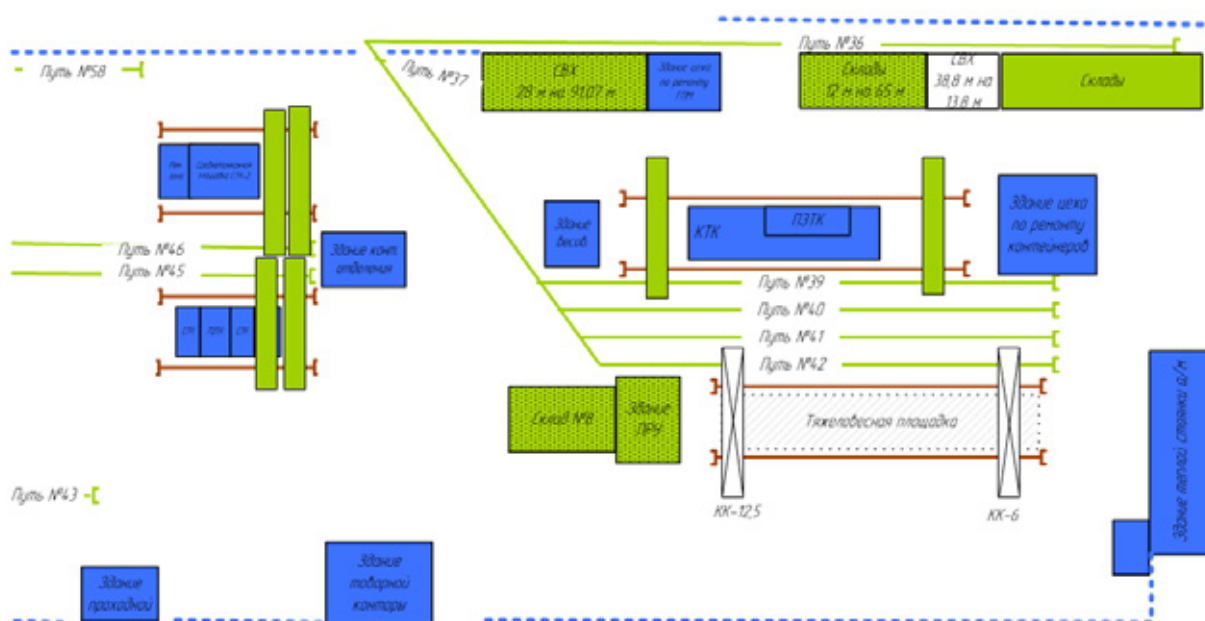


Рис. 2. Схематический план грузового двора станции Барнаул



Рис. 3. План проектируемого складского комплекса



Рис. 4. Примерный график рабочего цикла электропогрузчика при переработке европоддонов

лажей необходимо запроектировать проходы и проезды, шириной 3,65 м, которые в полной мере учитывают габариты средств механизации. С одной из торцевых стен склада предусматривается площадь для производственно-бытовых помещений размером 15x16 м. Между торцами стеллажей и фронтальными стенками склада проектируются проезды шириной 4,95 м. Емкость склада составит 1140 поддоно-мест, площадь — 228 поддоно-мест.

Для оборудования складского комплекса средствами механизации рассмотрено два варианта обслуживания. Первый вариант — обслуживание автомобилей, вагонов и склада одними и теми же средствами механизации — электропогрузчиками грузоподъемностью 2 т и высотой подъема 6400 мм, второй вариант — обслуживание в складской зоне производится самоходными штабелё-

рами грузоподъемностью 2 т и высотой подъема 6000 мм, а обслуживание на железнодорожной и автомобильной рампах производится электропогрузчиками грузоподъемностью 2 т и высотой подъема 3000 мм.

Для того чтобы определить необходимое количество электропогрузчиков по первому варианту обслуживания, составим технологический график их работы (рис. 4).

Время работы погрузчика определяется:

$$T_{\text{раб}} = t_{\text{раб}} - 1,5$$

где $t_{\text{раб}}$ — количество часов в смене, ч, $t_{\text{раб}} = 8$ ч;

1,5 — время на обед и прием-сдачу смены, ч.

$$T_{\text{раб}} = 8 - 1,5 = 6,5 \text{ ч.}$$

Электропогрузчик перерабатывает 1 европоддон за 2 мин 10 с, для того, чтобы переработать 400 европоддонов, ему потребуется 14 ч 24 мин. Исходя из того, что рабочее

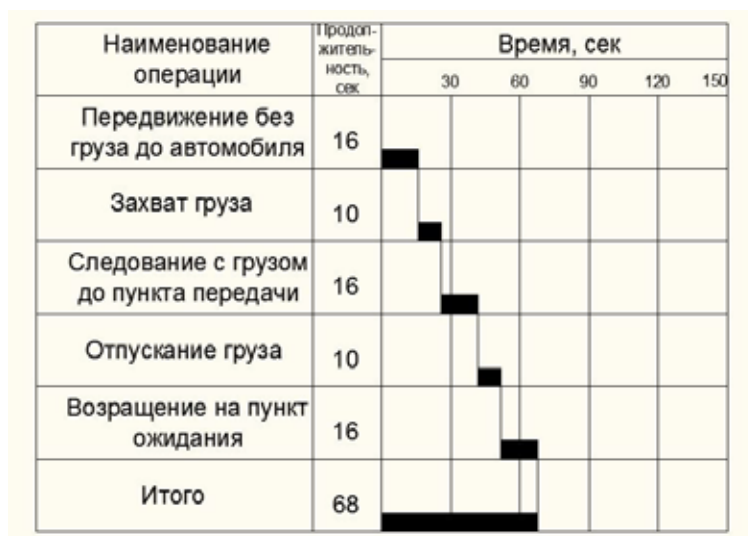


Рис. 5. Примерный график рабочего цикла при переработке европоддонов на железнодорожной и автомобильной рампах



Рис. 6. Примерный график рабочего цикла при переработке европоддонов самоходным штабелером

время электропогрузчика составляет 6,5 часов, потребуется 3 электропогрузчика.

Рассмотрим второй вариант. Поскольку в этом случае складской комплекс условно разделен на 3 зоны (складское помещение, автомобильная и железнодорожная рампы), то необходимо составить технологические графики работ средств механизации в этих зонах отдельно. Примерный график рабочего цикла электропогрузчика приведен на рис. 5.

Электропогрузчик перерабатывает 1 европоддон за 1 мин 8 с, для того, чтобы переработать 400 европоддонов, ему потребуется 7 ч 32 мин. Исходя из того, что рабочее время электропогрузчика составляет 6,5 часов, потребуется 2 электропогрузчика по одному на каждой из рамп.

Примерный график рабочего цикла самоходного штабелера приведен на рис. 6.

Штабелер перерабатывает 1 европоддон за 2 мин 36 с, для того, чтобы переработать 400 европоддонов, ему по-

требуется 17 ч 20 мин. Исходя из того, что рабочее время штабелера составляет 6,5 часов, потребуется 3 самоходных штабелера.

Произведен расчет приведенных расходов по первому и второму предлагаемым вариантам обслуживания. При расчете учитывалась закупочная стоимость средств механизации, фонд заработной платы водителей погрузчиков и штабелеров, амортизационные отчисления, расходы на ремонт и т. д.

Приведенные расходы по первому варианту обслуживания составили 4390439,7 руб, по второму варианту — 6167117,7 руб.

При сравнении двух вариантов по приведенным расходам разница составляет 1776678 руб., следовательно, можно сделать вывод, что экономически целесообразно осуществлять обслуживание складского комплекса по первому варианту, т. е. тремя электрическими вилочными погрузчиками.

Литература:

1. Гаджинский А. М. Логистика: учебник. — М.: Дашков и К°, 2010. — 410 с.
2. Концепция создания терминально-логистических центров на территории российской федерации. — М., 2012.
3. Резер С. М. Логистика экспедирования грузовых перевозок — М., 2002. — 472 с.
4. Романов В. А., Корнеев М. В. Разработка проекта транспортно-грузового комплекса: Методические указания к курсовому и дипломному проектированию по дисциплине «Транспортно-грузовые системы». — Новосибирск: Изд-во СГУПС, 2008. — 48 с.

Свойства цементных сухих строительных смесей при введении в их рецептуру синтезированных алюмосиликатов

Жегера Кристина Владимировна, аспирант
Пензенский государственный университет архитектуры и строительства

Приведены сведения о влиянии синтезированных алюмосиликатов на структурообразование и свойства цементной сухой строительной смеси. Выявлено повышение прочности при сжатии цементных образцов при воздушно-сухом твердении. Изучен характер изменения пористости цементного камня при введении в его рецептуру синтезированной добавки.

Ключевые слова: сухие строительные смеси, синтезированные алюмосиликаты, структурообразование, прочность, коэффициент водопоглощения, пористость.

В настоящее время одним из наиболее динамично развивающихся сегментов строительного рынка России является рынок сухих строительных смесей (ССС). Для регулирования структуры и свойств СССР в рецептуру вводят модифицирующие добавки, преимущественно, зарубежного производства, такие как метилцеллюлоза, Вегто-соол и другие, что значительно увеличивает себестоимость отечественных СССР. В связи с этим актуальным вопросом является разработка отечественных модифицирующих добавок, что обеспечит снижение стоимости СССР.

Проведенные ранее исследования [1,2,3] подтвердили эффективность введения в рецептуру отделочных известковых СССР нанодисперсных добавок, способствующих повышению стойкости известковых покрытий — золя кремниевой кислоты, синтезированных гидросиликатов кальция (ГСК), органоминеральных добавок.

В продолжение дальнейших исследований предложено вводить в рецептуру цементных композиций синтезированные алюмосиликаты в качестве водоудерживающей и структурообразующей добавки. Технология получения синтезируемой добавки заключалась в осаждении алюмосиликатов из натриевого жидкого стекла сульфатом алюминия $Al_2(SO_4)_3$ [4].

Установлено, что синтезированные алюмосиликаты характеризуются высокой активностью, составляющей более 350 мг/г. Удельная поверхность получаемого порошка, определенная методом БЭТ, составляет $S_{уд} = 86,5 \pm 3,5$ м²/г.

Для проведения исследований применялся Вольский цемент марки 400. Образцы изготавливались с оптимальным водоцементным отношением В/Ц, равным В/Ц=0,43.

Определялась нормальная плотность и сроки схватывания цементного теста при введении в его рецептуру добавки на основе синтезированных алюмосиликатов (табл. 1.).

Анализируя полученные данные, можно утверждать, что композиционное цементное вяжущее, в состав которого введена синтезируемая добавка, имеет более высокое значение нормальной плотности цементного теста, составляющее 34–41 % в зависимости от содержания добавки. Наблюдается ускорение сроков схватывания. Так, у цементного теста без содержания добавки начало и конец схватывания соответственно составляют 2 ч 30 мин и 5 ч, а у композиционного вяжущего, содержащего 20 % синтезированных алюмосиликатов, соответственно — 40 мин и 1 ч 30 мин. С увеличением содержания синтезированных алюмосиликатов в рецептуре композиционного вяжущего сроки схватывания ускоряются.

Проведены испытания на прочность при сжатии образцов, набирающих прочность во влажных (рис. 1.) и воздушно-сухих условиях (рис. 2.). Для изготовления образцов было выбрано оптимальное соотношение воды и цемента В/Ц, равное В/Ц=43 %.

Анализ данных рис. 1. показал, что синтезируемая добавка на основе алюмосиликатов снижает прочность при сжатии цементного камня при твердении во влажных условиях (температура $18 \pm 2^\circ C$, относительная влажность воздуха 90–100 %) в возрасте 90 суток на 17,7–21,4 %, в зависимости от содержания добавки. Анализ экспериментальных данных, приведенных на рис. 2., свидетельствует, что при введении в рецептуру цементного камня синтезируемой добавки повышается прочность при сжатии

Таблица 1. Изменение нормальной плотности и сроков схватывания цементного теста в зависимости от содержания добавки

Содержание добавки (%), от массы цемента	Нормальная плотность цементного теста НГЦТ, %	Сроки схватывания	
		Начало схватывания	Конец схватывания
-	28	2ч 30мин	5ч
10	34	50мин	1ч 40 мин
20	41	40 мин	1ч 30 мин

в возрасте 90 суток воздушно-сухого твердения (температура $18 \pm 2^\circ\text{C}$, относительная влажность воздуха 60–70%) на 27,9–50,1% в зависимости от содержания добавки.

Очевидно, что твердение цементного камня на основе композиционного вяжущего в воздушно-сухих условиях происходит в более благоприятных влажностных усло-

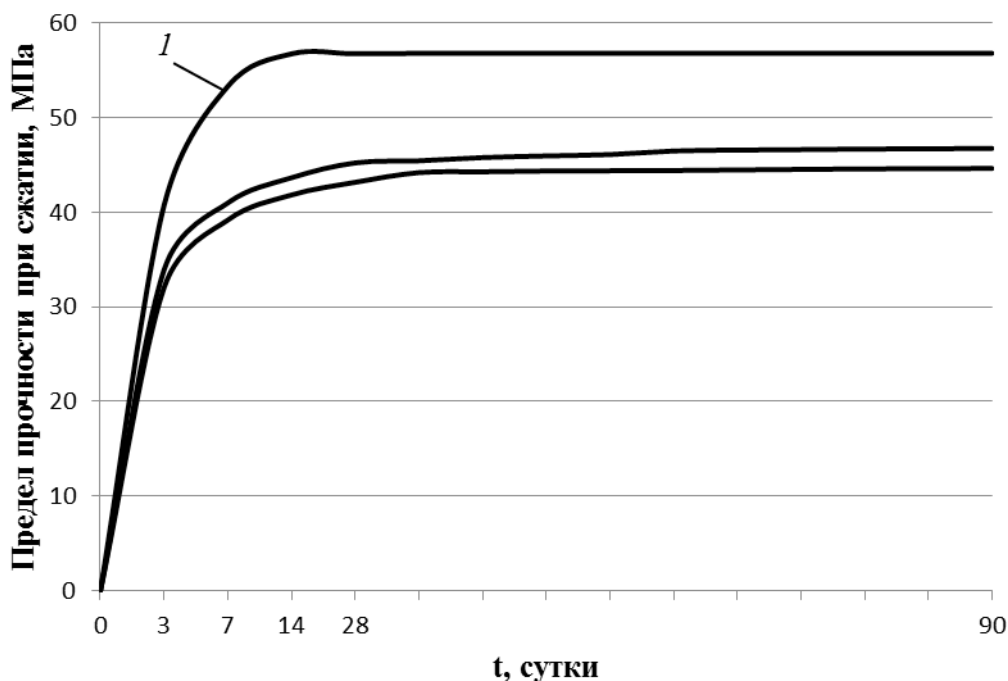


Рис. 1. Кинетика набора прочности образцов, твердевших во влажных условиях: 1 — контрольный образец; 2 — композиционное вяжущее (содержание добавки синтезированного алюмосиликата 10% от массы цемента); 3 — композиционное вяжущее (содержание добавки 20% от массы цемента).

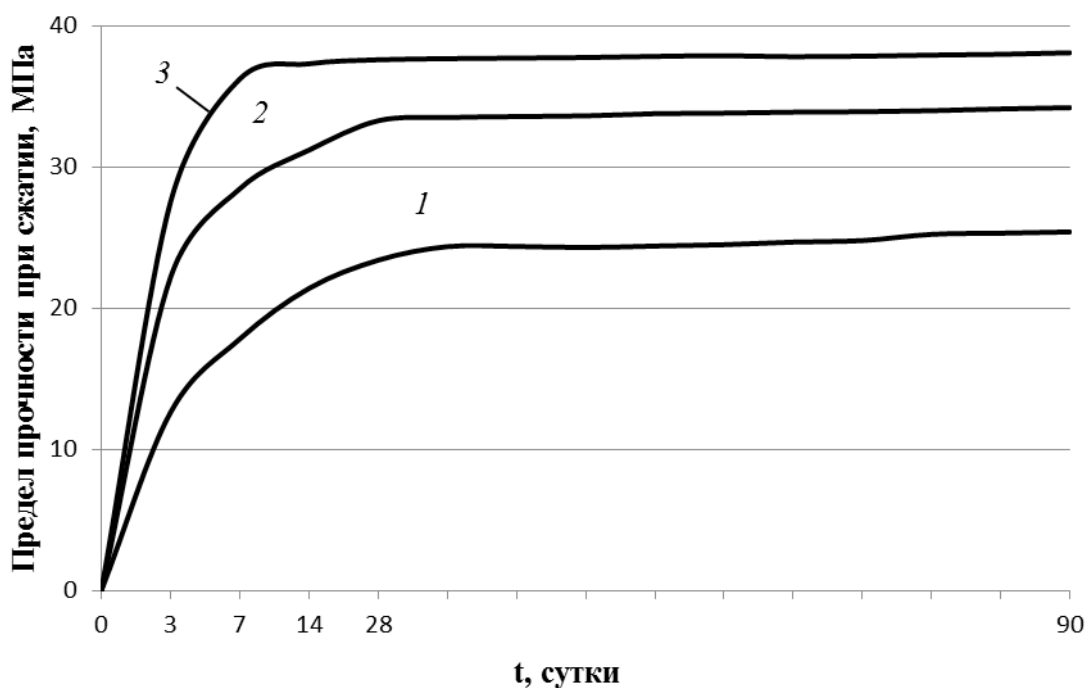


Рис. 2. Кинетика набора прочности образцов в воздушно-сухих условиях: 1 — контрольный образец; 2 — композиционное вяжущее (содержание добавки синтезированного алюмосиликата 10% от массы цемента); 3 — композиционное вяжущее (содержание добавки 20% от массы цемента).

Таблица 2. Изменение значения пористости цементного камня в зависимости от содержания добавки

Составы	Пористость, %				
	общая	открытая	капиллярная	гелевая	контракционная
контрольный	41,1	29,4	18,7	15,5	7,0
10% добавки	40,3	30,9	16,7	16,3	7,3
20% добавки	38,3	39,1	12	18,1	8,2

виях, т. к. синтезируемая добавка обладает влагоудерживающей способностью.

Установлено, что введение в рецептуру цементного камня синтезированных алюмосиликатов приводит к увеличению значения водопоглощения. Так, значение водопоглощения контрольного образца составляет $W = 18,6\%$, а при введении синтезируемой добавки в количестве 10% и 20% от массы цемента — соответственно $W = 19,4$ и $W = 19,7$. Введение в рецептуру цементного камня добавок метилцеллюлоза марки FMC 2094 и Вегтокол 425 приводит к повышению водопоглощения, составляющего соответственно 21,3% и 20,3%.

Полученные данные свидетельствуют об увеличении количества открытых пор в структуре цементного камня при введении в его рецептуру синтезированной добавки на основе алюмосиликатов (табл. 2.).

Как видно из данных, приведенных в табл. 2., в це-

ментном камне, содержащим в рецептуре синтезированную добавку, наблюдается увеличение открытой, гелевой и контракционной пористости, а так же уменьшение общей и капиллярной пористости по сравнению с контрольным образцом, что приводит к повышению стойкости цементного композита [5].

Проведенные экспериментальные исследования свидетельствуют что применение композиционного вяжущего, включающего синтезированные алюмосиликаты, приводит к формированию более прочной структуры цементного камня при твердении в воздушно-сухих условиях. Таким образом, установлено, что добавка на основе синтезированных алюмосиликатов может с успехом применяться в качестве структурообразующей и водоудерживающей добавки в рецептуре цементного камня, взамен импортных добавок (метилцеллюлозы и Вегтокол).

Литература:

1. Логанина В.И. Исследование закономерностей влияния золя кремниевой кислоты на структуру и свойства диатомита [Текст]/В.И. Логанина, О.А. Давыдова, Е.Е. Симонов // Строительные материалы. — 2011. — № 12. — С. 63.
2. Логанина В.И., Свойства известковых композитов с силикатсодержащими наполнителями [Текст]/В.И. Логанина, Л.В. Макарова, К.А. Сергеева // Строительные материалы. — 2012. — № 3. — С. 30–31.
3. Логанина В.И., Перспективы изготовления органо-минеральной добавки на основе отечественного сырья [Текст]/В.И. Логанина, Н.А. Петухова, В.Н. Горбунов, Т.Н. Дмитриева // Известия высших учебных заведений. Строительство. — 2009. — № 9. — С. 36–39.
4. Логанина В.И. Реологические свойства композиционного известкового вяжущего с применением синтетических цеолитов [Текст]/В.И. Логанина, С.Н. Кислицына, Л.В. Макарова, М.А. Садовникова // Известия высших учебных заведений. Строительство. — 2013. — № 4. — С. 37–42.
5. Г.И. Горчаков Повышение морозостойкости бетона в конструкциях промышленных и гидротехнических сооружений [Текст]/Г.И. Горчаков, М.М. Капкин, Б.Г. Скрамтаев // М.: «Стройиздат». — 1965. — 190с.

Обоснование варианта подачи резервного энергоснабжения для критических групп оборудования в условиях отказа дизель-генератора энергоблока АЭС с реактором ВВЭР-1000

Игнатенко Александр Сергеевич, студент

Национальный технический университет Украины «Киевский политехнический институт»

Целью данной работы является исследование существующего дефицита надежности в отношении электроснабжения основных элементов, влияющих на риск в условиях полного обесточивания энергоблока. Моделирование совершается с помощью программного кода SAPHIRE.

Ключевые слова: SAPHIRE, АЭС, дерево отказов, дерево событий, дизель-генератор, ИСА, обесточивание, оборудование, ЧПАЗ, энергоблок.

Вступление

Целью данного анализа является исследование существующего дефицита надежности в отношении электроснабжения основных элементов, влияющих на риск в условиях полного обесточивания энергоблока. В рамках анализа под полным обесточиванием понимают полную потерю секций нормального электроснабжения собственных нужд (ВА-ВД) и наложением отказов трех дизелей системы надежного электроснабжения GV-GX. Также, необходимо учесть, что описанные выше отказы не восстанавливаются у пределах развития аварийной ситуации. Для восстановления электроснабжения возможны лишь альтернативные варианты с подключением внешних источников к секциям надежного питания BV-VX. В качестве внешних источников рассматриваются:

- передвижные электростанции;
- газотурбинные установки;
- дополнительный дизель-генератор;
- ОРДЭС;
- система собственных нужд другого энергоблока.

Для определения дефицита надежности исследованию подлежит существующая вероятностная модель для кода SAPHIRE энергоблока №2 ХАЭС, яка адекватно отражает структуру электроснабжения всех основных элементов технологических систем, что принимают участие в ослаблении последствий аварий. Стоит отметить, что существующее в рамках ВАБ дерево событий «Обесточивание всех секций нормальной эксплуатации» (код ИСА Т1) не удовлетворяет в полной мере критериям, сформулированным для данного анализа, так как:

- описывает потерю электроснабжения собственных нужд при отключении энергоблока от сети (ВНВ-330) и остановке турбогенератора (КАГ-24) с посадкой СК ТГ. Причинами аварии, что рассматривается в таком контексте, является нарушение стойкости энергосистемы, короткие замыкания во внешней сети или в электрооборудовании подстанций АЭС. Таким образом, отказ секций собственных нужд происходит не по причине отказа оборудования, а вследствие невоз-

можности выполнения необходимой функции безопасности. При этом сами секции остаются потенциально работоспособными;

- запуск дизель — генераторов системы надежного электроснабжения GV-GX может быть после обесточивания секций надежного питания 2-ой категории;

- под восстановлением электроснабжения стоит учитывать возможность восстановления внешнего питания на работоспособные секции собственных нужд ВА-ВД.

Учитывая вышесказанное, дерево событий с кодом Т1 не может быть полностью использовано для адекватной оценки предложенных мер.

Общий подход к моделированию межсистемных зависимостей, реализованный в интегральной модели для кода SAPHIRE энергоблока №2 ХАЭС, учитывая все возможные связи с системами электроснабжения на уровне так называемой «нижней логики», то есть в системных деревьях отказов технологических систем, важных для риска. Модель учитывает все возможные пути электроснабжения элемента независимо от наличия факта обесточивания.

Анализ дефицитов электроснабжения выполняется на уровне «нижней логики», которая адекватно описывается минимальными критичными сечениями, что генерируются расчетным кодом SAPHIRE на основе полной интегральной модели. Такой подход является наиболее точным, поскольку учитывает весь комплекс аварийных последовательностей, а значит и необходимых функций безопасности и технологических систем, что их реализуют.

Ранжирование элементов технологических систем проводится по их вкладу в риск. При этом используется стандартный анализ значимости по Фусселю-Веселю (FV Importance). На таком ранжировании основана разработка рекомендованного списка критического оборудования.

Для каждого предложенного пути восстановления электроснабжения разрабатывается соответствующая модель в расчетном коде SAPHIRE, которая количественно оценивается и анализируется по критериям вклада в риск.

1 Описание дерева событий

1.1 Актуальность и цель исследования

Целью данной работы является исследование существующего дефицита надежности в отношении электроснабжения основных элементов, влияющих на риск в условиях полного обесточивания энергоблока. В рамках анализа под полным обесточиванием понимают полную потерю секций нормального электроснабжения собственных нужд (ВА — ВД) и наложением отказов трех дизелей системы надежного электроснабжения GV — GX. Необходимо учитывать, что описанные выше отказы не восстанавливаются в рамках развития аварийной ситуации, и для восстановления электроснабжения возможны только альтернативные пути с подключением внешних источников в секции надежного питания BV — BX [1]. Актуальность данного анализа нашла свое выражение в КСПБ В-320 [2] в котором значительное внимание уделено проблемам надежного электроснабжения АЭС, что свидетельствует об их важности и крайней значимости. Вместе с тем следует отметить, что должного освещения в публикациях данная проблематика так и не получила. Имеется большое количество статей посвященных исследованию эффективности использования вероятностных методов (в том числе и программного кода SAPHIRE) для оценки безопасности АЭС как в общих чертах [3, 4, 5, 6], так и в случае конкретной аварийной ситуации [7], а также работ, касающихся проблем надежности электроснабжения АЭС [8, 9, 10, 11]. Тем не менее, в оцененном объеме не было найдено ни одной статьи, которая объединяла бы эти два вопроса. Таким образом, можно уверенно заявить, что работа по обоснованию варианта резервного электроснабжения энергоблока АЭС в условиях отказа ДГ с помощью расчетного кода SAPHIRE является весьма важным шагом в недостаточно изученной проблематике.

1.2 Общая характеристика дерева событий

Дерево событий — это графическая модель, упорядочивает и отражает процесс протекания аварии (выполнение функций безопасности или работу системы) в соответствии с требованиями по ослаблению исходных событий. Оно показывает, как реагируют системы АС на рассматриваемое исходное событие, будут ли выполнены при этом функции безопасности, условия безопасной эксплуатации и как, в результате, отразится исходное событие на ядерно-опасном объекте.

Каждое дерево событий включает в себя диаграмму состояний (граф) и таблицу, поставленные в соответствие друг другу. Диаграмма состояний (граф) представляет собой систему из горизонтальной и вертикальных линий, разветвляющихся слева направо вдоль последовательно поставленных ячеек таблицы. В левой крайней ячейке таблицы указывается исходное событие или его условное обозначение. Разветвление горизонтальной линии в пределах какой-либо ячейки таблицы означает либо осуществление (верхняя ветвь), или неосуществления (нижняя ветвь) события указанного в ячейке. В правой части диа-

граммы в соответствующих ветвях указываются возможные конечные состояния [12].

Программные возможности SAPHIRE 8 позволяют легко изменять тип и вероятность исходного события, а также добавлять или удалять системы, от функционирования которых зависит характер ее протекания. При моделировании конечных состояний учитывались возможности выполнения функций одной системы другой (например, в случае отказа системы БРУ-К (RC) ее функции могут быть выполнены БРУ-А (TX50—80S05)).

1.3 Описание дерева событий данной модели

В данной модели задается определенное исходное событие из расширенного перечня ИСА для ХАЭС (например, «Большая течь первого контура»), и ее вероятность. В таблице указываются системы АЭС в порядке их реагирования на исходное событие. Указываются не все системы АЭС, а лишь те, которые принимают участие в ликвидации последствий ИСА и/или отказ которых наиболее вероятен. В правой части диаграммы указываются конечные состояния: «ОК» — если при таком протекании ИСА угрозы функционированию станции не возникнет и «CD» — если существует вероятность повреждения активной зоны. Во втором случае производится расчет этой вероятности. Дерево событий для данной модели построено в SAPHIRE 8 приведено на Рис. 1.1.

Список критических функций безопасности в условиях полного обесточивания наведен в таблице 1.1 [13].

Поскольку работа посвящена исследованию проблем электроснабжения, особое внимание уделяется системам электроснабжения. В соответствии с действующими нормами [14], энергоснабжения ключевых систем обеспечения и систем управления атомных, электростанций от оборудования собственной генерации должно быть резервированной подсоединением к внешним источникам электроэнергии по линиям электропередач, штатными резервными ДГ, а также аварийными источниками электроснабжения. В случае аварии на АЭС и невозможности обеспечить электроснабжение систем собственных нужд от оборудования собственной генерации, оно должно обеспечиваться резервными ДГ, а в случае их отказа — аварийными источниками электроснабжения, которые могут обеспечить питание именно того оборудования, которое критически необходимо на данный момент.

На атомных электростанциях таким оборудованием являются циркуляционные и другие насосы, электрифицированные задвижки, вентиляционные насосы и системы управления. Они должны функционировать даже при разрушении всех своих основных и резервных систем электроснабжения АЭС в результате катастроф природного, техногенного или иного характера. Конечной целью в этом случае является недопущение разрушения собственно реактора, хранилищ ядерного топлива и других ключевых объектов АЭС, ТЭС и ГЭС [14].

Они не обозначены на дереве событий, поскольку эти системы напрямую не участвуют в ликвидации последствий ВПА, но переходы трансферы на них на каждом

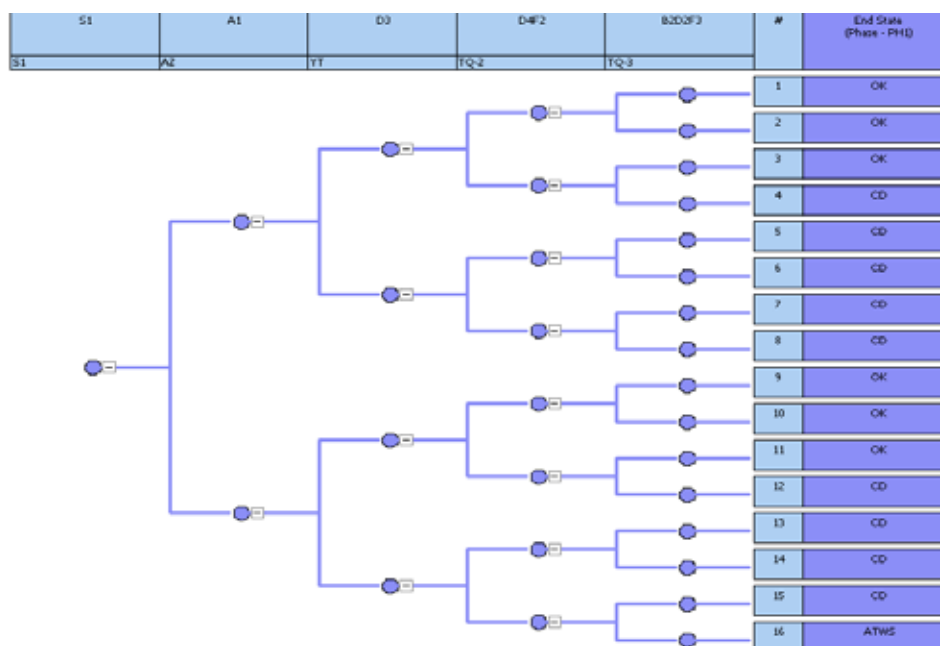


Рис. 1.1. Дерево событий для ИСА S1 «Большая течь первого контура»

Таблица 1.1 Список критических функций безопасности

Функция безопасности	Системы, выполняющие функцию безопасности	Код системы
A1	Аварийная защита	A3
D3	Система гидроемкостей CA03	Y1
D4F2	CA03 НД	TQ 12/32
B2D2F3	CA03 ВД	TQ 13/33

элементе нуждающемся в энергоснабжении (исключение составляют элементы, которые в случае обесточивания способны выполнить необходимые функции благодаря заряду аккумуляторных батарей). Смоделированы три системы электроснабжения: система электроснабжения собственных нужд (секции BA-BD, в модели обозначена как SESN) система надежного электроснабжения (BV-VX, в модели SNE) общеблочная система надежного электроснабжения (BJ-BK, в модели ORDES). Как и в других системах, на их деревьях отказов присутствуют лишь элементы, отказ которых наиболее вероятен. Поскольку элементы технических систем, требующих энергоснабжения, питаются от отдельных секций и принадлежат к разным категориям электроснабжения, каждая секция построена отдельно и объединена в систему благодаря трансфера. Обесточивание электростанции моделируется благодаря введению условного события XHOS — LOSP, отказ дизель-генераторов — благодаря наличию базисных событий, описывающих отказ на запуск дизель-генераторов. При совпадении этих условий вероятность повреждения активной зоны при событии T5 «Разрыв трубопровода питательной воды в пределах гермооболочки» увеличивается с 4,446E-04 до 1,358E-02.

Установка резервных источников энергоснабжения моделируется путем добавления на деревья отказов систем электроснабжения дополнительных элементов. На данный момент наиболее вероятными считаются такие варианты, как:

- 1) Использование общеблочной РДЭС;
- 2) Использование газотурбинной установки;
- 3) Использование дополнительного дизель-генератора.

Также рассматривается подключение этих источников к различным секциям электроснабжения: BV, BW, VX для варианта 2 и VW, VX для варианта 3 [15]. При обесточивании энергоблока вероятность повреждения активной зоны при T5 составляет: для варианта 1—1,458E-03, для варианта 2 с подключением к секции BV — 1,054E-02, для варианта 2 с подключением к секции BW — 1,030E-02, для варианта 2 с подключением к секции VX — 7,096E-03, для варианта 3 с подключением к секции BW — 1,030E-02, для варианта 3 с подключением к секции VX — 7,096E-03.

1.4 Деревя отказов

В свою очередь, каждая система моделировалась с помощью дерева отказов. Дерево отказов представляет

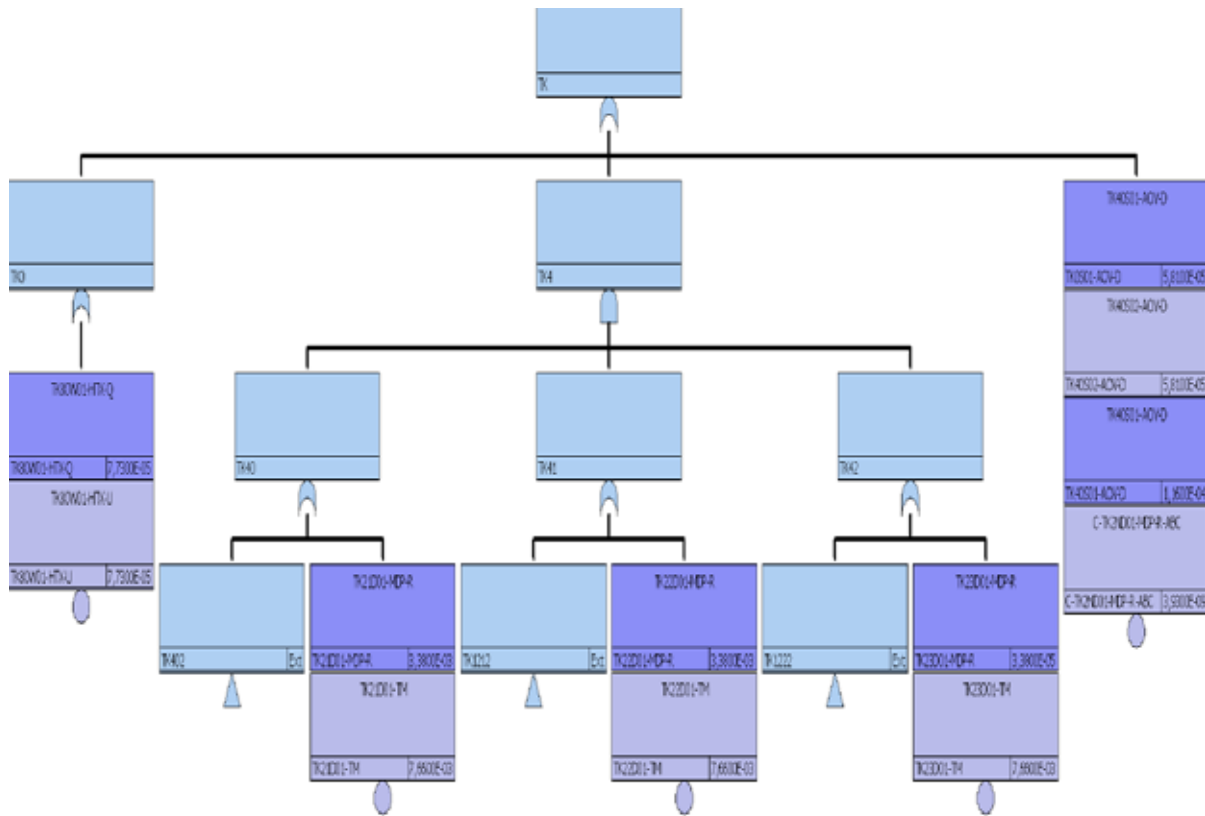


Рис. 1.2. Дерево отказов системы продувки-подпитки

собой графическую модель различных последовательных и параллельных соотношений отказов, которые приведут к реализации предварительно определенной нежелательной системы (в данном случае, отказа системы или невозможности выполнению ею конкретных функций необходимых для ликвидации последствий заданной исходного события). Отказами — базисными событиями могут быть события, связанные с выходом из строя элементов системы, ошибками персонала, неготовностью оборудования вследствие технического обслуживания и испытаний или с другими обстоятельствами, которые могут привести к нежелательному событию. Таким образом, дерево отказов отражает логические взаимосвязи базисных событий, которые приводят к нежелательному событию, представляющему собой верхнее событие дерева отказов. Схемы деревьев отказов точно определяются логическими комбинациями базисных событий, которые приводят к верхнему событию [12]. Дерево отказов системы продувки-подпитки изображено на рис. 1.2.

В деревьях отказов систем рассматривается не все оборудование системы и не все типы его отказов, а лишь то оборудование, что является наиболее важным для функционирования системы и/или вероятность отказов которого является наибольшей. Также учтены отказы по общей причине — одновременные отказы однотипного оборудования на уровне канала или всей системы. Взаимосвязи между системами моделируются с помощью трансферов (например, система борного ре-

гулирования (ТВ) не выполняет своих функций при отказе системы продувки-подпитки (ТК), поэтому в дереве отказов системы ТВ включен трансфер на дерево отказов системы ТК).

2 Результаты расчетов

Результаты расчета частот повреждения активной зоны для исходных событий аварий, для шести вариантов, описанных выше, приведены в таблице 2.1.

На этапе качественного анализа оборудования, отказ которого приводит к повреждению активной зоны, был определен перечень критической группы оборудования, необходимого для приведения энергоблока в безопасное конечное состояние, для которого, в первую очередь, необходимо выполнить восстановление энергоснабжения.

В результате количественной оценки ЧПАЗ от ИСА, при различных вариантах восстановления электроснабжения секций 6 кВ второй категории надежности систем безопасности сделано выводы, что в качестве дополнительных источников электроснабжения при потере секций ОП и отказа ДГ САЭ, наиболее удовлетворительным из рассматриваемых вариантов является вариант с использованием ДГ ОРДЭС для питания систем:

- продувки — подпитки первого контура (ТК);
- БРУ-К (RC);
- вспомогательной питательной воды (RL50);
- борного регулирования (ТВ10).

Таблица 2.1. Результаты расчета частот повреждения активной зоны для ИСА

ИСА	ЧПАЗ при обесточивании с отказом ДГ, 1/год	ЧПАЗ при реализации Варианта 1, 1/год	ЧПАЗ при реализации Варианта 2 к секции BV, 1/год	ЧПАЗ при реализации Варианта 2 к секции BW, 1/год	ЧПАЗ при реализации Варианта 2 к секции VX, 1/год	ЧПАЗ при реализации Варианта 3 к секции BW, 1/год	ЧПАЗ при реализации Варианта 3 к секции VX, 1/год
R	2,700E-07	2,700E-07	2,700E-07	2,700E-07	2,700E-07	2,700E-07	2,700E-07
S1	1,758E-04	7,207E-06	8,799E-05	8,799E-05	1,976E-05	8,721E-05	1,976E-05
S2	8,591E-04	8,806E-06	8,047E-05	8,047E-05	8,016E-05	8,403E-05	8,016E-05
S3	7,927E-02	8,707E-04	1,087E-02	1,087E-02	2,272E-03	1,087E-02	2,272E-03
S4	8,161E-01	6,100E-03	7,584E-02	7,584E-02	1,582E-02	7,584E-02	1,582E-02
T1	2,251E-02	1,864E-03	2,532E-02	2,503E-02	4,754E-03	2,503E-02	4,754E-03
T10	1,173E-02	1,617E-04	2,650E-03	2,586E-03	1,970E-03	2,586E-03	1,970E-03
T11	1,748E-01	2,411E-03	3,951E-02	3,857E-02	3,060E-02	3,857E-02	3,060E-02
T12	7,048E-02	9,729E-04	1,621E-02	1,584E-02	1,246E-02	1,621E-02	1,246E-02
T13	2,648E-05	2,278E-06	2,672E-05	2,646E-05	4,994E-06	2,646E-05	4,994E-06
T2	5,339E-03	8,204E-05	1,207E-03	1,178E-03	1,039E-03	1,178E-03	1,039E-03
T31	6,260E-01	8,634E-03	1,415E-01	1,381E-01	1,095E-01	1,381E-01	1,095E-01
T32	6,887E-02	5,386E-03	6,947E-02	6,904E-02	1,434E-02	6,904E-02	1,434E-02
T33	2,327E-02	3,667E-04	5,397E-03	5,633E-03	4,044E-03	5,633E-03	4,044E-03
T41	4,207E-01	3,371 E-02	7,683E-02	3,866E-02	5,510E-02	3,866E-02	5,510E-02
T42	3,465E-02	1,410E-03	3,712E-03	1,892E-03	1,614E-03	1,892E-03	1,614E-03
T5	1,358E-02	1,457E-03	1,063E-02	1,047E-02	8,446E-03	1,047E-02	8,446E-03
T61	2,970E-02	3,192E-03	2,306E-02	2,253E-02	1,551E-02	2,253E-02	1,551E-02
T62	1,096E-03	1,227E-04	1,045E-03	1,045E-03	2,507E-04	1,045E-03	2,507E-04
T7	2,690E-05	2,314E-06	2,713E-05	2,690E-05	5,073E-06	2,690E-05	5,073E-06
T8	1,286E-02	1,146E-03	1,292E-02	1,225E-02	2,868E-03	1,225E-02	2,868E-03
T9	8,144E-02	6,368E-03	8,214E-02	8,147E-02	1,697E-02	8,147E-02	1,697E-02
Все	2,494E+00	7,428E-02	5,985E-01	5,511E-01	2,963E-01	5,511E-01	2,963E-01

При реализации данного варианта условное значение ЧПАЗ будет составлять 7,428E-02. В условиях нормального функционирования АЭС это уменьшит условное значение ЧПАЗ с 8,230E-04 до 2,451 E-05.

Конфигурация систем, оборудование которых подключено к секциям 6/0,4 кВ ОРДЭС позволяет обеспечить отвод тепла от РУ в течение часа. При этом РУ находится в состоянии «горячий останов». Для расхолаживания, перевода и поддержания РУ в состоянии «холодный останов» необходимо восстановление ряда оборудования СБ.

Таким образом, учитывая вышесказанное, в качестве наиболее удовлетворительного варианта может быть рассмотрен вариант восстановления энергоснабжения одной из секций СБ 6/0,4 кВ (BV, BW, VX) от дополнительного ДГ. В качестве дополнительного ДГ может быть использован любой из двух ДГ ОРДЭС. При этом наиболее удовлетворительным вариантом, с точки зрения вероятностной оценки, является восстановление электроснабжения на секции 6/0,4 кВ 3-го канала СБ (VX).

При реализации данного варианта условное значение ЧПАЗ будет составлять 2,963E-01. При нормальном

функционировании АЭС ЧПАЗ уменьшится до 9,778E-05.

Выше был определен перечень систем, питание которых от аварийных источников электроснабжения является наиболее целесообразным. Средства SAPHIRE не позволяют определить зависимость качества функционирования этих систем от времени начала их электроснабжения, поскольку данный программный код создан для расчета стационарных процессов. Поэтому должна быть рассмотрена приоритетность каждой из систем.

При этом должна быть учтена специфика работы выбранных систем. Так, в частности, система борного регулирования (ТВ10) не может выполнять свои функции при нерабочей системе продувки-подпитки (Т), поэтому оценивать необходимо электроснабжение совокупности этих систем. Как результат, расчет был проведен для трех вариантов:

- системы продувки-подпитки первого контура и борного регулирования (ТК + ТВ10);
 - БРУ-К (RC);
 - система вспомогательной питательной воды (RL50).
- Результаты расчета приведены ниже (табл. 2.2–2.4).

Таблица 2.2. Результаты расчета частот повреждения активной зоны для ИСА при электроснабжении систем ТК+ТВ10

ИСА	ЧПАЗ при обесточивании с отказом ДГ, 1/год	ЧПАЗ при реализации Варианта 1, 1/год	ЧПАЗ при реализации Варианта 2 к секции BV, 1/год	ЧПАЗ при реализации Варианта 2 к секции BW, 1/год	ЧПАЗ при реализации Варианта 2 к секции VX, 1/год	ЧПАЗ при реализации Варианта 3 к секции BV, 1/год	ЧПАЗ при реализации Варианта 3 к секции VX, 1/год
R	2,700E-07	2,700E-07	2,700E-07	2,700E-07	2,700E-07	2,700E-07	2,700E-07
S1	1,758E-04	7,207E-06	8,799E-05	8,799E-05	1,976E-05	8,721E-05	1,976E-05
S2	8,591E-04	8,806E-06	8,047E-05	8,047E-05	8,016E-05	8,403E-05	8,016E-05
S3	7,927E-02	1,397E-03	1,177E-02	1,177E-02	2,430E-03	1,177E-02	2,430E-03
S4	8,161E-01	9,789E-03	8,211E-02	8,211E-02	1,692E-02	8,211E-02	1,692E-02
T1	2,251E-02	1,864E-03	2,532E-02	2,503E-02	4,754E-03	2,503E-02	4,754E-03
T10	1,173E-02	1,617E-04	2,650E-03	2,586E-03	1,970E-03	2,586E-03	1,970E-03
T11	1,748E-01	2,411E-03	3,951E-02	3,857E-02	3,060E-02	3,857E-02	3,060E-02
T12	7,048E-02	9,729E-04	1,621E-02	1,584E-02	1,246E-02	1,621E-02	1,246E-02
T13	2,648E-05	2,278E-06	2,672E-05	2,646E-05	4,994E-06	2,646E-05	4,994E-06
T2	5,339E-03	8,204E-05	1,207E-03	1,178E-03	1,039E-03	1,178E-03	1,039E-03
T31	6,260E-01	8,634E-03	1,415E-01	1,381E-01	1,095E-01	1,381E-01	1,095E-01
T32	6,887E-02	5,386E-03	6,947E-02	6,904E-02	1,434E-02	6,904E-02	1,434E-02
T33	2,327E-02	3,667E-04	5,397E-03	5,633E-03	4,044E-03	5,633E-03	4,044E-03
T41	4,207E-01	5,409E-02	8,318E-02	4,065E-02	5,892E-02	4,065E-02	5,892E-02
T42	3,465E-02	2,263E-03	4,019E-03	1,990E-03	1,726E-03	1,990E-03	1,726E-03
T5	1,358E-02	2,338E-03	1,152E-02	1,101E-02	9,032E-03	1,101E-02	9,032E-03
T61	2,970E-02	5,122E-03	2,497E-02	2,369E-02	1,659E-02	2,369E-02	1,659E-02
T62	1,096E-03	1,969E-04	1,090E-03	1,090E-03	2,681E-04	1,090E-03	2,681E-04
T7	2,690E-05	2,314E-06	2,713E-05	2,690E-05	5,073E-06	2,690E-05	5,073E-06
T8	1,286E-02	1,146E-03	1,292E-02	1,225E-02	2,868E-03	1,225E-02	2,868E-03
T9	8,144E-02	6,368E-03	8,214E-02	8,147E-02	1,697E-02	8,147E-02	1,697E-02
Все	2,494E+00	1,008E-01	6,152E-01	5,622E-01	3,045E-01	5,622E-01	3,045E-01

Таблица 2.3. Результаты расчета частот повреждения активной зоны для ИСА при электроснабжении системы RC

ИСА	ЧПАЗ при обесточивании с отказом ДГ, 1/год	ЧПАЗ при реализации Варианта 1, 1/год	ЧПАЗ при реализации Варианта 2 к секции BV, 1/год	ЧПАЗ при реализации Варианта 2 к секции BW, 1/год	ЧПАЗ при реализации Варианта 2 к секции VX, 1/год	ЧПАЗ при реализации Варианта 3 к секции BV, 1/год	ЧПАЗ при реализации Варианта 3 к секции VX, 1/год
R	2,700E-07	2,700E-07	2,700E-07	2,700E-07	2,700E-07	2,700E-07	2,700E-07
S1	1,758E-04	7,207E-06	8,799E-05	8,799E-05	1,976E-05	8,721E-05	1,976E-05
S2	8,591E-04	8,806E-06	8,047E-05	8,047E-05	8,016E-05	8,403E-05	8,016E-05
S3	7,927E-02	1,418E-03	1,181E-02	1,181E-02	2,433E-03	1,181E-02	2,433E-03
S4	8,161E-01	9,937E-03	8,236E-02	8,236E-02	1,694E-02	8,236E-02	1,694E-02
T1	2,251E-02	3,037E-03	2,750E-02	2,646E-02	5,092E-03	2,646E-02	5,092E-03
T10	1,173E-02	1,617E-04	2,650E-03	2,586E-03	1,970E-03	2,586E-03	1,970E-03
T11	1,748E-01	2,411E-03	3,951E-02	3,857E-02	3,060E-02	3,857E-02	3,060E-02
T12	7,048E-02	9,729E-04	1,621E-02	1,584E-02	1,246E-02	1,621E-02	1,246E-02
T13	2,648E-05	3,711E-06	2,902E-05	2,797E-05	5,349E-06	2,797E-05	5,349E-06
T2	5,339E-03	1,336E-04	1,311E-03	1,245E-03	1,113E-03	1,245E-03	1,113E-03

Продолжение таблицы 2.3

ИСА	ЧПАЗ при обесточивании с отключением ДГ, 1/год	ЧПАЗ при реализации Варианта 1, 1/год	ЧПАЗ при реализации Варианта 2 к секции BV, 1/год	ЧПАЗ при реализации Варианта 2 к секции BW, 1/год	ЧПАЗ при реализации Варианта 2 к секции VX, 1/год	ЧПАЗ при реализации Варианта 3 к секции BV, 1/год	ЧПАЗ при реализации Варианта 3 к секции VX, 1/год
T31	6,260E-01	1,407E-02	1,537E-01	1,460E-01	1,173E-01	1,460E-01	1,173E-01
T32	6,887E-02	8,774E-03	7,544E-02	7,298E-02	1,536E-02	7,298E-02	1,536E-02
T33	2,327E-02	3,667E-04	5,397E-03	5,633E-03	4,044E-03	5,633E-03	4,044E-03
T41	4,207E-01	5,491E-02	8,344E-02	4,086E-02	5,901E-02	4,086E-02	5,901E-02
T42	3,465E-02	2,297E-03	4,031E-03	2,000E-03	1,729E-03	2,000E-03	1,729E-03
T5	1,358E-02	2,374E-03	1,155E-02	1,107E-02	9,042E-03	1,107E-02	9,042E-03
T61	2,970E-02	5,200E-03	2,504E-02	2,381E-02	1,661E-02	2,504E-02	1,661E-02
T62	1,096E-03	1,999E-04	1,093E-03	1,096E-03	2,684E-04	1,096E-03	2,684E-04
T7	2,690E-05	3,770E-06	2,946E-05	2,843E-05	5,433E-06	2,843E-05	5,433E-06
T8	1,286E-02	1,146E-03	1,292E-02	1,225E-02	2,868E-03	1,225E-02	2,868E-03
T9	8,144E-02	1,037E-02	8,920E-02	8,611E-02	1,818E-02	8,611E-02	1,818E-02
Все	2,494E+00	1,067E-01	6,224E-01	5,671E-01	3,058E-01	5,671E-01	3,058E-01

Таблица 2.4. Результаты расчета частот повреждения активной зоны для ИСА при электроснабжении системы RL50

ИСА	ЧПАЗ при обесточивании с отключением ДГ, 1/год	ЧПАЗ при реализации Варианта 1, 1/год	ЧПАЗ при реализации Варианта 2 к секции BV, 1/год	ЧПАЗ при реализации Варианта 2 к секции BW, 1/год	ЧПАЗ при реализации Варианта 2 к секции VX, 1/год	ЧПАЗ при реализации Варианта 3 к секции BV, 1/год	ЧПАЗ при реализации Варианта 3 к секции VX, 1/год
R	2,700E-07	2,700E-07	2,700E-07	2,700E-07	2,700E-07	2,700E-07	2,700E-07
S1	1,758E-04	7,207E-06	8,799E-05	8,799E-05	1,976E-05	8,721E-05	1,976E-05
S2	8,591E-04	8,806E-06	8,047E-05	8,047E-05	8,016E-05	8,403E-05	8,016E-05
S3	7,927E-02	1,431E-03	1,179E-02	1,179E-02	2,431E-03	1,179E-02	2,431E-03
S4	8,161E-01	1,003E-02	8,220E-02	8,220E-02	1,692E-02	8,220E-02	1,692E-02
T1	2,251E-02	3,064E-03	2,745E-02	2,633E-02	5,087E-03	2,633E-02	5,087E-03
T10	1,173E-02	1,617E-04	2,650E-03	2,586E-03	1,970E-03	2,586E-03	1,970E-03
T11	1,748E-01	2,411E-03	3,951E-02	3,857E-02	3,060E-02	3,857E-02	3,060E-02
T12	7,048E-02	9,729E-04	1,621E-02	1,584E-02	1,246E-02	1,621E-02	1,246E-02
T13	2,648E-05	3,744E-06	2,896E-05	2,783E-05	5,344E-06	2,783E-05	5,344E-06
T2	5,339E-03	8,204E-05	1,207E-03	1,178E-03	1,039E-03	1,178E-03	1,039E-03
T31	6,260E-01	1,420E-02	1,534E-01	1,453E-01	1,172E-01	1,453E-01	1,172E-01
T32	6,887E-02	8,853E-03	7,529E-02	7,262E-02	1,535E-02	7,262E-02	1,535E-02
T33	2,327E-02	3,667E-04	5,397E-03	5,633E-03	4,044E-03	5,633E-03	4,044E-03
T41	4,207E-01	5,540E-02	8,317E-02	4,066E-02	5,895E-02	4,066E-02	5,895E-02
T42	3,465E-02	2,318E-03	4,023E-03	1,990E-03	1,727E-03	1,950E-03	1,727E-03
T5	1,358E-02	2,395E-03	1,152E-02	1,101E-02	9,035E-03	1,101E-02	9,035E-03
T61	2,970E-02	5,247E-03	2,499E-02	2,369E-02	1,659E-02	2,369E-02	1,659E-02
T62	1,096E-03	2,017E-04	1,091E-03	1,091E-03	2,681E-04	1,091E-03	2,681E-04
T7	2,690E-05	3,804E-06	2,940E-05	2,829E-05	5,428E-06	2,829E-05	5,428E-06
T8	1,286E-02	1,146E-03	1,292E-02	1,225E-02	2,868E-03	1,225E-02	2,868E-03
T9	8,144E-02	6,368E-02	8,214E-02	8,147E-02	1,697E-02	8,147E-02	1,697E-02
Все	2,494E+00	1,720E-01	6,351E-01	5,744E-01	3,136E-01	5,744E-01	3,136E-01

Если восстановление резервного электроснабжения произойдет только для систем продувки-подпитки и борного регулирования, это повлияет только на ВПА, для которых есть необходимость функционирования данных систем. К ним относятся 6 исходных событий: «Малые некомпенсируемые течи первого контура», «Малые течи, компенсируемые системой ТК», «Малая течь из первого контура во второй», «Среднее течение из первого контура во второй», «Разрыв трубопроводов питательной воды/пара в пределах ГО», «Неизолированный разрыв за пределами ГО между ПГ и БЗОК», «Изолированный разрыв паропровода за пределами ГО». Больше всего в данном случае изменится величина общей ЧПАЗ при реализации варианта 1 «Использование общеблочной РДЭС» изменившись с $7,428E-02$ при электроснабжении всех необходимых систем до $1,008E-01$ при питании только систем ТК+ТВ10, увеличившись на 26,31%. При реализации других вариантов ЧПАЗ увеличивается на величину от 1,9 до 2,7%. Такая значительная разница для первого варианта объясняется его крупнейшим вкладом в уменьшение ЧПАЗ и, соответственно, более высокой чувствительностью.

Если восстановление резервного электроснабжения произойдет только для системы БРУ-К, это повлияет только на ИСА для которых необходимо функционирование данной системы. К ним относятся 13 исходных событий: «Малые некомпенсируемые течи первого контура», «Малые течи, компенсируемые системой ТК», «Обесточивание всех секций нормального электроснабжения», «Потеря основной питательной воды», «Переходные процессы, приводящие к срабатыванию АЗ», «Потеря вакуума конденсаторов ТГ», «Малая течь из первого контура во второй», «Средняя течь из первого контура во второй», «Разрыв трубопроводов питательной воды/пара в пределах ГО», «Неизолированный разрыв за пределами ГО между ПГ и БЗОК», «Потеря двух каналов системы техводы ответственных потребителей», «Потеря техводы неотчетственных потребителей». Больше всего в данном случае изменится величина общей ЧПАЗ при реализации варианта 1 «Использование общеблочной РДЭС» изменившись с $7,428E-02$ при электроснабжении всех необходимых систем в $1,067E-01$ при питании только систем РС, увеличившись на 30,38%. При реализации других вариантов ЧПАЗ увеличивается на величину от 1,9 до 4,2%. Отказ БРУ-К сильнее повлияет на общую величину ЧПАЗ по сравнению с отказом систем ТК+ТВ10, что связано: во-первых с большей надежностью системы БРУ-К по сравнению с системами ТК и ТВ10 во-вторых: с тем, что отказ БРУ-К влияет на большее количество аварийных последовательностей (13, а не 6). По сравнению с системами ТК и ТВ10 величина общей ЧПАЗ увеличивается на 5,5% при реализации варианта 1, и меняется от $-0,09\%$ до $1,5\%$ для других вариантов.

Если восстановление резервного электроснабжения произойдет только для системы вспомогательной пита-

тельной воды, это повлияет лишь на ИСА для которых необходимо функционирование данной системы. К ним относятся 11 исходных событий: «Малые некомпенсируемые течи первого контура», «Малые течи, компенсируемые системой ТК», «Обесточивание всех секций нормального электроснабжения», «Переходные процессы, приводящие к срабатыванию АЗ», «Потеря вакуума конденсаторов ТГ», «Малая течь из первого контура во второй», «Средняя течь из первого контура во второй», «Разрыв трубопроводов питательной воды/пара в пределах ГО», «Неизолированный разрыв за пределами ГО между ПГ и БЗОК», «Потеря двух каналов системы технической воды ответственных потребителей». Больше всего в данном случае изменится величина общей ЧПАЗ при реализации варианта 1 «Использование общеблочной РДЭС» изменилась с $7,428E-02$ при электроснабжении всех необходимых систем в $1,720E-01$ при питании только систем RL50, увеличившись на 56,81%. При реализации других вариантов ЧПАЗ увеличивается на величину от 4,1 до 5,5%. Отказ системы вспомогательной питательной воды сильнее повлияет на общую величину ЧПАЗ по сравнению с отказом систем ТК+ТВ10 и РС, что связано с большей надежностью системы RL50 по сравнению с данными системами; вместе с тем, то что отказ системы вспомогательной питательной воды влияет на меньшее количество аварийных последовательностей, чем отказ БРУ-К (11, а не 13). По сравнению с системой РС величина общей ЧПАЗ увеличивается на 38% при реализации варианта 1, и меняется от $-1,3\%$ до $2,5\%$ для других вариантов.

Итак, если возможно электроснабжения только одной системы, важной для безопасности, необходимо выбрать систему вспомогательной питательной воды, поскольку ее отказ наиболее существенно влияет на изменение ЧПАЗ энергоблока. Если невозможно точно определить аварийную событие, целесообразно выбрать систему БРУ-К, поскольку она охватывает наибольшее количество аварийных последовательностей.

Выводы

В данной статье была рассмотрена проблематика выбора варианта подачи резервного энергоснабжения для критических групп оборудования в условиях обесточивания блока АЭС с отказом аварийных ДГ на примере энергоблока № 2 ХАЭС. С помощью программного кода SAPHIRE 8 была построена модель, которая позволяет легко изменять аварийные последовательности, а также варианты резервного энергоснабжения. При моделировании учитывалось не все оборудование систем, а лишь то, вероятность отказа которого наиболее высокая, или непосредственно связана с электроснабжением станции.

В результате детерминистического анализа переходных процессов с отказом ФБ «Обеспечение электроснабжения» установлено, что для предотвращения тяжелого повреждения активной зоны необходимо как минимум ча-

стичное восстановление данной ФБ, соответственно, действия оперативного персонала должны быть направлены на восстановление (или частное восстановление) электроснабжения. Время для принятия решения оператором по восстановлению подачи аварийной питательной воды, позволяющее избежать повреждения активной зоны, реализовать и выполнить необходимые переключения оборудования РУ составляет как минимум два часа после начала аварии.

На основании оценки результатов расчета был сделан вывод, что лучший результат дает реализация варианта 1

«Использование общеблочной резервной дизельной электростанции». Также в результате количественной оценки ЧПАЗ от ИСА, при различных вариантах восстановления электроснабжения секций 6 кВ второй категории надежности систем безопасности был составлен перечень систем, питание которых является наиболее целесообразным в случае обесточивания. Из данного перечня наибольший интерес представляют система вспомогательной питательной воды, отказ которой больше всего влияет на изменение ЧПАЗ и БРУ-К, охватывающем наибольшее число аварийных последовательностей.

Література:

1. 43–677.203.001. ОТ00. Хмельницкая АЭС. Энергоблок № 1. Анализ и разработка мероприятий, направленных на создание резервных возможностей для подачи энергоснабжения критических групп оборудования от соседних блоков или сторонних источников в условиях обесточивания с отказом ДГ. Анализ предлагаемых вариантов по созданию резервных возможностей восстановления электроснабжения. ОАО КИЭП, 2007
2. КСПБ В-320. «План — график реализации мероприятий. Комплексной (сводной) программы повышения уровня безопасности энергоблоков атомных электростанций на 2013 год для РУ В-320, 09.10.2012
3. Громов Г. В. Використання імовірнісних методів при ідентифікації дефіцитів безпеки і оцінці впливу на ризик при експлуатації АЕС/Г. В. Громов, Н. Ф. Глушенко, О. Є. Севбо// Зб. наук. Праць СНУЯЕ та П — Севастополь: СНУЯЕ та П, 2007 — № 3 (23)
4. Печерица О. В. Взаимосвязь детерминистических и вероятностных подходов при решении вопросов, связанных с безопасностью АЭС/О. В. Печерица, О. В. Зеленый, О. М. Дибач// Ядерна та радіаційна безпека — 2009 — № 3 (43)
5. Прохорец И. М. Исследование ядерной безопасности объектов методом Монте-Карло/И. М. Прохорец, Е. В. Рудычев, Д. В. Федорченко, М. А. Хажмурадов// Ядерна та радіаційна безпека — 2009 — № 3 (43)
6. Бережной А. И. Розробка вимог до використання імовірнісних методів для оптимізації технічного обслуговування та ремонтів обладнання/А. И. Бережной, А. Е. Севбо, И. А. Семенюк// Ядерна та радіаційна безпека — 2009 — № 3 (43)
7. Зеленый О. В. Об одном подходе к исследованию риска и вероятности возникновения пожара на АЭС/О. В. Зеленый, А. В. Носовский, А. О. Павленко// Ядерная и радиационная безопасность — 2006 — Т. 9 № 2
8. Веды А. Н. Гармонизация национальных нормативных документов с рекомендациями МАГАТЭ относительно системы належащего электроснабжения атомных станций/А. Н. Веды, А. И. Мехед, Л. С. Ивашова, С. В. Карбовский, Л. Г. Лукашина, И. В. Избенко// Ядерна та радіаційна безпека — 2010 — № 1 (45)
9. Веды А. Н. Исследование влияния энергоснабжения на стабильность и безопасность эксплуатации АЭС/А. Н. Веды, А. И. Мехед, К. М. Ефимова, В. О. Иокст// Ядерна та радіаційна безпека — 2010 — № 2 (46)
10. Веды А. Н. Требования к системам належащего электроснабжения, важным для безопасности атомных станций/А. Н. Веды, К. М. Ефимова, В. О. Иокст, О. А. Веды, Л. С. Ивашова// Ядерна та радіаційна безпека — 2011 — № 3 (51)
11. Скрипчак Д. С. Надежность электрооборудования: мероприятия по повышению безопасности и продлению сроков эксплуатации энергоблоков АЭС Украины/Д. С. Скрипчак, К. М. Ефимова, В. В. Инюшев// Ядерна та радіаційна безпека — 2012 — № 4 (51)
12. Бегун В. В. Вероятностный анализ безопасности атомных станций (ВАБ)/В. В. Бегун, О. В. Горбунов, И. Н. Каденко, Е. Н. Письменный, А. Ю. Зенюк, Л. Л. Литвинский// К., 2000
13. 43–923.203.021. АВ. 00. Хмельницкая АЭС. Энергоблок № 2. Окончательный отчет по анализу безопасности. Глава 19. Вероятностный анализ безопасности. Идентификация и группирование исходных событий аварий. ОАО КИЭП, 2005
14. НП 306.2.141–2008. Общие положения обеспечения безопасности атомных станций, 2008
15. 43–677.203.002. ОТ01–02. Хмельницкая АЭС. Энергоблок № 1. Анализ и разработка мероприятий, направленных на создание резервных возможностей для подачи энергоснабжения критических групп оборудования от соседних блоков или сторонних источников в условиях обесточивания с отказом ДГ. Технический отчет. Том 1–2. Анализ предлагаемых вариантов электроснабжения. ОАО КИЭП, 2007

Моделирование качества обслуживания вызовов радиointерфейсом базовой станции

Касимов Абдуразак Оразгельдиевич, кандидат технических наук;
Зильгараева Алия Кылышбаевна, старший преподаватель, магистр
Университет «Туран» (Казахстан, г. Алматы)

Современный период развития сетей мобильной связи в РК близок к периоду насыщения — количество абонентов мобильной связи превышает число пользователей фиксированной связи. Значительный дополнительный доход должны приносить новые мультимедийные услуги, для реализации которых требуется повышенная скорость передачи информации [1–2,6]. Подавляющее большинство абонентов в сетях сотовой связи в РК включены в системы стандартов GSM/GPRS (Global System for Mobile communications/General Packet Radio Service) диапазонов 900 МГц и 1800 МГц поколений 2G/2,5G, плавно переходящие на 3G и 4G. Задача определения показателей качества обслуживания в современных сетях мобильной связи является актуальной. В качестве объектов исследования в цифровых СПС-ОП могут рассматриваться радиointерфейсы отдельных базовых станций и различные сетевые элементы, пропускная способность которых оказывает существенное влияние на качество обслуживания вызовов в целом. Информационный поток в радиointерфейсе базовой станции передается с высокой скоростью и формируется в соответствии с техническими особенностями и возможностями конкретного цифрового стандарта подвижной связи.

Ресурс каналов радиointерфейса остается ограниченным, хотя общим свойством цифровых систем мобильной связи является рост числа каналов в радиointерфейсах базовых станций. Применительно к оценке показателей качества связи в радиointерфейсе стандартов технологий GSM можно сослаться на исследования Невдяева Л. М., Быховского М. А., Фомина А. Ф., Степановой И. В [5–7], но, к сожалению, при анализе цифровых систем мобильной связи не в полной мере учтено влияние мобильности пользователей в условиях роста мультимедийного трафика.

В основу проводимых исследований положены методы теории телетрафика и программирования [3–4]. На основании классификации Кендалла-Башарина [4] в качестве математической модели функционирования радиointерфейса базовой станции СПС с учетом группового характера обслуживания в мультимедийных сетях связи выбрана СМО вида MI/M/V/L, которая представлена на рисунке 1. Основной характеристикой качества установления соединения является вероятность потери вызова, поступающего от мобильных абонентов.

Используя методы теории телетрафика, составим следующую систему уравнений:

$$P_1 = \alpha_{гр} P_0 P_1 = \alpha_{гр} P_0; \quad (1)$$

$$P_{m+1} = \{(\alpha_{гр} + m)/(m + 1)\}P_m - \{\alpha_{гр}/(m + 1)\} \sum_{i=1}^m \varphi_i P_{m-i}, m < V;$$

$$P_V = (\alpha_{гр}/V) \sum_{s=1}^V P_{V-s} \sum_{i=s}^{\infty} \varphi_i P_V = (\alpha_{гр}/V) \sum_{s=1}^V P_{V-s} \sum_{i=s}^{\infty} \varphi_i;$$

где P_i — вероятность занятости i каналов радиointерфейса базовой станции;

$\alpha_{гр}$ — интенсивность нагрузки, поступающей на пучок каналов;

V — общее число каналов в радиointерфейсе базовой станции;

P_V — вероятность потери вызовов;

В стандарте GSM 900 скорость передачи цифрового речевого сигнала в канале TCH/FS равна 13 кбит/с. Для передачи данных используемых в оказании мультимедийных услуг или для обеспечения высокого качества передачи данных могут быть объединены несколько таких каналов: $13 \times 4 = 52$ кбит/с.

Обозначим величиной $P_{отк1}$ и $P_{отк4}$ вероятности того, что получит отказ вызов телефонии, поступающий на обслуживание и требующий для своего обслуживания один свободный канал и получит отказ в обслуживании мультимедийная услуга, требующая четыре канала для своего обслуживания соответственно. Величина $P_{отк1}$ будет равна вероятности того, что будут заняты все V каналов, когда величина $P_{отк4}$ будет равна вероятности того, что будут заняты более $(V-4)$ каналов.

Программа, разработанная для решения системы уравнений для полнодоступного пучка каналов емкостью $V=48$ каналов, вероятности поступления одиночного и группового вызовов $\phi1 + \phi4 = 1$ в радиointерфейсе базовой станции, блок-схема которой представлена на рисунке 2, выполнена с помощью программного обеспечения Borland Pascal 7.0. На рисунке 3 представлен фрагмент данной программы.

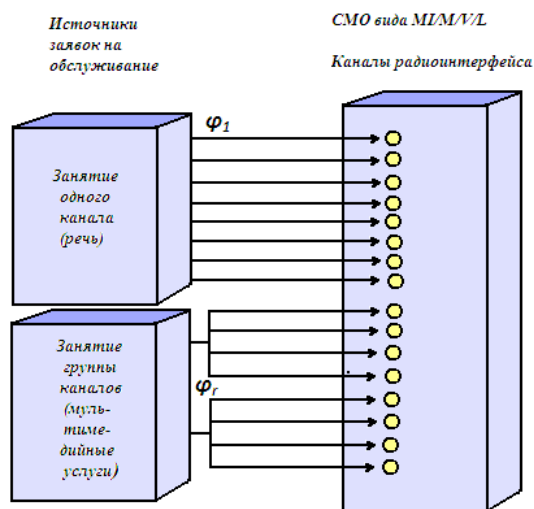


Рис. 1. Математическая модель функционирования радиointерфейса базовой станции СПС с учетом группового характера обслуживания в мультимедийных сетях связи

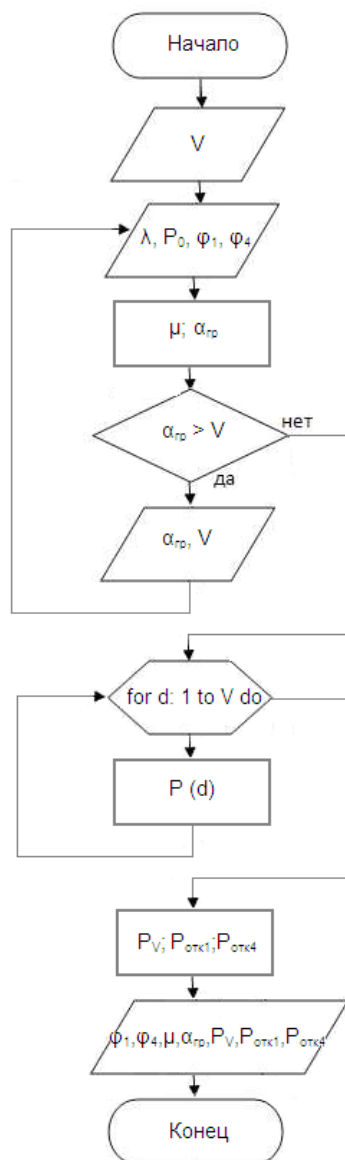


Рис. 2. Блок-схема программы расчета качества обслуживания радиointерфейсом базовой станции

```

PASKAL.PAS
BEGIN
Pprom1:=0;
Pprom12:=0;
Pprom13:=0;
w51:=write('lambda:');
readln(lambda);
delta:=11.00000000E-15;
P[0]:=1.00000000E-9;
f1:=0.6;
f4:=0.4;
mu:=100*f1+8*f4;
mu:=3600/mu;
alfa:=lambda/mu;
if alfa>U then goto w50;
w3:=sigma:=0;
for d:=1 to U do
P[d]:=0;
Nomer:=1;
w1:Pprom1:=0;
Pprom12:=0;
Pprom13:=0;
    
```

Рис. 3. Фрагмент программы расчета качества обслуживания радиointерфейсом базовой станции

Таблица 1. Результаты решения системы уравнений для полноступного пучка каналов емкостью V=48 каналов, вероятности поступления одиночного и группового вызовов $\phi_1+\phi_4=1$ в программе BorlandPascal 7.0

ϕ_1	ϕ_4	$\mu, [1/\text{час}]$	$\alpha_{гр}, \text{Эрл}$	$E_V [\alpha_{гр}]$	$P_{отк1}$	$P_{отк4}$
$\lambda_1, \lambda_4 = 1700$ вызовов в час, $t_1 = 100\text{с}, t_4 = 8\text{с}$						
0,95	0,05	37,74	45,05	0,0744	0,171	0,636
0,9	0,1	39,65	42,87	0,053	0,208	0,735
0,85	0,15	41,76	40,7	0,0349	0,237	0,805
0,8	0,2	44,12	38,53	0,0208	0,259	0,85
0,75	0,25	46,75	36,36	0,0109	0,272	0,876
0,7	0,3	49,72	34,2	0,0049	0,279	0,884
0,65	0,35	53,1	32,01	0,0018	0,278	0,875
0,6	0,4	56,96	29,84	0,0005	0,258	0,852

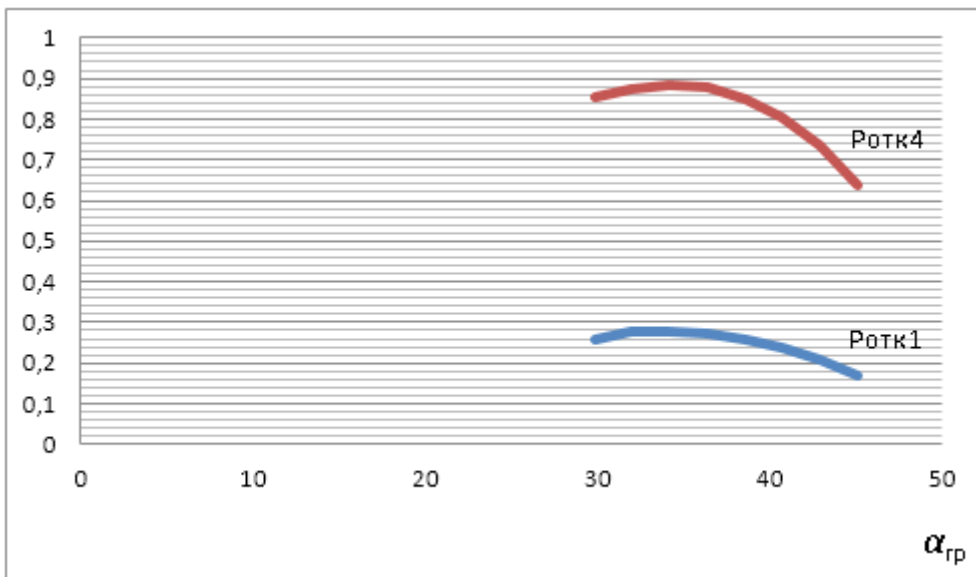


Рис. 4. Результаты решения системы уравнений для полноступного пучка каналов емкостью V=48 каналов, вероятности поступления одиночного и группового вызовов $\phi_1+\phi_4=1$.

По оси x — интенсивность нагрузки, поступающей на пучок каналов;
по оси y — вероятность отказа в обслуживании.

Выводы

Из рисунка 4 видно, что объединение нескольких каналов в единый цифровой поток, выполняемое с целью снижения общего времени передачи информации, существенно повышает вероятность отказов в обслуживании групповой заявки. Результаты использования объединенных каналов трафика в системе стандарта GSM 900 уровня 2G, показало, что вероятность потерь по вызовам, требующим занятия группы из четырех каналов $P_{отк4}$, и вероятность потерь по вызовам, требующим занятия одного канала $P_{отк1}$, уменьшаются при увеличении интенсивности общего потока вызовов $\alpha_{гр}$.

Литература:

1. А. Б. Гольдштейн, Б. С. Гольдштейн. SOFTSWITCH//СПб.: BHV-2006.
2. Б. С. Гольдштейн, Н. А. Соколов, Г. Г. Яновский. Сети связи. Учебник для ВУЗов // СПб.: БХВ-Петербург, 2011.
3. Афанасьев В. В., Демчишин В. И. Основные тенденции и игроки на рынке NGN-инфраструктуры. Обзор NGN-концепций и продуктовой линейки NGN для сетей СПС от ведущих производителей телекоммуникационного оборудования //Технология и средства связи. — 2006. — № 6. — с. 54–59.
4. Ионин Г. Л., Седол Я. Я. Статистическое моделирование систем телетрафика: — М.: Радио и связь, 1982.
5. Кудин А. В., Максименко В. Н. Оценка качества услуг пакетной-передачи данных в сетях сотовой подвижной связи // Мобильные системы. — 2003/ — № 7.
6. Невдяев Л. М. Мобильная связь 3-его поколения (под редакцией Горностаева Ю. М.), МЦНТИ ООО «Мобильные коммуникации», 2000.
7. Степанова И. В. Проектирование сетей мобильной связи // Труды, МТУСИ: Сборник статей: — М.: — 2004.

Снижение шумов на термограмме при определении структурных переходов в полимерах

Кацуба Дарья Сергеевна, аспирант;
Сысоева Елена Николаевна, студент;
Токарева Екатерина Вадимовна, студент;
Ярмизина Анастасия Юрьевна, студент
Тамбовский государственный технический университет

Комбаров Дмитрий Александрович, инженер-конструктор
Филиал ОАО «Концерн Росэнергоатом» Калининская атомная станция (г. Удомля, Тверская обл.)

Полимеры находят широкое применение в различных отраслях промышленности, что вызвано разнообразием их свойств, которые можно изменять при применении новых технологий. Информация о структурных переходах в полимерах необходима для назначения технологических режимов их переработки в изделия [1, 2].

В общем случае полимеры подразделяются на твердые (полиэтилен, поливинилхлорид, Капролон В, политетрафторэтилен и др.) и мягкие (резина, эластомеры и т. д.). К наиболее распространенным твердым полимерам относят Капролон В и политетрафторэтилен (фторопласт). Капролон В (ТУ 6–14–29–96) представляет собой высокомолекулярный продукт анионной полимеризации -капролактама в присутствии щелочных катализаторов и различных активаторов [1]. Выпускается в виде блоков и заготовок различных массы и размеров. Капролон В применяется как конструкционный и антифрикционный материал для изготовления крупногабаритных толстостенных или нестандартных изделий, получаемых

механической обработкой блоков и заготовок различного назначения [1, 2]. Структурный переход в Капролоне В происходит при температуре 25 °С [1], при этом гексагональная решетка перестраивается в моноклинную при кристаллической фазе полимера. Фторопласт используется в различных отраслях промышленности, в том числе в качестве конструкционного или изоляционного материала [3]. На сегодняшний день одной из наиболее популярных разновидностей фторопласта считается коксонаполненный фторопласт (Ф4К20), который получается с использованием помощью метода плоскощелевой экструзии. Листы, выполненные из этого материала, характеризуются повышенной ударпрочностью, значительной атмосферостойкостью, отличной формуемостью, гибкостью и способностью к горячей сварке. Изделия из Ф4К20 обладают способностью выдерживать воздействия таких агрессивных сред как этиленгликоль, серная, дымящая азотная, фосфорная, фтористоводородная и соляная кислоты, амины, щелочи, хлорированные и аро-

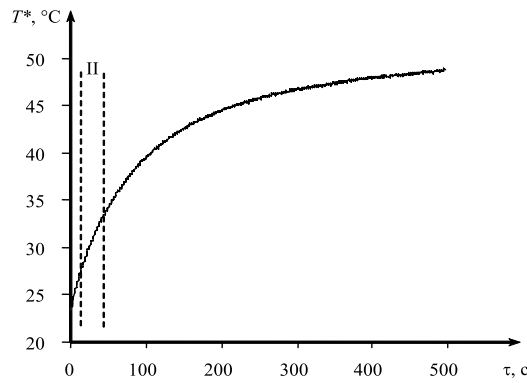


Рис. 1. Термограмма для изделия из Ф4К20

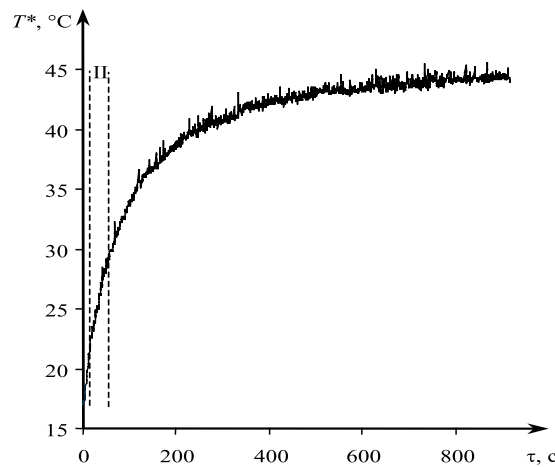


Рис. 2. Термограмма для изделия из Капролона В

матические углеводороды, влажный и сухой хлор и пр. На сегодняшний день коксонаполненный фторопласт используются в цветной и черной металлургии, химической промышленности, электротехнике и авиастроении. В Ф4К20 происходят структурные твердофазные переходы в кристаллической фазе при температурах 19,6 °C и 30 °C, которые сопровождаются поглощением теплоты и являются весьма удобными с точки зрения их обнаружения в ходе лабораторных исследований на различных устройствах.

Структурные переходы в Ф4К20 и Капролоне В были также обнаружены методом неразрушающего контроля температурных характеристик структурных переходов в полимерах, который основан на модели распространения тепла в плоском полупространстве [4–8], реализованным в информационно-измерительной системе (ИИС) [9, 10].

На рис. 1 и 2 представлены термограммы для изделий из Ф4К20 и Капролона В. Условия опытов: радиус нагревателя $R = 4 \times 10^{-3}$ м; толщина изделия $H_{\text{и}} = 7 \times 10^{-3}$ м; мощность на нагревателе $N = 0,7$ Вт; временной шаг измерения температуры $\Delta\tau = 0,5$ с [1, 2, 8]. Подложка зонда из пенополиуретана толщиной $H_{\text{п}} = 20 \times 10^{-3}$ м. Начальная

температура изделия из Ф4К20 $T_{\text{и}} = 24$ °C, а из Капролона В — $T_{\text{и}} = 17$ °C. Скорость нагрева $v = 10$ °C/мин для изделия из Ф4К20, для Капролона В — $v = 13$ °C/мин на рабочем участке (II) термограммы (рис. 5 и 6).

Оценки дисперсий текущих параметров d_{1i} и d_{0i} на рабочем участке, в случае отсутствия структурного твердофазного перехода, можно считать постоянными, их рассчитывают по формулам, представленным в [4–8]. Если в исследуемом изделии происходит структурный твердофазный переход, сопровождающийся тепловым эффектом, то значения текущих параметров d_{1i} и d_{0i} существенно изменяются в узком температурном интервале. Построив зависимость одного из текущих параметров d_{1i} , d_{0i} (или их дисперсий $S_{d_{1i}}^2$, $S_{d_{0i}}^2$) от температуры изделия (T_s), по характерным сигналам определяют температурные интервалы структурных твердофазных переходов в полимерах [4, 6]. На рис. 3 и 4 представлены графические зависимости $S_{d_0}^2 = f(T_s)$ для изделий из Ф4К20 и Капролона В соответственно.

При регистрации термограммы в результате эксперимента возникают наводки, и наблюдается некоторая неустойчивость мощности на нагревателе [3]. Некоторая зашумленность термограммы проявилась затем и на гра-

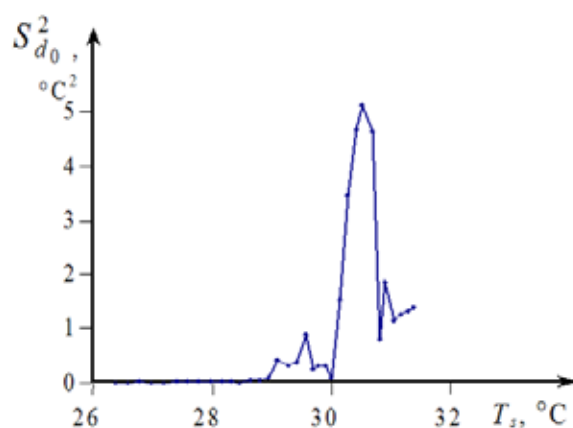


Рис. 3. Зависимость $S_{d_0}^2 = f(T_s)$, построенная по термограмме для изделия из Ф4К20

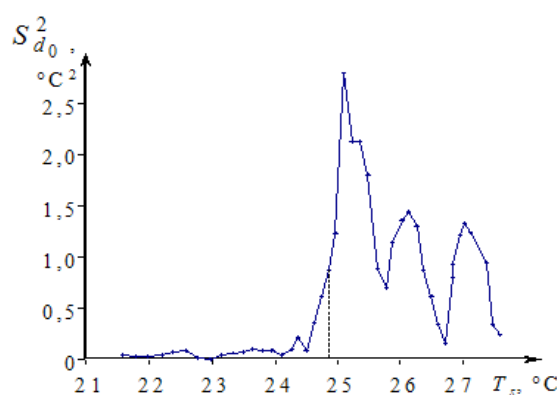


Рис. 4. Зависимость $S_{d_0}^2 = f(T_s)$, построенная по термограмме для изделия из Капролона В

фической зависимости $S_{d_0}^2 = f(T_s)$, которую можно снизить с помощью коррекции.

Для получения скорректированных термограмм использовали пакет прикладных программ для статистической обработки данных Advanced Grapher Version 2.2. Критериями для принятия аппроксимирующей функции при описании экспериментальной термограммы являлись [3]: наибольшее значение множественного коэффициента детерминации R^2 и наименьшее значение стандартной ошибки аппроксимации ϵ (табл. 1).

Значения скорости изменения температуры (рис. 5 и 6)

получены по термограммам, которые аппроксимированы полиномом (см. табл. 1).

При структурном переходе в полимере, который сопровождается тепловым эффектом, значения текущих параметров d_{0i} существенно изменяются в узких временном и температурном интервалах [9]. Построив зависимость текущих параметров d_{0i} или дисперсий $S_{d_{0i}}^2$ от температуры изделия (T_s), по сигналам определяем температуру структурных переходов в полимерах при 30°C в коксонаполненном фторопласте марки Ф4К20 и в Капролоне В при 25 °C (рис. 7 и 8).

Таблица 1. Аппроксимирующая функция для экспериментальной термограммы

Рисунок	Уравнение для термограммы	R^2	ϵ
3	$T(t) = (8,351023 \cdot 10^{(-17)}) \cdot \tau^7 - (1,6282566 \cdot 10^{(-13)}) \cdot \tau^6 +$ $+ (1,3116676 \cdot 10^{(-10)}) \cdot \tau^5 - (5,7076589 \cdot 10^{(-8)}) \cdot \tau^4 +$ $+ (1,4926557 \cdot 10^{(-5)}) \cdot \tau^3 - 0,0025392 \cdot \tau^2 + 0,3083838 \cdot \tau + 23,6932367$	0,999	0,086
4	$T(t) = (3,2562317 \cdot 10^{(-21)}) \cdot \tau^9 - (7,4501648 \cdot 10^{(-18)}) \cdot \tau^8 +$ $+ (7,259254 \cdot 10^{(-15)}) \cdot \tau^7 - (3,9451117 \cdot 10^{(-12)}) \cdot \tau^6 +$ $+ (1,3194481 \cdot 10^{(-9)}) \cdot \tau^5 - (2,848452 \cdot 10^{(-7)}) \cdot \tau^4 +$ $+ (4,1309381 \cdot 10^{(-5)}) \cdot \tau^3 - 0,0043347 \cdot \tau^2 + 0,3766347 \cdot \tau + 16,8768816$	0,998	0,291

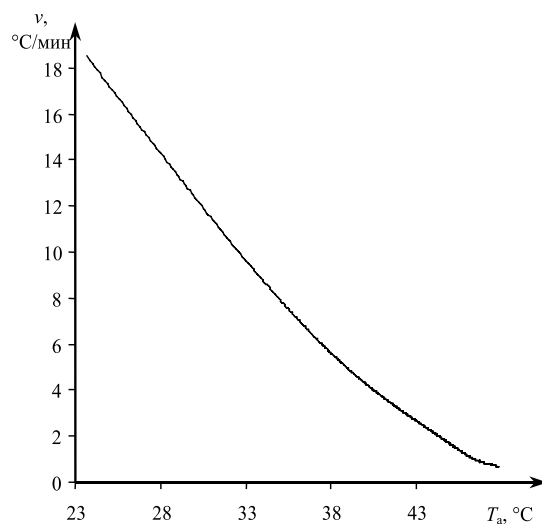


Рис. 5. Скорость изменения температуры для изделия из Ф4К20

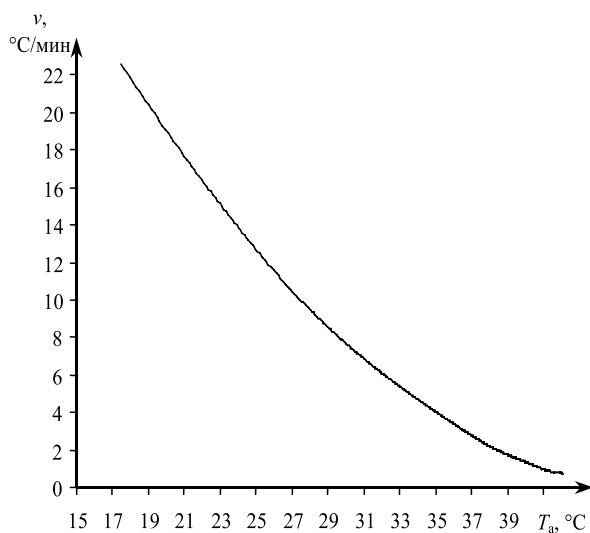
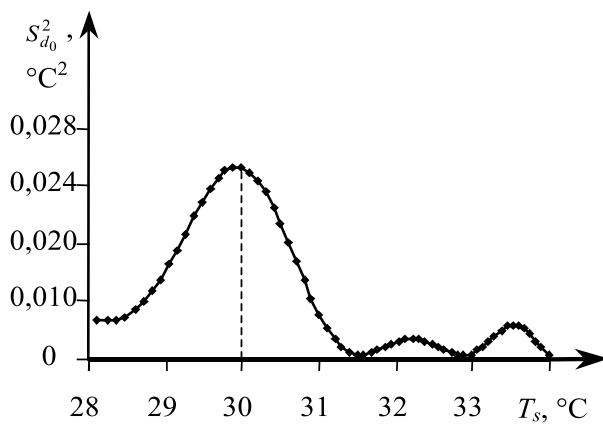


Рис. 6. Скорость изменения температуры для изделия из Капролона В

Рис. 7. Зависимость $S_{d_0}^2 = f(T_s)$ для изделия из Ф4К20

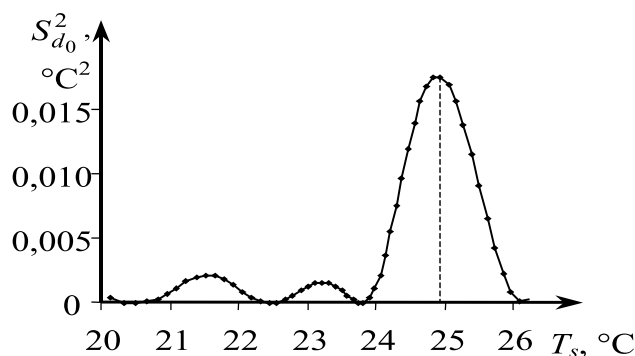


Рис. 8. Зависимость $S_{d_0}^2 = f(T_s)$ для изделия из Капролона В

Таким образом, с помощью аппроксимации термограмм в методе неразрушающего контроля температурных характеристик структурных переходов в поли-

мерах возможно построить графические зависимости $S_{d_0}^2 = f(T_s)$, на которых явно проявляются структурные переходы в виде полезных сигналов.

Литература:

1. Статистическая обработка результатов неразрушающего контроля теплофизических свойств полимеров/Н.П. Жуков, Н.Ф. Майникова, А.А. Балашов, С.С. Никулин. — Москва, 2004. — 21 с. — Деп. в ВИНТИ 20.04.2004, № 657-В2004.
2. Статистическая обработка результатов неразрушающего контроля температурно-временных характеристик структурных превращений в полимерах/Н.Ф. Майникова, Н.П. Жуков, А.А. Балашов, С.С. Никулин. — Москва, 2004. — 14 с. — Деп. в ВИНТИ 20.04.2004, № 658-В2004.
3. Балашов А.А. Реализация метрологического эксперимента в информационно-измерительной системе на политетрафторэтилене/А.А. Балашов, Д.С. Кацуба // Технические науки: теория и практика: материалы II Международ. науч. конф. (г. Чита, январь 2014 г.). — Чита: Издательство Молодой ученый, 2014. — С. 85–87.
4. Метод неразрушающего контроля температурных характеристик структурных переходов в полимерах/Н.П. Жуков, Н.Ф. Майникова, И.В. Рогов, А.А. Балашов // Вопросы современной науки и практики. Университет им. В.И. Вернадского. — 2010. № 1–3. — С. 253–259.
5. Об одном методе термического анализа для неразрушающего контроля теплофизических свойств полимеров/Н.Ф. Майникова, Ю.Л. Муромцев, И.В. Рогов, А.А. Балашов // Пластические массы. — 2001. № 2. — С. 30–33.
6. Об одном методе исследования твердофазных переходов в полимерах/Н.Ф. Майникова, Ю.Л. Муромцев, Н.П. Жуков, А.А. Балашов // Пластические массы. — 2002. № 6. — С. 23–26.
7. Моделирование процесса теплопереноса от плоского источника тепла при теплофизических измерениях/Ю.Л. Муромцев, Н.П. Жуков, Н.Ф. Майникова, И.В. Рогов, А.А. Балашов // Вестник ТГТУ. — 1999. Т. 5, № 4. — С. 543–552.
8. Определение условий адекватности модели распределения тепла в плоском полупространстве реальному процессу при теплофизическом контроле/Н.Ф. Майникова, Н.П. Жуков, А.А. Балашов, С.С. Никулин // Вестник ТГТУ. — 2006. Т. 12, № 3–1. — С. 610–616.
9. Балашов А.А. Информационно-измерительная система неразрушающего контроля температурных характеристик структурных переходов в полимерах/А.А. Балашов, Н.П. Жуков, Н.Ф. Майникова // Приборы. — 2010. — № 12 (126). — С. 53–57.
10. Балашов А.А. Проектирование информационно-измерительной системы для экспресс-контроля твердофазных переходов в полимерах/А.А. Балашов [и др.] // Современные информационные технологии. — 2012. № 15. — С. 19–21.

Оценка мероприятий по развитию инфраструктуры в масштабе железнодорожных направлений с учетом загруженности оперативного персонала технических станций

Ковалев Константин Евгеньевич, аспирант
Петербургский государственный университет путей сообщения

Тимченко Вячеслав Сергеевич, младший научный сотрудник
Институт проблем транспорта имени Н. С. Соломенко Российской академии наук (г. Санкт-Петербург)

Грузооборот железнодорожного транспорта за последние несколько лет существенно возрос (рис. 1,)[1].

При этом плотность путей сообщения в расчете на тысячу квадратных километров территории осталась неизменной и составляет 5 км. Это привело к росту интенсив-

ности перевозок железнодорожным транспортом (рис. 2) и увеличению протяженности «узких мест», ограничивающих пропускную способность.

В настоящее время протяженность «узких мест» на сети железных дорог РФ составляет 8,3 тыс. км,

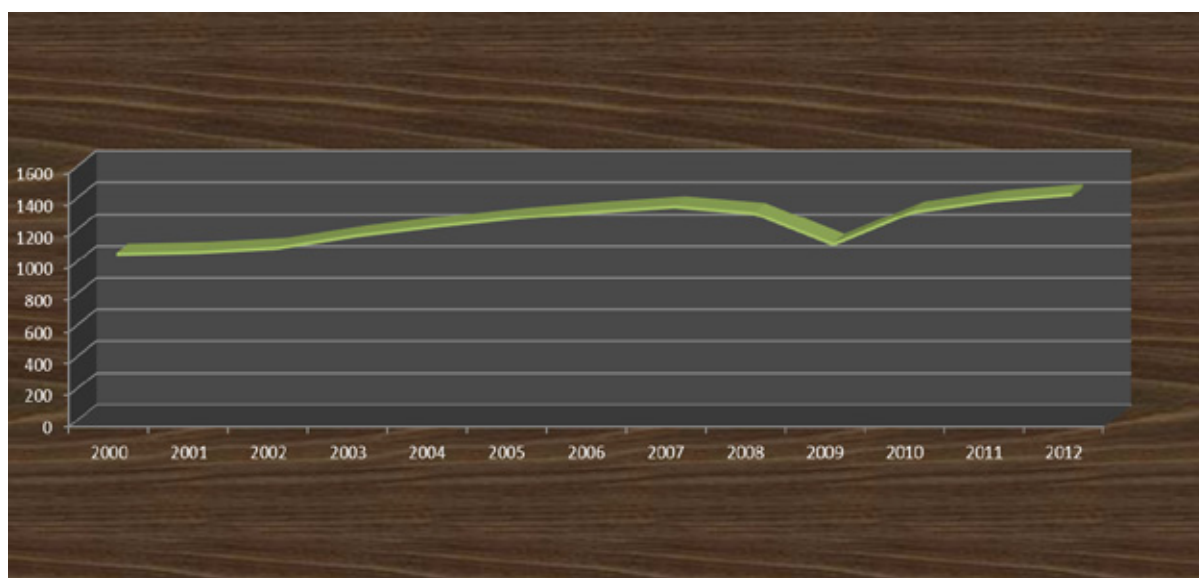


Рис. 1. Динамика грузооборота на железнодорожном транспорте, млрд. т. км

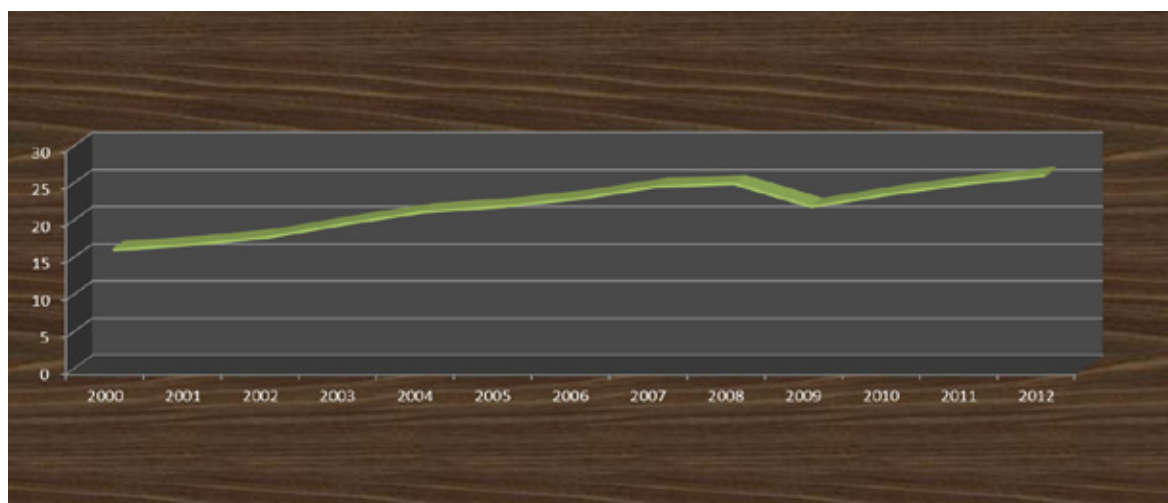


Рис. 2. Интенсивность перевозок грузов железнодорожным транспортом, млн. т. км/км

или около 30% протяженности основных направлений, обеспечивающих около 80% всей грузовой работы [2].

Это вызывает необходимость проведения дорогостоящих мероприятий по развитию железнодорожной инфраструктуры. На сегодняшний день выполняются следующие основные проекты по развитию сети железных дорог (табл. 1) [3].

Как видно из табл. 1, мероприятия по увеличению пропускной способности требуют значительных капиталовложений.

Следует отметить, что реконструкция отдельных объектов сети железных дорог приводящая к увеличению их пропускных способностей, необязательно увеличит пропускную способность железнодорожного направления пропорционально увеличению пропускной способности реконструируемого объекта. Поэтому очень важно оценить влияние изменения технических параметров отдельных элементов на работу железнодорожных направлений и всей сети железных дорог.

Используемые в настоящее время методы оценки пропускных способностей сводятся к аналитически-детерминированным формулам и графическим моделям работы объекта железнодорожного транспорта (участки/станции). Оценить изменения в работе железнодорожных направлений из-за их взаимного влияния данным моделям не под силу.

При проведении подобных расчетов, считается, что пропускная способность железнодорожного направления равна пропускной способности ограничивающего (лимитирующего) элемента. При рассмотрении данной задачи в статическом состоянии данное утверждение, безусловно, верно. Однако, как показали исследования [4] при рассмотрении работы железнодорожного направления, в динамическом состоянии существенную роль начинает играть процесс управления, что приводит к результатам, от-

личным от тех, которые получаются при изолированном обследовании объектов железнодорожного транспорта.

Наиболее ярким примером не состыковки технологий, разрабатываемых исходя из нормативных условий, в которых рассматривается технология работы железнодорожных направлений, с практикой эксплуатационной работы, является ускорение продвижения вагонопотоков по сети железных дорог к 6 и 18 часам, на которые составляется отчетность по выполнению нормативов.

Таким образом, декларируемая, с одной стороны, необходимость равномерной загрузки объектов железнодорожного транспорта вступает в противоречие с практикой эксплуатационной работы.

Исследования, проводимые в рамках диссертационной работы одним из авторов данной статьи (Ковалевым К. Е.), показывают, что увеличение загрузки работы дежурных на железнодорожных станциях сверх определенного значения, приводит к сбоям в работе [5]. Были проведены расчеты, которые показывают, что способность оперативного персонала станции управлять ее работой в нормальном режиме (без сбоев) коррелирует с числом обрабатываемых поездов. Пороговое значение поездов для каждой станции рассчитывается исходя из особенностей ее путевого развития и технологии работы (рис. 3).

Из рис. 3 видно, что при увеличении размеров транзитного грузового движения выше порогового значения, рассчитанного исходя из технологии конкретной технической станции, загруженность оперативного персонала будет критической. Это в соответствии с нормами проектирования [6] может привести к хроническому переутомлению, снижению эффективности работы и как следствие, увеличению вероятности возникновения сбоев в работе станции по вине оперативных работников. Подробно возникновение аварий по вине оперативных работников рассмотрены в [7].

Таблица. 1. Основные проекты по развитию сети железных дорог

Наименование проекта	Объем инвестиций
Реконструкция и развитие Малого кольца Московской железной дороги	441 млрд рублей
Реконструкция участка Мга — Гатчина — Веймарн — Ивангород и железнодорожных подходов к портам на Южном берегу Финского залива	132 млрд рублей
Комплексная реконструкция участка Максим Горький — Котельниково — Тихорецкая — Крымская с обходом Краснодарского узла	113 млрд рублей
Реконструкция железной дороги Комсомольск-на-Амуре — Советская Гавань	60 млрд рублей
Лосево — Каменногорск	46 млрд рублей
Развитие инфраструктуры участка Междуреченск — Тайшет	41,5 млрд рублей
Развитие инфраструктуры участка Тобольск — Сургут — Коротчаево	41 млрд рублей
Комплексная реконструкция участка Карымская — Забайкальск	41 млрд рублей
Строительство четвертого главного пути на участке Москва — Крюково (Москва — Зеленоград) Октябрьской железной дороги	22 млрд рублей
Усиление инфраструктуры железнодорожной линии Туапсе — Адлер	13,5 млрд рублей
Комплексная реконструкция участка Трубная — В. Баскунчак — Аксарайская (строительство второго главного пути)	12 млрд рублей
Комплексная реконструкция участка Разъезд 9 км — Юровский — Анапа — Темрюк — Кавказ	10 млрд рублей

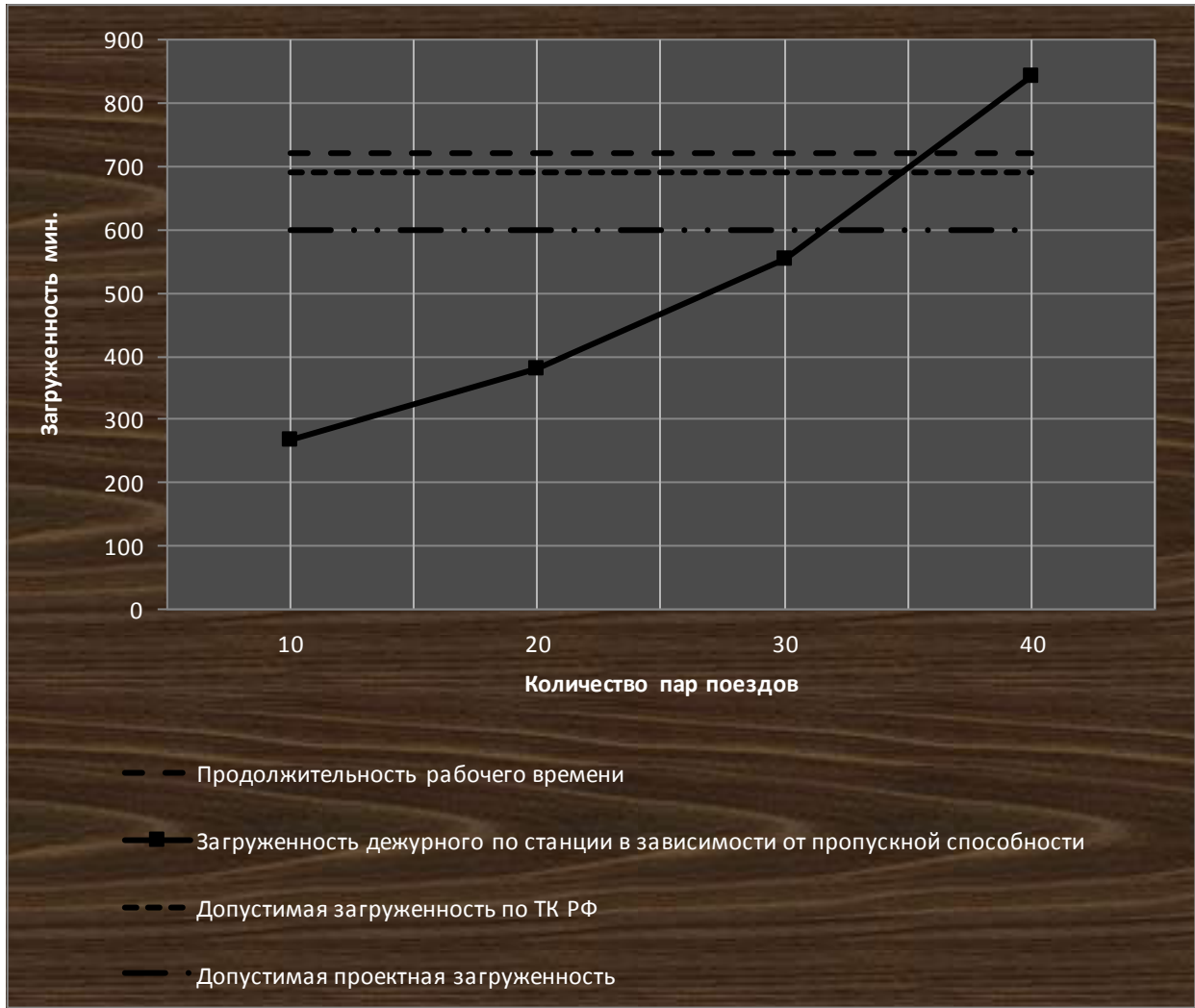


Рис. 3. График загрузки оперативно-диспетчерского персонала технических станций в зависимости от размеров движения грузовых поездов

Таким образом, параметры объекта железнодорожной инфраструктуры, рассчитанные изолированно от системы, частью которой он является, или будет являться, а также без учета технологии (хотя бы приближенной к фактически реализуемой, а не типовой, в условиях, который данный объект в действительности не функционирует) изначально содержат в себе определенную долю ошибки.

Для решения этой задачи в масштабе железнодорожных направлений, на сегодняшний момент коллективом ученых и программистов под научным руководством доктора технических наук, профессора Кокурина Иосифа Михайловича разработан программный комплекс имитационного моделирования процессов перевозок.

Реализованные в нем алгоритмы, позволяют оценить пропускную способность в условиях предоставления «окон», для проведения ремонтных работ [8,9], что не позволяет сделать аналитический метод, а построение вариантов графиков нельзя использовать при оценке пропускной способности на перспективу.

Он позволяет оценить наличную пропускную способность железнодорожного направления с учетом проведения реконструкционных работ на протяжении расчетного периода с учетом изменения оснащения направления в каждый отдельный момент времени проведения расчета и сравнить ее с потребной (рис. 4).

Данный метод [10–14] был успешно применен при оценке пропускной способности железнодорожного участка Мга-Лужская, обслуживающего морской торговый порт Усть-Луга.

Заключение

Таким образом, оценка порогового значения загрузки оперативного персонала, руководящего работой технических станций является актуальной задачей, которую необходимо учитывать при разработке путевого развития и технологии работы железнодорожных станций.

В свою очередь, важным результатом создания метода имитационного моделирования, является возмож-

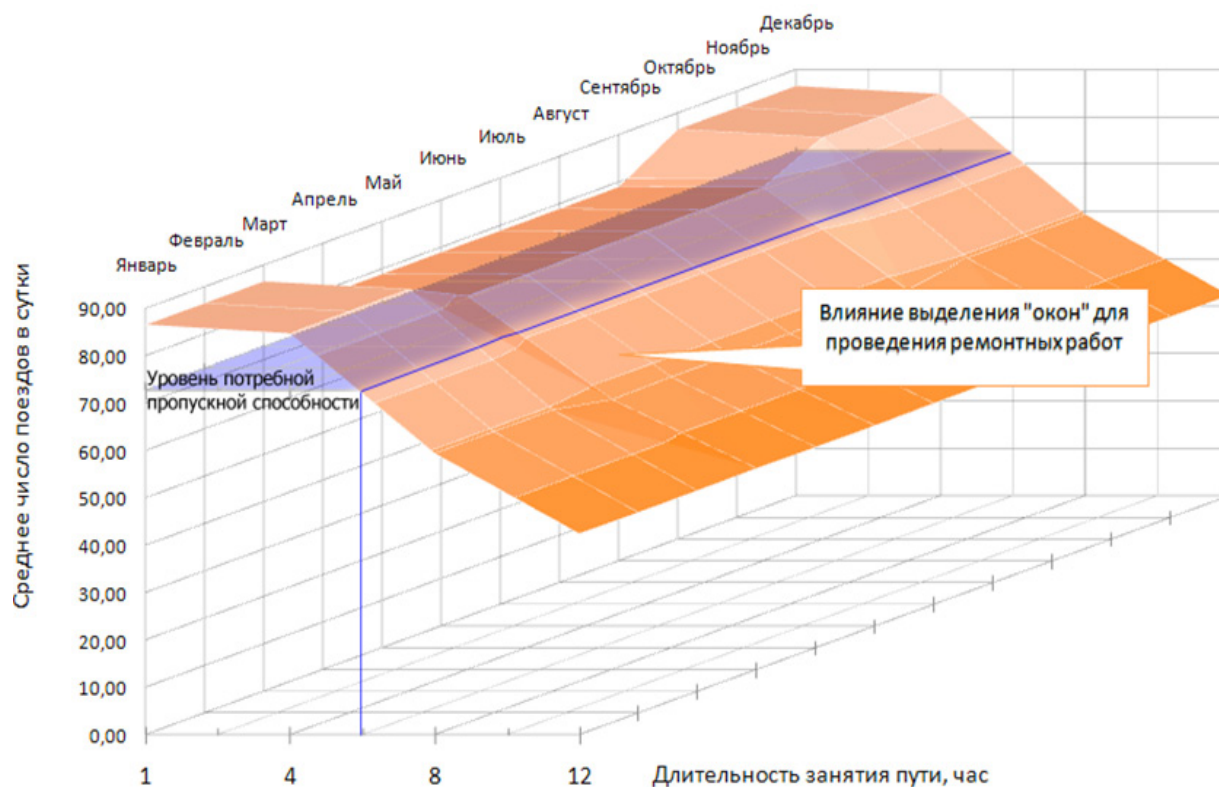


Рис. 4. Сравнение потребной и наличной пропускных способностей железнодорожного участка в зависимости от длительности занятия путей сортировочной станции

ность оценки пропускной способности железнодорожных направлений, обеспечивающей освоение прогнозируемых объемов перевозок, с учетом предоставления ежегодных «окон» для проведения ремонтных и реконструктивных работ на рассматриваемый период.

На сегодняшний день принципы, на которых строятся имитационные модели, являются единственными, позво-

ляющими учитывать не только структуру, но и технологию работы железнодорожных направлений. По мнению авторов, со временем метод имитационного моделирования процессов перевозок найдет свое широкое применение в практике работы проектных организаций в качестве имитационной экспертизы проектов по реконструкции и строительству объектов железнодорожного транспорта.

Литература:

1. <http://www.gks.ru/>;
2. Якунин В. И. ОАО «РЖД». Инфраструктура промышленного роста // Федеральный справочник. Инфраструктура России. Том № 2, 2013. 123–128 с. [Федеральный справочник]. URL: <http://federalbook.ru/files/Infrastruktur/Soderjaniye/Tom 2/II/Yakunin.pdf>;
3. [http://ruxpert.ru/Крупные_российские_проекты_\(строящиеся\)](http://ruxpert.ru/Крупные_российские_проекты_(строящиеся));
4. Козлов П. А., Козлова В. П. Оптимизация функциональной структуры транспортного узла // Наука и техника транспорта. — 2005. — № 1 — С. 17–31.
5. Кокурин И. М., Ковалев К. Е. Метод расчета загруженности оперативно-диспетчерского персонала технических станций, основанный на алгоритмическом описании содержания труда // Известия ПГУПС. — 2013. — № 3 — С. 18–23.
6. Нормы технологического проектирования устройств автоматики и телемеханики на федеральном железнодорожном транспорте НТП СЦБ/МПС-99. Утвержден указанием МПС РФ от 24 июня 1999 г. № А-1113. Санкт-Петербург — 1999. — 69 с.
7. Шенсизбаев. С. А. Эффективность внедрения устройств автоматики и телемеханики на сортировочных станциях: Дис. На соискание ученой степени к. т. н.: В 2-х кн. — Л., 1980 г.
8. Тимченко В. С. Алгоритмизация процессов оценки пропускной способности железнодорожных участков в условиях предоставления окон // Транспорт Российской Федерации. Журнал о науке, экономике, практике. — 2013 — № 5 (48) — С. 34–37;

9. Кокурин И. М., Тимченко В. С. Алгоритм оценки наличной пропускной способности железнодорожных участков в условиях планирования «окон» большой продолжительности // Международная научно-практическая конференция Транспорт России: проблемы и перспективы — 2013. СПб: ИПТ РАН, 2013. С. 71–75;
10. Кокурин И. М., Кудрявцев В. А. Оценка пропускной способности железнодорожных линий на основе имитационного моделирования процессов перевозок // Известия Петербургского университета путей сообщения. — 2012. — № 2 (31) — С. 18–22.
11. Кокурин И. М., Тимченко В. С. Методы определения «узких мест», ограничивающих пропускную способность железнодорожных направлений // Известия Петербургского университета путей сообщения. — 2013. — № 1 (34). С. 15–22.
12. Кокурин И. М., Тимченко В. С. Методология улучшения железнодорожного транспортного обслуживания морских торговых портов // Международная научно-практическая конференция Транспорт России: проблемы и перспективы — 2012 — СПб: ИПТ РАН, 2012. С. 31–35
13. Тимченко В. С. Оценка перспективной пропускной способности участков железнодорожной сети с учетом предоставления «окон», на основе применения имитационного моделирования процессов перевозок // Молодой ученый. — 2014. — № 2. — С. 199–204..
14. Тимченко В. С. Определение пропускной способности реконструируемого железнодорожного направления Мга — Гатчина — Веймарн — Лужская с использованием метода имитационного моделирования // Материалы научно-технической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых 26 марта — 12 апреля 2012 г. Транспорт: проблемы и перспективы Неделя науки 2012 СПб ПГУПС 2012. с. 35–39.

Низкотемпературные процессы очистки сжиженного отбензиненного газа высокого качества

Койшыбаев Адилет Дауренович, магистрант

Казахский национальный технический университет имени К. И. Сатпаева (г. Алма-Ата)

Использование сухого отбензиненного газа в качестве топлива и автономная газификация небольших объектов предполагает производство сжиженного отбензиненного газа в небольших количествах. При этом, как правило, исходный газ на сжижение отбирается из установки подготовки газа, и может различаться по своему составу. В то же время, состав сжиженного отбензиненного газа определяется нормативными документами, которые устанавливают ограничения по содержанию диоксида углерода, высококипящих компонентов (этан, пропан, бутан, C₅+, пары масла и др.) и азота. Поэтому перед сжижением газ подвергают процессам осушки и очистки путем адсорбции на цеолитах. Однако адсорбционная очистка не может обеспечить требований для сухого отбензиненного газа марки А (содержание высококипящих компонентов менее 1%, азота менее 1%). Поэтому для производства такого газа необходимо применять другие методы очистки, в том числе, низкотемпературное фракционное испарение и ректификацию

К решению проблемы утилизации попутного нефтяного газа (ПНГ) во многом основывается на реализации ряда новых инвестиционных проектов, требующих высоких финансовых затрат и стабильного рынка сбыта. Основная причина, почему до сих пор проблемы утилизации ПНГ так и не решены, заключается в противоположности интересов государства и бизнеса. Если государство заинтересовано в «рациональном использовании недр», то нефтепользователи в первую очередь стремятся к максимизации получаемой прибыли.

Для решения проблемы утилизации газа на месторождениях предусматривается использовать ПНГ в целях получения электроэнергии для нужд нефтепромысла (газотурбинная установка) и получения товарного продукта, виде сжиженного углеводородного газа (СУГ), остав-

шуюся часть сухого отбензиненного газа (СОГ) использовать в качестве моторного топлива с помощью установки сжижения.

В настоящее время для производства сжиженного «сухого» отбензиненного газа (ССОГ) используются установки высокого давления (рис. 1а) или среднего давления с детандером (рис. 1б).

В установки сжижения газ поступает из другой установки — установки утилизации попутного нефтяного газа, и имеет состав, включающий в себя, помимо метана, высококипящие компоненты (ВКК) — тяжелые углеводороды и низкокипящие компоненты (прежде всего азот). При использовании отбензиненного газа в качестве моторного топлива для форсированных двигателей требования к очистке возрастают и традиционные ме-

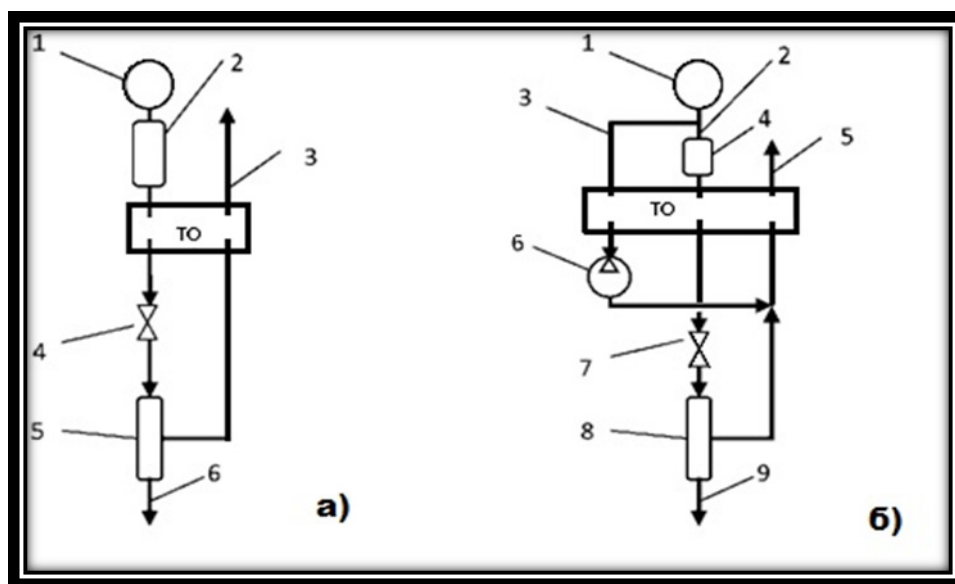


Рис. 1. а) Схема установки частичного сжижения отбензиненного газа, работающей по простому дроссельному циклу: 1 — источник отбензиненного газа; 2 — скид высокотемпературной очистки; 3 — обратный поток; 4 — дроссельный вентиль; 5 — сепаратор-отбойник ССОГ; 6 — ССОГ; ТО — теплообменник. б) Схема установки частичного сжижения отбензиненного газа, работающей по циклу с детандером: 1 — источник отбензиненного газа; 2 — продукционный поток; 3 — охлаждающий (технологический) поток; 4 — скид высокотемпературной очистки; 5 — обратный поток; 6 — детандер; 7 — дроссельный вентиль; 8 — сепаратор-отбойник ССОГ; 9 — ССОГ; ТО — теплообменник.

тоды очистки (адсорбционные, абсорбционные, вымораживание) не обеспечивают производство ССОГ высокого качества. Одним из возможных путей производства ССОГ высокого качества является применение низкотемпературной очистки. Суть этого метода заключается в том, что газ очищается не перед сжижением, а в сжиженном состоянии на конечной стадии производства с использованием непрерывного испарения или ректификации.

В работе предложено производить низкотемпературную очистку на скиде низкотемпературной очистки (СНО), имеющем вид, приведенный на рис. 2. На вход СНО из установки частичного сжижения направляются два потока, являющихся частями потока сырьевого газа. Первый поток — продукционный — жидкость при повышенном давлении — поступает в разделительный аппарат, где осуществляется его очистка. В состав разделительного аппарата входит конденсатор, испаритель и устройство разделения (рис. 2).

Устройство разделения может быть представлено сепаратором или секцией ректификационных тарелок. В первом случае разделительный аппарат называется фракционным испарителем, во втором случае — ректификационной колонной. Второй поток — технологический — необходим для подвода теплоты в испаритель разделительного аппарата и отвода теплоты из конденсатора разделительного аппарата.

Низкотемпературная очистка в фракционном испарителе методом непрерывного испарения заключается в следующем (рис. 2). Поток жидкости G (продукционный

поток) поступает из установки в разделительный аппарат и испаряется за счет подвода тепла.

В результате испарения имеем пар P с низким содержанием высококипящих, по отношению к метану, компонентов (ВКК) (на порядок ниже, чем в исходном газе), и жидкость C с высоким содержанием ВКК, причем, поскольку процесс испарения происходит постоянно, то для поддержания постоянного состава продуктов, часть ее следует выводить из разделительного аппарата (отбросная жидкость). Поднимающийся пар P в верхней части сепаратора конденсируется, и конденсат (дистиллят) с низким содержанием ВКК выводится из фракционного испарителя, дросселируется до низкого давления и поступает потребителю в виде конечного продукта (чистого ССОГ).

При этом, если холод отбросной жидкости не возвращается обратно в установку сжижения, то имеет место снижение производительности установки. Отбросная жидкость содержит высокую долю кристаллизующихся компонентов и при понижении температуры может происходить образование их твердой фазы. Поэтому температуру и давление отбросного потока необходимо контролировать, чтобы исключить возможность кристаллизации в нем диоксида углерода.

Низкотемпературная очистка в ректификационной колонне методом ректификации (рис. 3) отличается от непрерывного испарения тем, что между испарителем разделительного аппарата и конденсатором расположены ректификационные тарелки, и часть конденсата (флег-

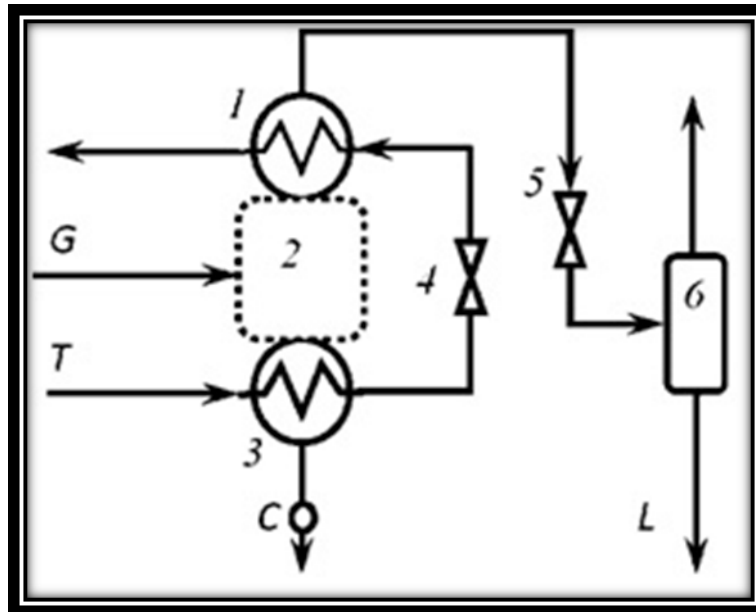


Рис. 2. Блок низкотемпературной очистки: 1 — конденсатор; 2 — устройство разделения; 3 — испаритель; 4, 5 — дроссельный вентиль; 6 — сепаратор отбойник. G — производционный поток; T — технологический поток; P — поток дистиллята; C — поток грязной жидкости; L — ССОГ.

мовый поток) стекает по тарелкам обратно в испаритель колонны. При этом, за счет тепломассообмена между поднимающимся паром и флегмой, концентрация ВКК в паре и, соответственно, в дистилляте ниже, чем при непрерывном испарении. Ректификация позволяет получить дистиллят (и, соответственно, конечный продукт) с меньшим содержанием ВКК, чем при непрерывном испарении.

Работу разделительного аппарата любой конструкции обеспечивает технологический поток (см. рис. 2). Он поступает в БНО при повышенной температуре и давлении, далее направляется в испаритель разделительного аппарата, где, за счет испарения части производционного потока, охлаждается и конденсируется. Далее он расширяется в конденсатор разделительного аппарата и, за счет своего испарения, конденсирует чистый пар из устройства разделения. После чего технологический поток возвращается в установку сжижения. В области наименьшего давления и температуры в технологическом потоке может возникать твердая фаза кристаллизующихся компонентов, что обуславливает еще одну точку контроля.

Таким образом, низкотемпературные методы разделения могут обеспечить производство ССОГ высокого ка-

чества, но необходимо учитывать следующие особенности низкотемпературной очистки:

1. В процессах тепло-массообмена возможно образование твердой фазы (кристаллизация диоксида углерода и углеводородов C_5+);

2. Параметры разделительного аппарата связаны с циклом производства ССОГ и производительностью установки. Снижение производительности установки сжижения с низкотемпературной очисткой связано с появлением отбросной жидкости, поскольку энергия, затраченная на ее производство, не возвращается в цикл.

Применение низкотемпературной очистки в установках производства ССОГ позволяет получать сжиженный отбензиненный газ с низким содержанием диоксида углерода и высококипящих компонентов с одновременным снижением производительности (снижением эффективности) установок. В ректификационной колонне состав и величина выхода продукта определяется составом исходного газа, величиной флегмового потока и числом тарелок. Эффективность системы очистки увеличивается с повышением давления, величина которого ограничивается, в основном, значением флегмового числа и разностью температур между испарителем и конденсатором разделительного аппарата.

Литература:

1. Горбачев С. П., Люгай С. В., Медведков И. С. Особенности сжижения природного газа с повышенным содержанием диоксида углерода и высококипящих компонентов в циклах с внутренним охлаждением // Газовая промышленность. — 2013. — № 685. — с. 76–80.
2. Горбачев И. С., Медведков И. С. Частичное сжижение природного газа в малотоннажных установках с блоком низкотемпературной очистки // Транспорт на альтернативном топливе. — 2013. — № 2 (32). — с. 48–51.

3. Горбачев С. П., Медведков И. С. Задача низкотемпературной очистки природного газа с получением продукта повышенной чистоты // Радиоэлектроника, электротехника и энергетика: сб. тез. XIX Междунар. науч.-прак. конф. асп. и студ., Москва, 2013, т. 4, с. 56.

Методика экспериментальных исследований многорядных свайных ростверков под колонны

Кочеткова Майя Владимировна, кандидат технических наук, доцент;

Гусев Николай Иванович, кандидат технических наук, профессор;

Паршина Ксения Сергеевна, студент

Пензенский государственный университет архитектуры и строительства

Описана методика экспериментальных исследований многорядных свайных ростверков под колонны: численный эксперимент — с применением программы «Лира», основанной на методе конечных элементов, физический эксперимент — с использованием силовых установок.

Ростверк является одной из основных несущих конструкций зданий и сооружений. Ростверки свайных фундаментов могут быть ленточными, воспринимающими нагрузку от несущих стен, и отдельно стоящими под колонны каркасных зданий, с однорядным, двухрядным и шахматным расположением свай. Исследования работы ростверков могут быть теоретическими и экспериментальными, ценность которых заключается в выводах, касающихся напряжённо-деформированного состояния ростверков, методов расчёта и конструирования ростверков, рационального использования материалов — бетона и арматуры.

Многорядные свайные ростверки под колонны имеют сложное напряжённо-деформированное состояние. Нами были исследованы ростверки с помощью программы «Лира», основанной на методе конечных элементов, и с применением физического эксперимента.

Для численного эксперимента были выбраны варианты ростверков натуральных размеров. Рассмотрено 3 варианта двенадцатисвайного ростверка: при постоянном шаге свай в поперечном направлении 1200 мм, при постоянной высоте ростверка 900 мм и поперечном сечении свай 300×300 мм менялось расстояние между осями свай в продольном направлении и принималось 900, 1200, 1500 мм. Расчётные схемы ростверков определялись путём представления объёма ростверка в виде конечных элементов размером 100×200 мм и 150×200 мм. Отброшенную часть фундамента в расчётной схеме учитывали введением связи в каждом конечном элементе. Для каждого образца были получены величины нормальных, касательных и главных напряжений в центре тяжести каждого объемного элемента [1,2].

Численный эксперимент с применением программы «Лира» выявил уменьшение значений напряжений над сваями-стойками по мере их удаления от оси колонны. Это хорошо видно по характеру распределения

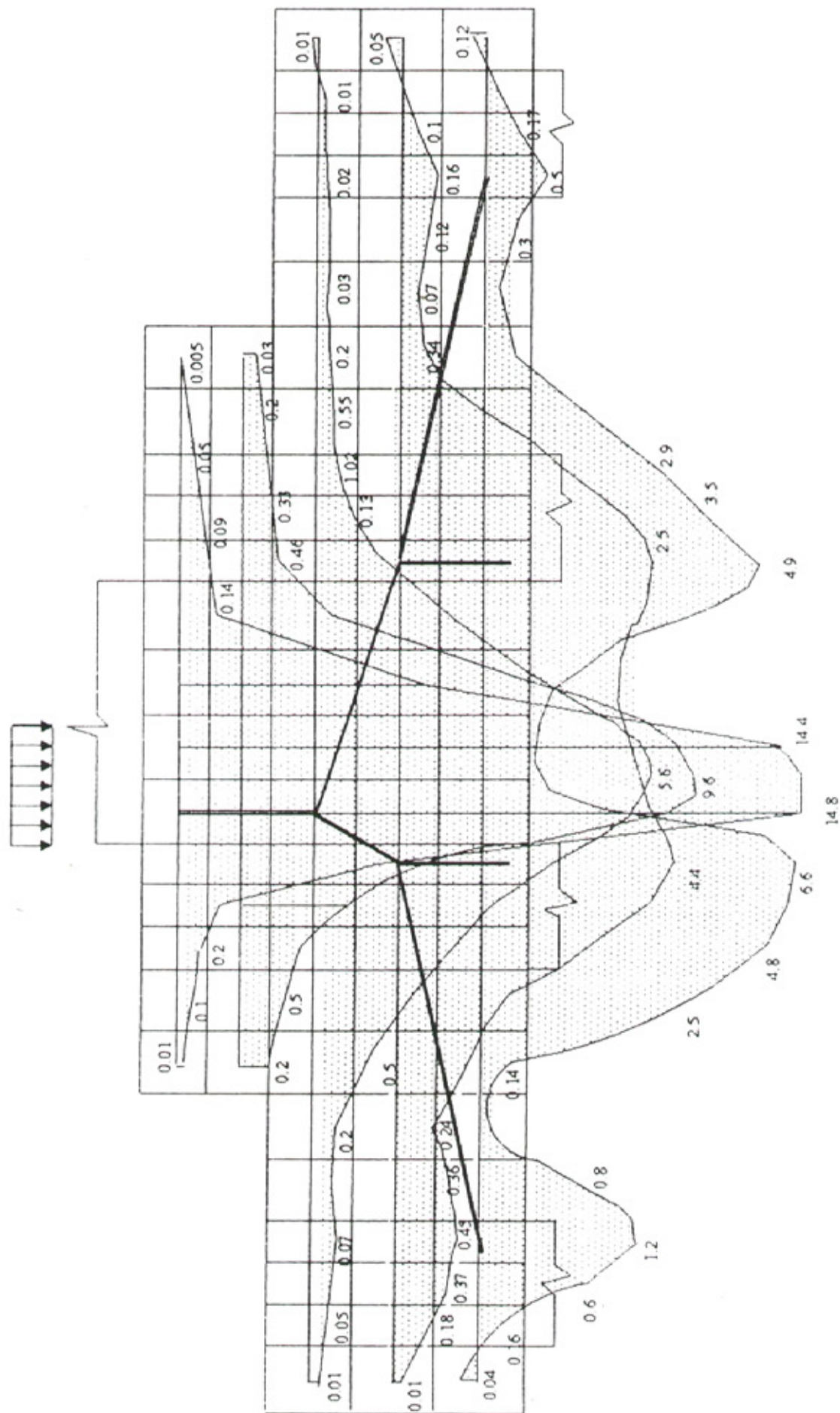
нормальных напряжений σ_z (рис. 1). Поэтому, планируя физический эксперимент, важно было измерить напряжения или деформации над сваями-опорами.

Для физического эксперимента опытные образцы проектировались в виде моделей в масштабе 1:3. Опоры устанавливались с помощью регулировочных винтов, над которыми между двумя пластинами, по размеру соответствующих поперечному сечению сваи 100 мм, в вертикальном направлении были поставлены трубы длиной 100 мм, толщиной 4 мм и диаметром 89 мм. При нагружении образца, под действием сжимающих усилий, трубы упруго деформировались. Деформации труб были измерены с помощью индикаторов (пластины были подготовлены специальным образом, чтобы можно было на их углах установить индикаторы часового типа) и с помощью тензодатчиков (было наклеено по 4 тензодатчика на каждую трубу, с базой 20 мм, снятие показаний с датчиков осуществляли прибором АИД-4).

На рис. 2 представлена схема силовой установки для испытаний ростверков под колонны при многорядном расположении свай. Силовая установка представляла собой две металлические рамы, состоящие из боковых стоек, закрепленных в ручьях силового пола, и поперечных балок-траверс, жестко соединенных со стойками. Нагружение ростверков производили гидравлическим домкратом ДГ-200 через металлическую пластину, имитирующую колонну [3].

При подготовке и в процессе испытаний сделали зачистку и побелку поверхности бетона образцов для визуального наблюдения за образованием и развитием трещин. Тензодатчики наклеивали на бетонное поле и нижние стержни продольной арматуры. Нагружение производилось поэтапно на 5–10% от предполагаемой разрушающей нагрузки.

Современные компьютерные программы позволяют реализовать различные математические модели анализи-

Рис. 1. Эпюры s_z , t/m^2 , по середине ростверка

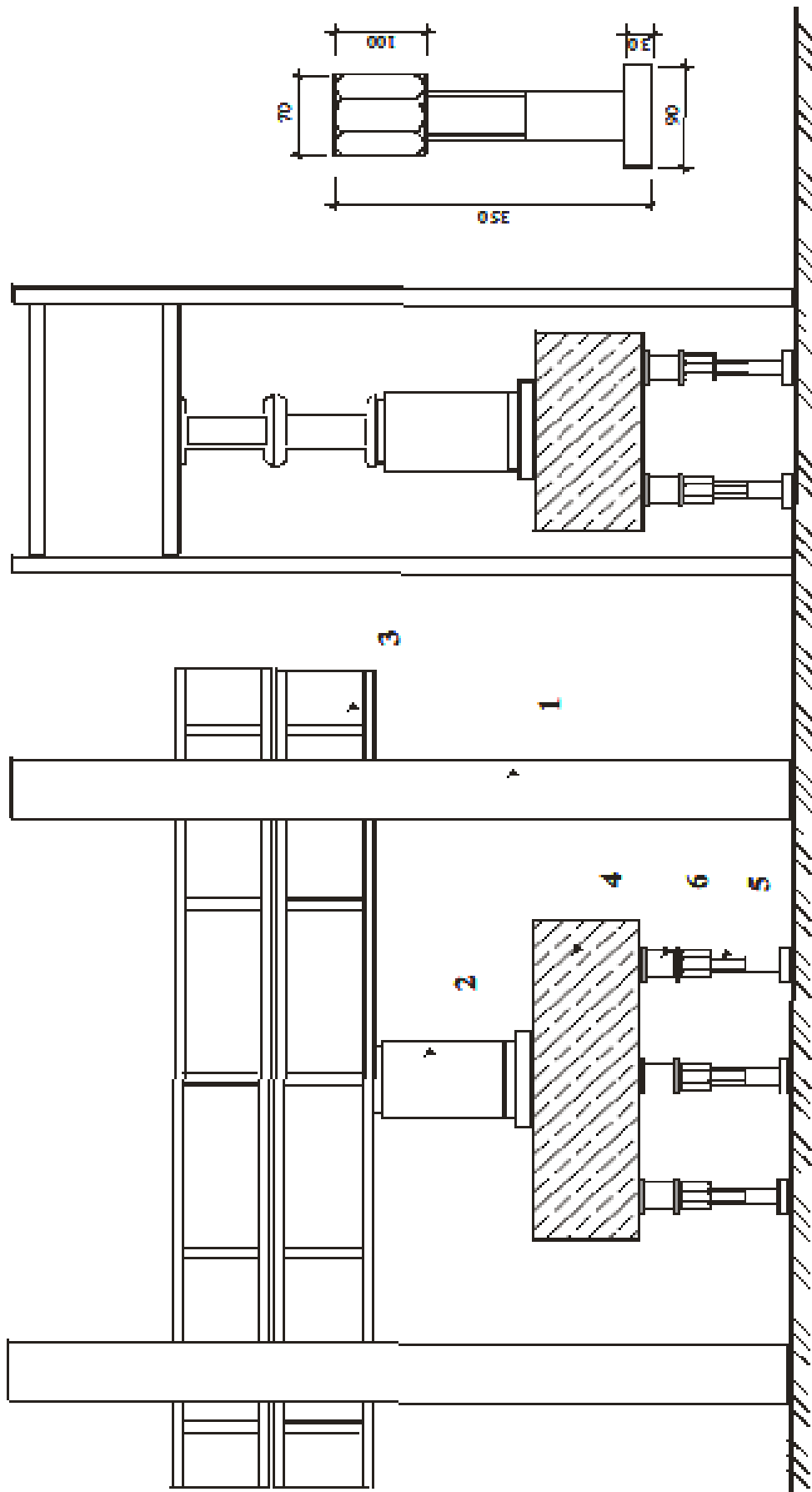


Рис. 2. Схема силовой установки для испытаний многорядных свайных ростверков под колонны:
 1 — металлическая рама; 2 — гидравлический домкрат ДГ — 200; 3 — система распределительных траверс;
 4 — испытываемый образец; 5 — винтовая опора; 6 — металлическая труба.

руемых вариантов несущих конструкций и даже проследить процесс появления и развития трещин. Однако, компьютерные модели, основанные на классических теориях пластичности, не могут учесть всю специфику деформирования железобетона, реальные физико-механические процессы, протекающие при деформировании твёрдого тела. Исследования физических моделей остаются наиболее надёжным способом выявления характера образования и развития трещин, схемы разрушения, характера распределения деформаций (напряжений), закономерности изменения разрушающих усилий, и усилий образования трещин при изменении исследуемых факторов.

Литература:

1. Корнюхин А.В. Экспериментально-теоретические исследования толстых плит [Текст]/А.В. Корнюхин, М.В. Кочеткова, О.В. Снежкина. — Пенза: ПГУАС, 2013. — 131 с.
2. Кочеткова М.В. Совершенствование методов расчёта многорядных свайных ростверков под колонны [Текст]/М.В. Кочеткова, О.В. Снежкина, А.В. Корнюхин. — Пенза: ПГУАС, 2011. — 139 с.
3. Кочеткова М.В. Экспериментальная оценка работы ростверков [Текст]/М.В. Кочеткова, Н.И. Гусев, О.В. Снежкина, К.С. Паршина — Пенза: ПГУАС, Региональная архитектура и строительство, № 1 (18), 2014.

Рассмотренные методики физического и численного экспериментов неоднократно применялись для оценки работы многорядных свайных ростверков под колонны.

Особенностями напряжённо-деформированного состояния ростверков под колонну при многорядном расположении свай являются уменьшение значений напряжений над опорами-сваями по мере удаления их от оси колонны с одновременным уменьшением рабочей площади свай-опор, а также пространственная ориентация участков ростверка, в пределах которых концентрируются главные сжимающие и растягивающие напряжения.

Эффективность использования видеосистемы биометрической идентификации личности с целью контроля доступа

Кошелева Анна Сергеевна, студент;

Фортышев Елизар Юрьевич, студент

Санкт-Петербургский государственный университет аэрокосмического приборостроения

В данной статье рассматриваются преимущества видеосистемы биометрической идентификации личности перед другими системами контроля доступа на охраняемых объектах и оригинальность этой системы в структуре научно-технического прогресса.

В наши дни помимо воровства и вандализма существует большая угроза террористических актов. Для предотвращения подобных угроз установка систем безопасности является первоочередной задачей, особенно в общеобразовательных учреждениях и местах большого скопления людей.

Системы видеонаблюдения являются сегодня обязательным, а порой и основным элементом любой современной системы безопасности. Возможность дистанционного визуального контроля всего охраняемого объекта, его внутренних помещений окружающего пространства и периметра позволяет создавать высокоэффективные системы безопасности без затрат на содержание большого штата охраны. Актуальность современных решений в области безопасности и контроля давно уже не вызывает никакого сомнения [1].

Как правило, в местах, где установлены камеры, совершается значительно меньше правонарушений, а если

и совершаются, то процент их раскрываемости гораздо выше, чем в «слепых зонах». Системы видеонаблюдения установлены практически в каждом городе и успешно применяются для выявления различного рода правонарушений. Однако, существует проблема — этот процесс плохо автоматизирован из-за отсутствия надёжных и быстрых алгоритмов идентификации личности по изображению, и в большинстве случаев этим занимаются люди, а не машины.

Недавно при Владимирском государственном университете во Владимирской области была создана инновационная система видеонаблюдения с биометрической идентификацией личности. Уникальная система видеонаблюдения для учета и контроля доступа — это новый комплекс, который может одновременно распознавать больше 20 лиц. После попадания человека в так называемую «зону контроля» уже через три секунды, если, конечно, фотография есть в базе данных, информация

о нём появится у оператора комплекса. За это время система сравнивает изображение, получаемое в режиме реального времени и снимки из базы по нескольким сотням параметров [6]. В этом и заключается актуальность решения проблемы автоматической идентификации личности.

Идентификация личности в данной видеосистеме производится путем сравнения биометрических характеристик лиц граждан с базами фотоизображений с использованием методов построения трехмерных моделей по двумерным изображениям. Внутри установлена камера, имеющая две матрицы: для видимого и для инфракрасного диапазонов [6]. То есть съёмка может производиться в полной темноте. Такая система биометрической идентификации личности предназначена для идентификации людей по изображению лица (а так же по его мельчайшим деталям) в рамках проведения оперативно-розыскных и профилактических мероприятий.

Новый комплекс может работать и в общественном транспорте, и на крупных промышленных предприятиях, а так же в местах с очень большим скоплением людей (аэропорты, вокзалы, метрополитен, супермаркеты, автостоянки, выставки и так далее). Это позволяет производить круглосуточный контроль и своевременно предотвращать всевозможные чрезвычайные происшествия и преступления. Таким образом, риск возникновения ситуаций, представляющих опасность для жизни людей, существенно снижается. На рисунке 1 представлена струк-

турная схема объектов, на которых может использоваться видеосистема.

Система биометрической идентификации (СБИ) состоит из: видеокамеры, канала связи, биометрического сервера поиска, распознавания и управления по базе данных, монитора для вывода изображений и удерживающего устройства (турникет, двери).

Структурная композиция СБИ на охраняемом объекте представлена на рисунке 2.

Для проведения анализа эффективности данной системы контроля доступа, рассмотрим ее основных конкурентов, представленных в таблице 1, а также их сильные и слабые стороны (таблица 2).

Проанализируем биометрическую систему видеонаблюдения и ее основных конкурентов относительно проблемы контроля доступа. Для этого с целью графического отображения взаимосвязи между решаемой проблемой и причинами, влияющими на ее возникновение, была применена диаграмма Исикава [7, с. 135], с помощью которой получено наглядное представление о том, какие причины приводят к необходимости усовершенствования контроля доступа на охраняемых объектах (рис. 3 — рис. 7).

Все причины, приводящие к плохому контролю доступа, могут привести, как правило, к одним и тем же последствиям, а именно: посторонний человек может проникнуть на охраняемый объект, в результате чего может произойти некое чрезвычайное происшествие, такое



Рис. 1. Структурная схема объектов, на которых может использоваться видеосистема



Рис. 2. Структурная композиция СБИ


как кража, порча имущества, преступление. Или наоборот — человек имеет право пройти на охраняемый объект, но не может этого сделать в силу определенных обстоятельств, таких как потеря пропуска, отсутствие его в базе данных и так далее.

По результатам проведенных исследований можно сделать вывод о том, что система видеонаблюдения для учета и контроля имеет наименьшее число проблем по сравнению со всеми конкурентами, что свидетельствует о ее

эффективности и надежности. К тому же, антропометрия наиболее достоверна. Таким образом, можно смело утверждать, что такая система является высококачественной, конкурентноспособной и наиболее рациональной в использовании.

Потребность в постоянном контроле доступа нам диктуют требования безопасности, стремление защитить себя и своих близких, желание поддерживать жизненную стабильность. При проектировании любой системы без-

Таблица 1. Основные конкуренты биометрической видеосистемы идентификации личности

Конкурент	Описание	Каналы восприятия информации
1. Консьерж 	Дежурство в вестибюле/подъезде жилого дома, пропуск жильцов и посетителей; регистрация посетителей по документам, удостоверяющим личность, с указанием времени прихода и ухода и номера квартиры (кабинета), в которую они направляются; ограничение допуска посторонних лиц; прием почты и сообщений; оказание помощи управляющей организации в доведении до сотрудников (жильцов) необходимой информации; поддержание порядка в вестибюле/подъезде жилого дома и комнате консьержей; хранение ключей от технических помещений [2].	Визуальное восприятие, фиксация индивидуальных данных личности.

Продолжение таблицы 1



<p>2. Охранник</p> 	<p>Охрана помещений и территорий объектов; обеспечение пропускного и внутриобъектового режимов персонала и посетителей на объектах; проверка постоянных, временных, разовых пропусков и других документов, предоставляющих право входа и выхода лиц, въезда и выезда транспортных средств; контроль за своевременным возвращением пропусков; оказание охранных услуг с использованием технических средств охраны; обеспечение защиты жизни и здоровья граждан; принятие мер к недопущению и пресечению хищений охраняемого имущества с применением при необходимости специальных средств [3].</p>	<p>Визуальное восприятие и фиксация индивидуальных данных личности.</p>
<p>3. Магнитно-пропускная система</p> 	<p>Предназначен для ограничения доступа на проходных промышленных предприятий, в банках, бизнес-центрах, учебных заведениях и т. д., а также для учета рабочего времени в составе системы контроля доступа [4].</p>	<p>Магнитный носитель.</p>
<p>4. Биометрический замок отпечатков пальцев</p> 	<p>Является автономным решением для блокировки/разблокировки различных дверей; предназначен для внутреннего использования и идеально подходит для серверных комнат, склада, бухгалтерии или любого другого помещения с ограниченным доступом [5]; ведет учет и хранение данных о дате и времени прохода посетителей; просмотр и анализ записанных данных на компьютере; внесенные в память отпечатки пальцев остаются неизменными после сбоя питания.</p>	<p>Отпечаток пальца личности.</p>

Таблица 2. Сильные и слабые стороны конкурентов

Конкурент	Плюсы	Минусы
1. Консьерж	Небольшие затраты, неприхотливость в работе, надежная идентификация постоянных посетителей.	Человеческий фактор (невнимательность, коррупция и т. д.), слабая физическая подготовка, отсутствие средств обороны.
2. Охранник	Хорошая физическая подготовка и скорость реакции, наличие рации и средств обороны.	Человеческий фактор (невнимательность, коррупция и т. д.).
3. Магнитно-пропускная система	Автоматизация контрольно-пропускной системы (фиксация времени и индивидуальных данных посетителей), непрерывная работа длительное время, возможность организации учета перемещений сотрудников и назначение уровней доступа для каждого из них.	Ненадежность оборудования, сбои в системе, неэффективность при отсутствии магнитной карты (поломка, потеря), возможность прохода третьих лиц по чужой карте, бесполезность системы при отсутствии электричества, возможность преодолеть незначительную преграду при отсутствии карты, невозможность идентификации преступных личностей.
4. Биометрический замок отпечатков пальцев	Функции всевозможных ключей и карточек исполняет человеческое тело, надежность работы приравнивается к 100%, возможность организации учета перемещений сотрудников и назначение уровней доступа для каждого из них.	Сбои в системе, бесполезность системы при отсутствии электричества, невозможность идентификации преступных личностей.

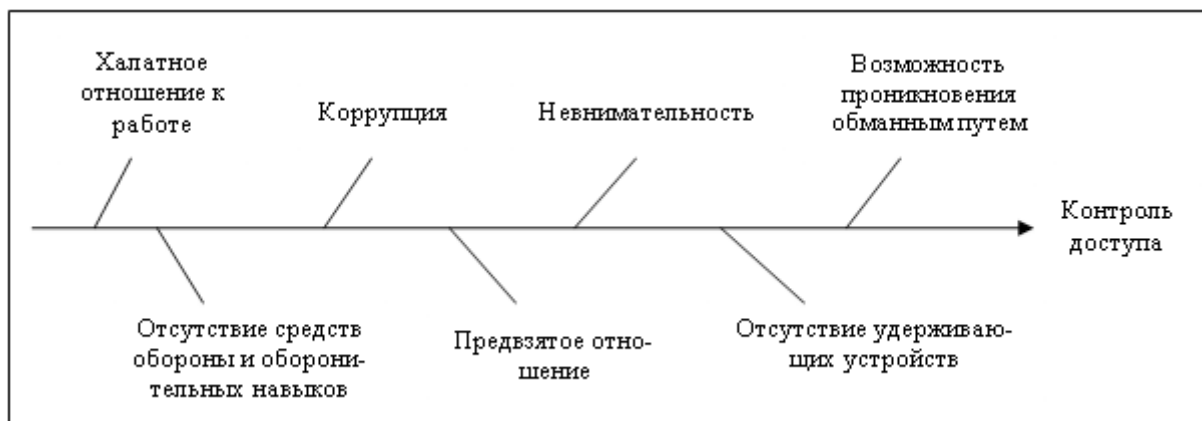


Рис. 3. Диаграмма Исикава для конкурента 1

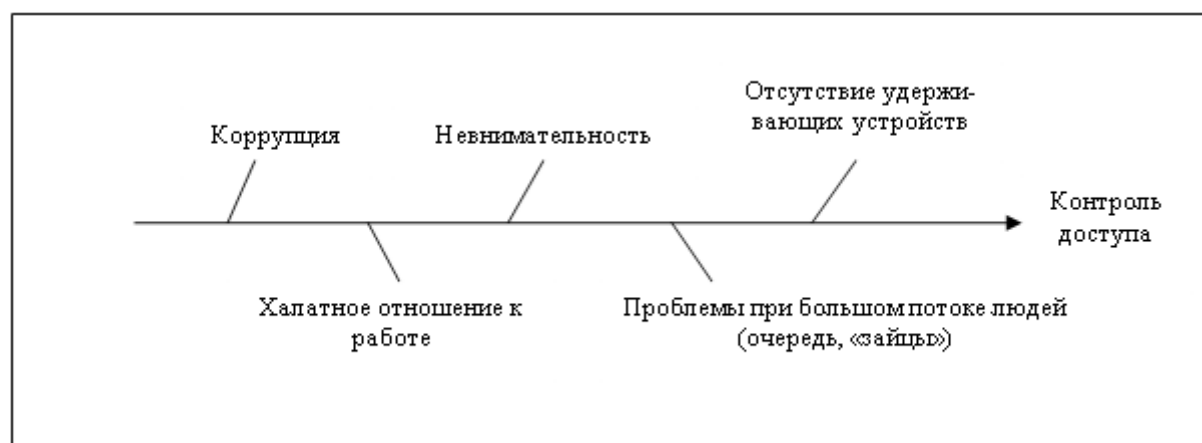


Рис. 4. Диаграмма Исикава для конкурента 2

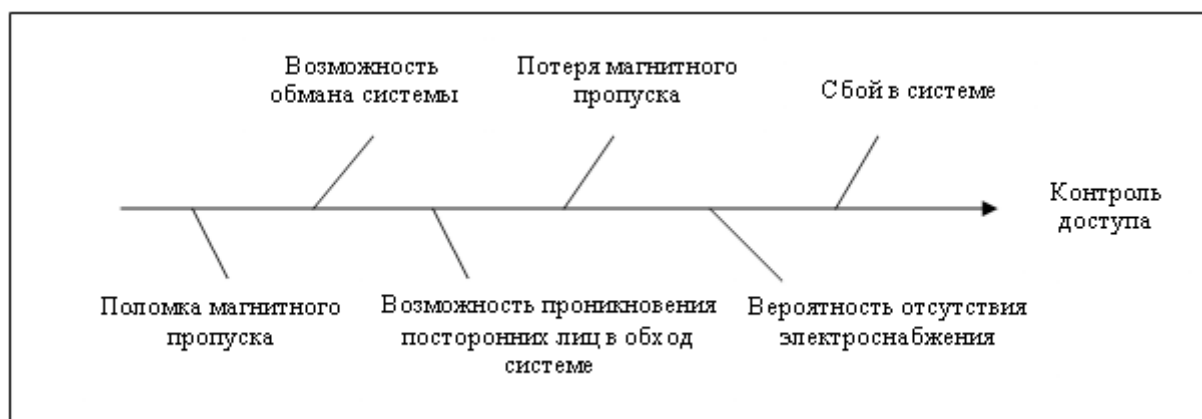


Рис. 5. Диаграмма Исикава для конкурента 3

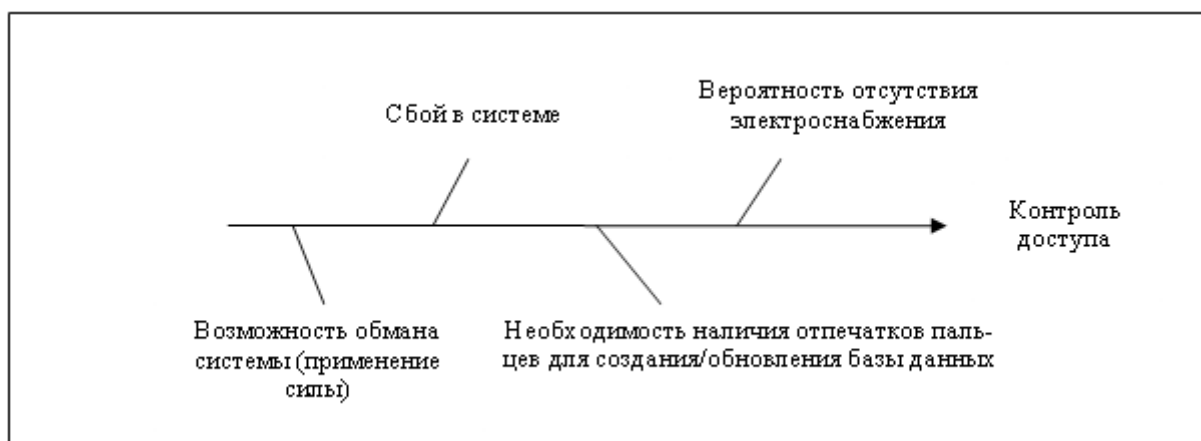


Рис. 6. Диаграмма Исикава для конкурента 4

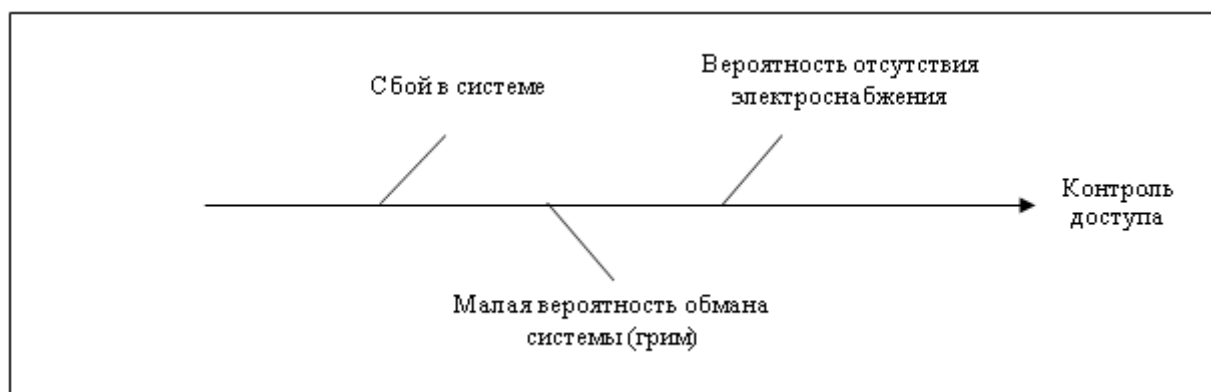


Рис. 7. Диаграмма Исикава для альтернативы

опасности нельзя упускать из виду человеческий фактор. Охранник может устать, потерять бдительность, уснуть, не заметить, быть подкупленным и т. д. Цифровые системы не устают, не спят и не берут взятки, а соответственно беспристрастно регистрируют все факты нарушения. Именно поэтому главной проблемой при проектировании и использовании современных систем безопасности является

полное или частичное отсутствие автоматизации процесса контроля доступа, и создание уникальной видеосистемы биометрической идентификации личности является существенным шагом к решению этой проблемы. А правильно установленная и грамотно спроектированная система видеонаблюдения очень быстро окупается, даёт чувство защищённости и уверенности.

Литература:

1. «Видеотехника ДВ» [электронный ресурс]: системы видеонаблюдения — режим доступа: <http://videoteh-dv.ru>
2. Должностная инструкция консьержа жилого дома, 2012
3. Должностная инструкция охраны, 2012
4. «Кортос» [электронный ресурс]: научно-промышленное предприятие — режим доступа: <http://www.nppk.by>
5. «Армо системы» [электронный ресурс]: охранные системы — режим доступа: <http://www.armosystems.ru>
6. Новостной сайт первого канала [электронный ресурс]: репортаж — режим доступа: <http://www.1tv.ru/news>
7. Мишин В. М. Управление качеством. Москва, 2005, 463 с.

Энергосбережение в строительстве: инфракрасное отопление

Кузьмишкин Алексей Александрович, кандидат технических наук, доцент;

Игнатьева Екатерина Александровна, студент

Пензенский государственный университет архитектуры и строительства

Забилов Али Ильясович, доцент

Пензенская государственная сельскохозяйственная академия

Научно-технический прогресс — это непрерывный процесс открытия новых знаний и применения их в общественном производстве, позволяющий по-новому соединять и комбинировать имеющиеся ресурсы в интересах увеличения выпуска высококачественных конечных продуктов при наименьших затратах. В широком смысле на любом уровне — от фирмы до национальной экономики — под научно-техническим прогрессом подразумевается создание и внедрение новой техники, технологии, материалов, использование новых видов энергии, а также появление ранее неизвестных методов организации и управления производством.

На фоне растущей дороговизны энергоресурсов, ненадежной работы имеющихся систем теплоснабжения, значительных капитальных затрат на приобретение и монтаж собственных систем воздушно-водяного отопления остро встает вопрос об использовании энергосберегающих технологий и оборудования. Одной из таких экономных систем является система инфракрасного отопления.

Для отопления промышленных и гражданских зданий (цеха различного назначения, судоверфи, складские и торговые помещения, ангары авиа- и автомобильной техники, спортзалы и так далее) требуются значительные энергетические затраты. Прогрев больших объемов воздуха традиционными методами с использованием конвективного способа отопления является весьма инерционным и дорогостоящим, так как нагретый воздух, поднимаясь вверх, значительно увеличивает теплопотери в верхней зоне сооружений.

Инфракрасные обогреватели не вызывают никаких сквозняков или любых других движений воздуха, что обеспечивает дополнительный комфорт. Повышенная поверхностная температура ограждений способствует уменьшению радиационной теплопотери человека, что позволяет снизить на 2–3°C расчетную температуру воздуха в отапливаемом помещении. Снижение температуры воздуха в помещении при умеренном и равномерном воздействии на человека лучистого тепла создает бодрое самочувствие и приятное теплоощущение. Равномерная температура воздуха по вертикали и горизонтали является отличительным фактором с точки зрения технико-экономических свойств системы инфракрасного отопления.

При оценке экономичности системы отопления, кроме энергозатрат, также имеет большое значение инерционность системы, то есть время достижения необходимой температуры. При условии применения инфракрасных обогревателей время нагрева минимально, так как отсут-

ствуют затраты на прогрев промежуточного теплоносителя — воздуха, что в итоге приводит к значительному энергосбережению во времени. В районах с централизованным теплоснабжением переход на отопление лучистой энергией позволяет достичь значительной экономии за счет того, что оплата производится только за действительно потребленную энергию.

При применении систем инфракрасного отопления полностью исключаются сооружение котельных, установка тепловых сетей, их ремонт, обслуживание, затраты на эксплуатацию, сокращается штат обслуживающего и аварийного персонала, запасы материалов и оборудования, освобождаются значительные площади, исчезает опасность размораживания системы в аварийной ситуации. Системы автоматического регулирования, которыми комплектуются инфракрасные нагреватели, полностью контролируют процесс обогрева помещений как по температуре, так и во времени. Системы регулирования можно подключить к центральному компьютеру с возможностью полного мониторинга энергетического хозяйства предприятия в целом.

Наряду с искусственным теплоносителем для системы инфракрасного отопления широко применяют и естественный вид источника. Наиболее известным и значительным инфракрасным обогревателем является Солнце. Тепло, излучаемое с его горячей поверхности, жизненно необходимо всему живому на Земле. Солнечные инфракрасные лучи проходят долгий путь в космосе с минимальными потерями энергии. Когда на пути лучей встречается поверхность, их энергия, поглощаясь, превращается в тепло.

Обогрев помещения осуществляется фольгой, представляющим собой многослойные резисторы, расположенные между двумя специальными пластиковыми пленками. Греющая фольга устанавливается между покрытием потолка и дополнительной теплоизоляцией. Тепло от греющей фольги излучается и далее равномерно распределяется по помещению. Греющая фольга излучает тепловую составляющую солнечного света, длиной волны 15 мкм. Это излучение поглощается поверхностью пола, мебелью, создавая комфортный температурный обогрев помещения.

Самая лучшая система обогрева та, которой пользуется сама природа, в помещении ей есть блестящая альтернатива — инфракрасный обогрев. Монтируемая на потолке греющая фольга дает ощущение теплового комфорта тем же самым способом, каким дает его вам солнце.

Обогревательные элементы излучают длинноволновую лучистую тепловую составляющую солнечного спектра. Это тепловые лучи. Они нагревают пол, предметы и машины. Такое тепло находит аккумуляцию в предметах обстановки, в полу, которые в свою очередь отдают в окружающую среду вторичное тепло. Другими словами, чтобы получить комфортную температуру в помещении, воздух в нем нагревать не обязательно. Длинноволновый обогрев можно сравнить со световыми лучами. Правильно распределив в комнате источники света можно добиться комфортабельного, равномерного освещения. Точно так же распределяются и инфракрасные излучатели. Проектируя систему инфракрасного обогрева, необходимо исходить из высоты потолков, площади, а так же типа помещения,

в котором инфракрасная система обогрева будет применяться.

Главное преимущество инфракрасных обогревателей основано на принципе прямой передачи тепла всем физическим предметам, находящимся в зоне действия аппарата. При передаче тепла с помощью электромагнитных волн отсутствует промежуточный теплоноситель — воздух, следовательно, затраты энергии для достижения необходимого баланса тепла минимальны.

Стоит отметить, что решение проблемы энергоэффективности крайне важный фактор снижения себестоимости жилья и оплаты коммунальных услуг (особенно большой эффект можно видеть в малоэтажном строительстве [1], [2]).

Литература:

1. М.А. Петрянина, Л.Н. Петрянина, Гарькин И.Н. К вопросу о строительстве/малоэтажного жилья // Проблемы энергосбережения и экологии в промышленном и жилищно-коммунальном комплексах//сб. тр. XI междунар. науч. — практ. конф. — Пенза: Приволжский дом знаний, 2010 — с. 118–122
2. Гарькин И.Н. Строительство малоэтажного жилья // «Наукоемкие технологии будущего: шаг на встречу»: материалы Региональной научно-практической конференции/ГАОУ СПО ПО «Пензенский колледж пищевой промышленности и коммерции». — Пенза, 2012. — 538 с. С. 205–208.

Сравнительный анализ рабочих сред для формования текстильных материалов

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

В наше время значительного распространения приобрело использование структурированной воды в медицине, промышленности, сельском хозяйстве, которое не только положительно влияет на организм человека, но и позволяет улучшать свойства обрабатываемых в ней материалов, повышает эффективность технологических процессов. Это дает основания для использования такой воды в швейной отрасли в процессе формирования деталей головных уборов.

Именно поэтому является актуальным изучение существующих разновидностей воды, определения их состава и особенностей влияния на смену исходных свойств тканей, что даст в дальнейшем возможность оптимизировать рабочую среду и максимально использовать деформационные свойства тканей для формирования качественных и конкурентоспособных головных уборов.

Предыдущие исследования формовочных свойств тканей в разных рабочих средах доказывают, что использование структурированной воды позволяет улучшить деформацию тканей с разным волокнистым составом при статической и динамической нагрузке. В частности при действии статической нагрузки четко прослеживается увеличение полной деформации во всех рабочих

средах. При этом наблюдается неравномерное распределение составляющих деформации: кроме роста пластической деформации прослеживается увеличение частицы упругой и уменьшение эластичной составляющей. При динамической нагрузке наблюдается уменьшение частицы упругой деформации, которая свидетельствует об изменении ориентации волокон в нитях и нитей в ткани при комплексном действии дополнительной нагрузки и воды. При этом наблюдается значительный рост пластической составной деформации, которая свидетельствует о целесообразности использования структурированной воды для улучшения деформационных свойств тканей.

Характеристика изменения полной деформации и ее составляющих в разных рабочих средах при статической и динамической нагрузке приведено в таблице 1.

Изменение полной деформации ткани по основе и утку представлено на рис. 1–2.

Анализ данных показал, что при постоянной статической нагрузке лучше всего использовать кремниевую воду для тканей пальтовой группы. Для выбранных костюмных тканей лучше всего подходят католит, анолит и шунгитовая вода. Такой диапазон рабочих сред предопределен прежде

Таблица 1. Сводные показатели деформации и ее составляющих при разных способах силового действия в исследуемых средах

Название материала, артикул	РАРС	Полная деформация ϵ , мм		Составляющие полной деформации %						
		Статическая нагрузка	Динамическая нагрузка	Упругая $\Delta\epsilon_{уп}$		эластичная $\Delta\epsilon_{элл}$		пластичная $\Delta\epsilon_{пл}$		
				Статическая нагрузка	Динамическая нагрузка	Статическая нагрузка	Динамическая нагрузка	Статическая нагрузка	Динамическая нагрузка	
Пальтовая кашемир (арт. 45206)	нить основы	Обычная вода	9,0	11,0	47,8	51,5	22,2	39,4	30,0	9,1
		Католит	13,7	12,7	41,6	18,3	19,7	28,9	38,7	52,6
		Анолит	7,7	13,3	18,2	17,5	7,8	24,9	74,0	57,5
		Кремниевая вода	8,0	20,7	71,3	24,2	16,3	12,9	12,5	62,9
		Шунгитовая вода	6,7	18,7	50,8	19,7	29,9	12,5	19,4	67,9
		Мягкая вода	8,7	15,7	42,5	19,1	19,5	14,9	37,9	65,9
		Медная вода	7,7	11,7	57,1	28,5	7,8	37,1	35,1	34,3
	Нить утка	Обычная вода	14,7	13,7	40,8	36,6	18,4	34,2	40,8	29,3
		Католит	22,0	15,3	18,2	17,4	4,6	17,4	77,3	65,2
		Анолит	7,0	17,7	21,8	16,9	41,2	26,4	37,1	56,6
		Кремниевая вода	2,7	16,0	42,5	54,2	5,7	18,8	44,9	64,6
		Шунгитовая вода	7,3	21,3	34,7	12,5	3,5	17,2	61,9	70,3
		Мягкая вода	7,0	18,7	29,4	28,5	5,9	23,2	64,7	48,2
		Медная вода	5,3	15,0	39,2	44,5	6,5	22,2	54,3	33,3
Костюмная «Рогожка» (арт. 43423)	нить основы	Обычная вода	6,3	11,3	20,6	32,4	42,9	29,4	36,5	38,2
		Католит	9,0	18,3	7,8	12,7	11,1	21,8	81,1	65,4
		Анолит	4,3	14,7	46,5	11,3	14,0	22,6	39,5	65,9
		Кремниевая вода	7,3	12,3	72,6	27,0	7,8	37,8	9,6	35,1
		Шунгитовая вода	6,0	13,3	21,7	32,4	11,7	20,0	66,7	47,4
		Мягкая вода	5,3	12,7	43,4	23,6	13,2	42,1	43,4	34,1
		Медная вода	7,3	19,3	27,4	20,6	21,9	17,2	50,7	62,1
	нить утка	Обычная вода	6,7	13,7	70,2	51,2	14,9	38,9	14,9	9,8
		Католит	9,7	23,3	55,7	52,8	41,2	37,2	3,1	9,9
		Анолит	6,3	21,7	41,3	50,7	22,2	27,6	36,5	21,5
		Кремниевая вода	7,8	18,7	18,0	55,3	18,0	33,9	64,1	10,7
		Шунгитовая вода	7,3	15,3	45,2	23,9	4,1	17,4	50,7	58,7
		Мягкая вода	8,3	18,3	31,3	7,3	20,5	29,1	48,2	63,6
		Медная вода	11,3	22,7	55,8	25,0	17,7	20,6	26,6	54,4

всего разным волокнистым составом тканей, поскольку на шерсть значительное влияние имеет щелочность среды и меньшей окислительной способностью воды. Но в отмеченных рабочих средах рост деформации не достаточно равномерный по нитям основы и утка. При динамических нагрузках наблюдается пропорциональный рост деформации во всех рабочих средах. Кроме того, увеличение деформации достаточно равномерно как по нитям основы, так и утка. Это объясняется тем, что при действии периодической силы (вибрации) в жидкостной среде увеличивается подвижность «грубой» структуры материала, который

способствует лучшему проникновению воды в материал.

Анализ данных свидетельствует, что при динамической нагрузке деформация растет в среднем на 35%. Замена обычной воды структурированной позволяет увеличить полную деформацию на 25%, а частицу пластичной на 50%.

Таким образом, в результате проведенных исследований и сравнении результатов установлено, что наилучшими рабочими средами для формирования деталей головных уборов является католит, анолит, кремниевая и шунгитовая воды.

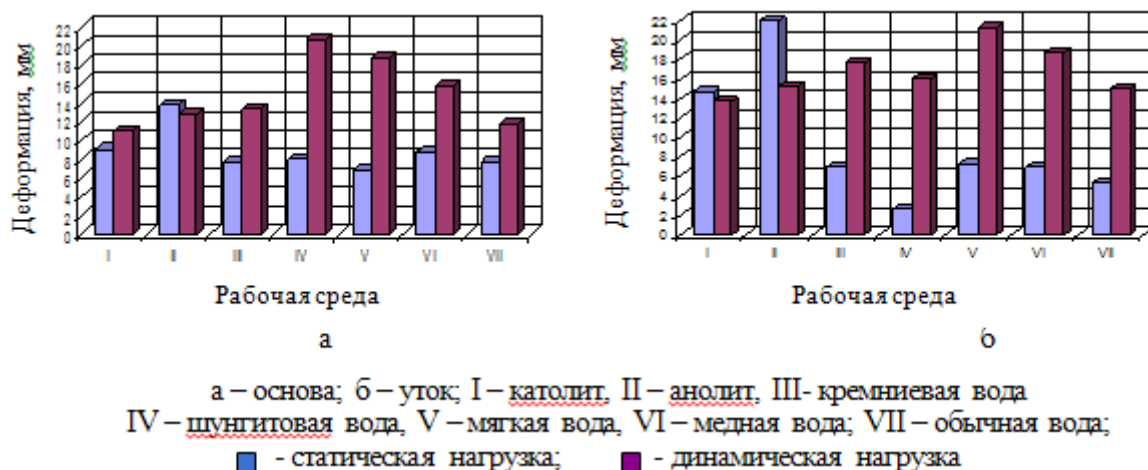


Рис. 1. Изменение полной деформации при статической и динамической нагрузке пальтовой ткани арт. 45206

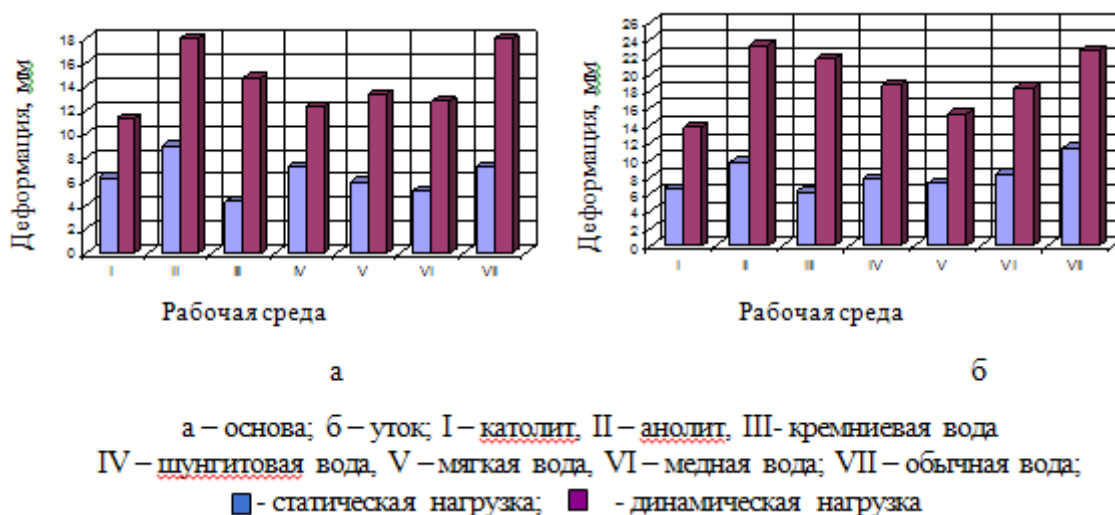


Рис. 2. Изменение полной деформации при статической и динамической нагрузке костюмной ткани арт. 43423

Литература:

1. Кушевський М.О. Новітні технології виготовлення головних уборів із тканин: монографія [Текст]/М.О. Кушевський. — Хмельницький: ХНУ, 2012. — 198 с.
2. Хамматова В.В. Формовочная способность текстильных материалов с содержанием полимерных волокон/В.В. Хамматова // Вестник Казанского технологического университета. — 2012. — № 14. — С. 158–160.

Контроль качества защитно-декоративных покрытий цементных бетонов

Логанина Валентина Ивановна, доктор технических наук, профессор;

Фадеева Галина Дмитриевна, доцент;

Федосеев Алексей Анатольевич, кандидат технических наук, доцент

Пензенский государственный университет архитектуры и строительства

Предложена методология организации статистического приемочного контроля окрашенной поверхности строительных изделий и конструкций по количественному признаку.

Ресурсосбережение непосредственно связано с повышением качества продукции и как следствие с повышением срока службы. Однако при прогнозировании стойкости защитно-декоративных покрытий зачастую фактический срок службы не соответствует прогнозируемому [1]. Одной из причин, на наш взгляд, такого несоответствия является отсутствие должного контроля за качеством окрашенной поверхности, особенно бетонной, штукатурной, которые обладают большей концентрацией дефектов на поверхности по сравнению с металлической [2].

При организации контроля качества лакокрасочных покрытий на бетонных, штукатурных поверхностях необходимо решить две важнейшие задачи:

— задание требований к показателям качества окрашенных поверхностей, отражающих специфику изделия;

— разработка методики контроля выполнения требований к показателям качества по всей контролируемой площади.

Известно, что качество покрытий определяется наличием или отсутствием тех или иных дефектов на отдельных участках поверхности. Сплошной контроль всей поверхности (связанный с подсчётом дефектов, определением блеска и цвета множества участков и пр.) представляется неэффективным в условиях массового изготовления из-за большой трудоёмкости и сложности установления критериев приёмки.

В связи с вышесказанным, предлагается методика статистического приемочного контроля окрашенных поверхностей строительных изделий и узлов, основанная на контроле отдельных участков поверхности, число которых определяется расчётным значением объёма выборки [3].

Методика основана на определении средних и средних квадратических отклонений (СКО) количественных оценок различных показателей качества и, принимая во внимание нормальность распределения этих оценок, вычислении реального уровня дефектности (процента некачественной поверхности от общей площади) по каждому показателю [4].

В соответствии с нормативными документами (ГОСТ 9–407 «Единая система защиты от коррозии и старения. Покрытия лакокрасочные. Метод оценки внешнего вида») качество окрашенной поверхности оценивается обобщенными количественными оценками декоративных АД и защитных АЗ свойств. Оценки АД и АЗ рассчитыва-

ются по показателям, характеризующим следующие свойства покрытий:

- изменение блеска;
- изменение цвета;
- грязеудержание;
- меление;
- растрескивание;
- отслаивание;
- выветривание;
- образование пузырей.

Для каждого показателя установлена шкала количественных оценок в зависимости от состояния покрытия.

Решение первой задачи организации контроля, поставленной выше, нами видится в установлении критических значений для количественных оценок каждого показателя и допустимого уровня дефектности площади покрытия по каждому показателю. Данные критерии устанавливаются исходя из предполагаемых условий эксплуатации и «статуса» строительного сооружения. Например: «Изменение цвета лакокрасочного покрытия панели должно характеризоваться баллом не выше 3-го по ГОСТ 9–407, что соответствует относительной количественной оценке не ниже 0,5. Процент несоответствующей площади поверхности по данному показателю не более 0,1 %».

Под качественным участком поверхности будем понимать участок, соответствующий требованиям по всем заданным показателям. Следовательно, главным требованием, из которого устанавливаются все остальные, является требование к качеству окрашенной поверхности в целом, которое формулируется следующим образом: «Процент некачественной поверхности не должен превышать q %». Свойства, которые характеризуют качество, должны оговариваться отдельно для каждого конкретного случая.

Таким образом решение задачи установления уровней дефектности для каждого отдельного свойства выглядит следующим образом.

Допустим, качество окрашенной поверхности характеризуется m свойствами. Тогда вероятность того, что поверхность будет годной по всем показателям определяется как:

$$P = (1 - q) = (1 - q_1) \cdot (1 - q_2) \cdot \dots \cdot (1 - q_m) \quad (1)$$

где: q_1, q_2, \dots, q_m — доли некачественной поверхности по каждому свойству.

q — доля некачественной поверхности по всем свойствам.

Выражение (1), соответствующее доли качественной поверхности по всем свойствам, при осуществлении контроля, очевидно, трансформируется в неравенство:

$$P = (1 - q) > (1 - q_1) \cdot (1 - q_2) \cdot \dots \cdot (1 - q_m) \quad (2)$$

Неравенство (2) будет служить критерием при приёмке или отклонении созданной окрашенной поверхности.

Рассмотрим частный случай, при котором все свойства покрытия равнозначны, т. е. $q_1 = q_2 = \dots = q_m = q^*$. Тогда, решая неравенство (2), определим критические уровни несоответствий по каждому свойству:

$$q^* < 1 - \sqrt[m]{1 - q} \quad (3)$$

Возможные решения неравенства (3) приведены в табл. 1.

Установив, таким образом, требования к качеству покрытия по отдельным свойствам, перейдём к решению второй вышеотмеченной задачи, а именно к разработке методики контроля.

Руководствуясь заданными рисками производителя и потребителя α и β (допустимыми ошибками первого и второго рода), а также критическими уровнями несоответствий для качественного и некачественного покрытий (q_0 и q), определяем необходимый объём выборки (число контролируемых участков поверхности) по формуле [4].

$$n = \left(\frac{u_{1-\alpha} + u_{1-\beta}}{u_{1-q_0} - u_{1-q}} \right)^2 \quad (4)$$

где: $u_{1-\alpha}$, $u_{1-\beta}$, u_{1-q_0} , u_{1-q} — квантили стандартного нормального распределения соответствующих уровней.

Осуществив случайным образом выборку из n участков окрашенной поверхности, определяем для каждого участка количественные оценки для заданных свойств. Далее вычисляем средние и СКО оценок по формулам:

$$\bar{S}_i = \frac{\sum_{j=1}^n S_i^j}{n}, \quad (5)$$

$$\sigma_{S_i} = \sqrt{\frac{\sum_{j=1}^n (S_i^j - \bar{S}_i)^2}{n-1}} \quad (6)$$

где: S_i^j — количественная оценка i -го свойства на j -м участке;

n — количество участков.

Результаты оценивания и вычислений сводим в табл. 2. Далее для каждого свойства вычисляем реальный уровень дефектности покрытия по формуле

$$q_i = 1 - \Phi \left(\frac{\bar{S}_i - S_{кр_i}}{\sigma_{S_i}} \right) \quad (7)$$

Таблица 1. Критические доли несоответствующей площади поверхности покрытия по отдельным свойствам (q^*)

Число показателей качества m	Установленная доля некачественной поверхности по всем свойствам (q)		
	0,01	0,05	0,1
2	$5,013 \cdot 10^{-3}$	0,025	0,051
4	$2,509 \cdot 10^{-3}$	0,013	0,026
6	$1,674 \cdot 10^{-3}$	$8,512 \cdot 10^{-3}$	0,017
8	$1,256 \cdot 10^{-3}$	$6,391 \cdot 10^{-3}$	0,013
10	$1,005 \cdot 10^{-3}$	$5,116 \cdot 10^{-3}$	0,01

Таблица 2. Количественные оценки отдельных свойств покрытия

№ участка	№ свойства				
	1	2	3	...	m
1	S_1^1	S_2^1	S_3^1	...	S_m^1
2	S_1^2	S_2^2	S_3^2	...	S_m^2
3	S_1^3	S_2^3	S_3^3	...	S_m^3
...
n	S_1^n	S_2^n	S_3^n	...	S_m^n
	\bar{S}_1	\bar{S}_2	\bar{S}_3		\bar{S}_m
	σ_{S_1}	σ_{S_2}	σ_{S_3}		σ_{S_m}

где: $S_{кр_i}$ — заданное критическое значение i -го свойства покрытия

$F(x)$ — значение функции нормального стандартного распределения.

Определив реальные значения q_i для свойств, сравниваем их с заданными в требованиях значениями и делаем вывод о качестве покрытия по отдельным свойствам.

Если же задано требование к качеству покрытия в целом (по всем свойствам), то по формуле (1) определяем значение q и также делаем вывод о приёмке или браковке покрытия.

Основными достоинствами предлагаемой методики, на наш взгляд, является относительно невысокая стои-

мость ($n=5...15$), объективность оценки, основанная на статистических правилах, возможность анализа качества покрытия по простиранию поверхности, регулирование технологических процессов окрашивания с помощью контрольных карт, а следовательно предупреждение брака путем своевременного внесения корректировок технологии по данным контроля.

Также использование предлагаемой методики позволит накапливать ценный статистический материал, анализ которого позволит прогнозировать качество окрашенных бетонных и штукатурных поверхностей в условиях эксплуатации.

Литература:

1. Логанина В.И. Карпова О.В., Шумилина М.К. К вопросу о прогнозировании срока службы покрытий/Логанина В.И. Карпова О.В., Шумилина М.К.// Известия вузов. Строительство.—1997. — №3. — С.
2. Логанина В.И. Макарова Л.В. Оценка влияния пористости подложки на трещиностойкость защитно-декоративных покрытий/. Логанина В.И. Макарова Л.В.// Известия Тульского государственного университета. Серия «Строительные материалы, конструкции и сооружения». — 2003. — Вып. 4 — с. 184–187.
3. Логанина, В.И. Организация статистического приемочного контроля качества строительных изделий и конструкций/В.И. Логанина// Строительные материалы. — 2008. — № 8. — с. 98–99
4. Саката Сиро, Практическое руководство по управлению качеством/Пер. с 4-го японского издания С.И. Мышкиной, под ред. В.И. Гостяева. — М.: Машиностроение, 1980. — 215 с.

Кибернетический подход к формированию транспортной городской системы и принципы её формирования для автоматизированной системы проектирования

Ломаков Юрий Алексеевич, аспирант

Национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики (г. Санкт-Петербург)

В настоящее время города всё больше ощущают на себе влияние большого числа личного автотранспорта. Общемировая проблема нарисовалась ещё в середине прошлого века, однако в России и некоторых других странах она появилась сравнительно недавно. Пробки на дорогах напрямую связаны с увеличением количества частного автотранспорта. К этому привели рост доходов части населения, мода на автомобиль, развал в системе общественного транспорта, перегруженность метрополитена и т. п. В данной статье рассматривать все вопросы будем на примере Санкт-Петербурга и приведём возможные решения с учётом принципов кибернетики.

Кибернетический подход к формированию транспортной городской системы. Одним из ключевых понятий кибернетики является понятие обратной связи: обратное воздействие результатов процесса на его протекание или управляемого процесса на управляющий [2]. Можно рассмотреть транспорт в городе как кибернетическую систему. В реальности наличие обратной связи часто не учитывают. Например, рассмотрим следующую цепочку.

Неблагоприятное положение дел в общественном транспорте (ОТ) порождает отток пассажиров с ОТ, например с трамвая, на личные автомобили. В итоге со временем образуются дорожные пробки, из-за чего скорость передвижения ОТ тоже падает, в результате происходит очередной отток пассажиров с ОТ на автомобили, что снова увеличивает пробки. То есть обратная связь хорошо себя показывает. Город старается угодить автомобилям, тем самым ещё больше заставляя проявиться обратную связь.

Ещё более показательный и реальный пример. В 90-ые годы прошлого века в России обострилась финансовая проблема, в результате чего на содержание ОТ выделялось всё меньше средств. Трамвайная система, например, становилась непривлекательной. Происходил отток пассажиров с трамвая на личные автомобили. Это стало порождать пробки на дорогах. Власти стали решать проблему радикально: путём демонтажа рельсов в определённых местах в пользу дополнительных полос для автомобилей. Из-за этого оставшимся трамвайным маршрутам приходилось ездить неоптимальным путём, что привело

к очередному оттоку пассажиров трамвая. Раз трамваями стали пользоваться меньше, было уменьшено число нарядов на некоторых маршрутах, чтобы трамваи не ходили пустыми. Но итог оказался обратным: увеличение интервалов привело к очередной волне оттока пассажиров. Как видим, город совершал ошибки одну за другой, так как не учитывал наличие обратной связи в сложной системе: снижение финансирования ОТ, снижение скорости, снятие рельсов, уменьшение нарядов — не независимые процессы, а звенья одной цепи. Самих по себе снятия рельсов и уменьшения нарядов не произошло бы, но каждое действие властей являлось не только следствием оттока пассажиров, но и его причиной.

Поэтому решать транспортные проблемы нужно, обязательно учитывая существование обратной связи.

Методы борьбы с пробками. Что же делать в этой ситуации? Борьбу с пробками можно разделить на несколько направлений, проследим влияние обратной связи.

1. Дорожные реорганизации.

Можно, конечно, расширять дороги. Но уже известно, что локальное расширение дорог ни к чему хорошему не приведёт, ибо будут образовываться заторы в местах сужения дорог (эффект бутылочного горлышка). Двухполосная дорога будет работать эффективнее, чем трёхполосная с дальнейшим сужением. Поэтому расширение дорог как метод борьбы с пробками приведёт лишь к росту этих пробок. Обратная связь в действии: мало места для машин, пробки (причина 1) — расширяем дороги (следствие 1, причина 2), но расширить повсеместно нельзя, поэтому заторы обеспечены (следствие 2). Причина 1 и Следствие 2 совпадают, что говорит о наличии обратной связи.

Строительство новых дорог. Не самый лучший вариант, будет проявляться парадокс Браеса, по которому введение новых мощностей в самоорганизующуюся систему может привести к снижению эффективности. Обратная связь ухудшит ситуацию.

Транспортные развязки дадут эффект, но временный: наличие нового места привлечёт на дороги новых автомобилистов, которые сведут все действия на нет.

Эффективное управление транспортными потоками с помощью дорожных знаков, светофоров. Направление потоков и их распределение. Такие действия должны дать эффект, так как предполагают именно управление, а не принуждение.

2. Эффективное планирование города: недопущение высокой концентрации значимых объектов в одном месте, недопущение плотного строительства высокоэтажных жилых помещений вообще или без организации соответствующей дорожно-транспортной системы, создание парковочных мест.

3. Законодательные меры и контроль их исполнения: борьба со стихийными парковками на обочинах дорог, борьба с нарушителями ПДД, особенно выезжающими на перекрёсток, даже если за ним наблюдается затор, из-за чего затрудняется движение и в перпендикулярном

направлении, поощрение карпулинга, т. е. использования автомобиля для перевозки более одного лица (водителя).

4. Но самым эффективным, на мой взгляд, решением является пересаживание автовладельцев на общественный транспорт, так как именно увеличение автомобилей в городе привело к таким последствиям. Все действия по поощрению автомобилистов (расширение дорог, строительство новых развязок, приоритет автотранспорта и т. п.) приводят по обратной связи лишь к ухудшению ситуации (эффект бутылочного горлышка, парадокс Браеса, привлечение новых автомобилистов и т. п.). Как правило, один автомобиль везёт в себе всего одного человека — водителя, занимая при этом много места на дороге. А одна единица общественного транспорта может везти в себе в разы больше, занимая при этом места чуть больше.

При этом можно ввести ряд дополнительных мер, способствующих пересадке автовладельцев на общественный транспорт и уменьшению пробок: запрет личного транспорта в центре города, исторически не рассчитанного на большие потоки автотранспорта, или на определённых улицах; введение платного проезда по определённым дорогам города; запрет парковки на обочинах улиц и во дворах; ограничение числа автомобилей на семью или другую единицу общества; организация выделенных полос для движения общественного транспорта или карпулинга.

Таким образом, лишь осложнение «жизни» автомобилистам поможет решить проблему пробок, а никак не поощрение.

Но в данный момент пересаживание автовладельцев на общественный транспорт неосуществимо, потому что метрополитен предельно загружен, а наземный общественный транспорт далёк от совершенства.

Зачем нужно трамвайное движение. Почему именно трамвай. В качестве основы наземных перевозок мы рассматриваем трамвай. И вот почему.

Преимущества трамвая над остальными видами наземного общественного транспорта.

1. Большая вместимость. Трамваем можно перевезти больше пассажиров, чем автобусом или троллейбусом. В часы пик можно организовывать трамвайные поезда, прицепляя нужное число вагонов.

2. Трамвайная обособленная полоса займёт меньше ширины дороги, нежели обособленная линия для автобусов или троллейбусов. Трамвай жёстко закреплён на дорожном полотне, у него меньше степеней свободы, чем у безрельсового транспорта. Поэтому ширина обособленной трамвайной линии будет меньше. Для безрельсового транспорта ширину обособленной линии нужно делать больше.

3. Можно рассчитать траекторию движения. По этой причине трамвай удобен в использовании в узких переулках, особенно на поворотах.

4. Большой срок эксплуатации. Трамваи могут работать несколько десятков лет, в 3–4 раза дольше автобусов.

5. Трамваи проще и дешевле в обслуживании.

6. Строительство полосы для движения трамваев (рельсов) дешевле, чем строительство полосы для движения нерельсового транспорта (асфальта), а срок службы — больше.

7. Надёжность. Водители автобусов могут уклониться от работы, заехав в укромное место и простояв там определённое время, сливая бензин.

8. Экологичность. Этот пункт рассматриваем в последнюю очередь, так как в современном Петербурге экологическая обстановка серьёзно страдает от производственных выбросов и выхлопных газов, а экологичность электротранспорта оказывает воздействие на обстановку не положительное, а нейтральное. Положительная сторона может проявиться только тогда, когда большинство автолюбителей пересядут на этот электротранспорт.

Преимущества трамвая над метрополитеном.

1. Пассажирам нет необходимости тратить время на спуск глубоко под землю.

2. Трамвай более доступен в плане остановок в пределах одной линии, которые располагаются значительно чаще, чем станции метрополитена.

3. Трамвайная система является более гибкой, чем система метрополитена. Возможность построить разветвлённую трамвайную систему с более частым пролеганием линий. Благодаря этому, трамвай позволяет эффективно разграничить потоки, в то время как метрополитен, наоборот, концентрирует их, что вызывает давку в вагонах, на станциях, в вестибюлях и у входов в метро. Люди со всего района едут на различных маршрутах наземного общественного транспорта к ближайшей станции метро, чтобы в плотном потоке пассажиров добраться до другого района, где, выйдя из метро, рассредоточиваются по разным направлениям, и опять же на наземном общественном транспорте. Хотя могли бы изначально ехать со своей улицы на наземном общественном транспорте в нужное место, не смешиваясь с другими потоками.

4. Строительство, эксплуатация и ремонт трамвайной системы значительно дешевле, чем метрополитена.

5. Относительная безопасность в террористическом плане. Метрополитен неоднократно был объектом нападения террористов.

Таким образом, используя кибернетический подход, учитывая влияние обратной связи, а также выбрав оптимальный вид транспорта, приходим к тому, что нам нужна автоматизированная система, которая бы спроектировала управление транспортными потоками в городе.

Основные принципы, положенные в основу автоматизированной системы проектирования маршрутов общественного транспорта.

Проект подразумевает использование трамвая несколько по иному назначению, чем принято в данное время в России и Санкт-Петербурге в частности. Поэтому следует пересмотреть взгляд на трамвай. Рассмотрим, какими признаками должна обладать новая трамвайная система. Опираясь на эти принципы, а также

на данные о естественных пассажиропотоках, автоматизированная система сможет оптимально спроектировать маршруты.

1. Самостоятельность и полноценность сети. Сейчас, в основном, трамвай в Санкт-Петербурге используется в качестве подвозки к станциям метрополитена, тем самым практически уравнивается его статус с автобусами и троллейбусами. Но это нецелесообразно, так как трамвай по сравнению с названными видами транспорта обладает рядом рассмотренных выше преимуществ, которые необходимо использовать. Поэтому трамвай можно использовать для перевозки людей на значительные расстояния из района в район без использования услуг метрополитена. Таким образом, трамвайная система должна являться не только дополнением к метрополитену с максимальной интеграцией, но и полноценной его альтернативой, стать «малым метрополитеном». В этом случае трамвай разгружает и дополняет метрополитен, а также может «страховать» метрополитен в случае поломки его какой-либо части.

Для самостоятельности и полноценности трамвайной сети необходимо строить линии. Все эти строительства можно разделить на несколько групп.

— Восстановление утраченных связей из-за «трамвайных погромов» 1997–2007 годов, после которых трамвайная сеть в центральных и южных районах стала представлять собой совокупность разобщённых фрагментов.

— Новые связи, организация которых не приведёт к серьёзным изменениям в движении троллейбусов и автотранспорта.

— Новые связи, сопряжённые с преодолением барьеров (реки и другие водные преграды; железные дороги и прочее).

— Новые связи, сопряжённые с ликвидацией или переносом троллейбусных маршрутов.

— Новые связи, сопряжённые с изменением в движении автотранспорта.

При строительстве линий необходимо применение следующих принципов.

А. Сеть без разрывов между районами. Сперва необходимо ликвидировать разрывы сети, а потом заниматься дальнейшим развитием сети, основанным на анализе пассажиропотоков. Таким образом, устранится фрагментарность сети, появится связь между районами города, особенно широтная.

В. Магистральность и прямолинейность маршрутов. Необходимо перенести линии с второстепенных направлений, т.е. выпрямить линии, и ликвидировать абсурдность маршрутов. Сейчас в Санкт-Петербурге есть места, где трамвай не является магистральным видом транспорта, а ездит по второстепенным улицам, совершая большое число поворотов, в результате чего трасса маршрута может доходить до абсурда, а скорость передвижения уменьшаться (например, Петроградская сторона или участок Нарвская — Автово). Для обеспечения максимально быстрого перемещения из района в район не-

обходимо трамвайные линии прокладывать по основным магистралям города.

С. Прохождение трамвайных линий в наиболее удобных местах для максимального числа пассажиров (не в ущерб магистральности и прямолинейности). Сейчас в Санкт-Петербурге есть места, где трамвай искусственно удалён от места средоточия пассажиров (например, улица Жукова — вместо участка Полюстровского проспекта).

2. Скорость и надёжность перевозок.

А. Существование на обособленных полосах движения. Само по себе существование трамвая на совмещённом полотно вызывает как минимум недоумение по причине того, что трамвайная система, по сути, является городской железной дорогой. Поэтому необходимо все линии отделить от остальной проезжей части.

В. Согласованность со светофорами. Оптимальным было бы решение о предоставлении трамваям «зелёной улицы» хотя бы с небольшой задержкой. Создание механизмов у контактной сети, с помощью которых трамвай может переключать сигнал светофора.

С. Новый скоростной подвижной состав, пути и контактная сеть, организованные по скоростным технологиям, как залог быстрого и комфортного движения.

Д. Полное преимущество трамвая над другими участниками дорожного движения, закреплённое в ПДД. Борьба с нарушителями на путях.

Е. Усовершенствование графика движения. Сейчас расписание составлено таким образом, что часто трамваям приходится ехать медленно, чтобы не приехать на конечный пункт слишком рано. Необходимо либо изменить подход к составлению расписания, либо полностью отказаться от него и перейти на другую систему отправления. Заметим, что движение на выделенных полосах в будущем позволит более точно просчитывать интервалы движения.

3. Удобство.

А. Удобно расположенные остановки и пересадочные узлы.

— Остановочные пункты необходимо делать после развилки, а не перед нею, как сейчас: пассажирам удобнее ждать несколько маршрутов трамвая, идущих в нужную

им сторону, на одной остановке.

— Необходимо создать несколько новых остановок в необходимых местах (например, у ст. м. Чёрная речка в сторону Петроградской стороны и обратно).

— Необходимо организовать несколько удобных пересадочных узлов (ими могут стать, к примеру, пл. Восстания, пл. Ленина и др.).

В. Удобная система оплаты. Оптимальной была бы система оплаты единого билета на определённый временной промежуток. Пассажир платит не за проезд в одном транспортном средстве, а за право проезда в любом трамвае в течение определённого срока, например 3 часов, с неограниченным числом пересадок.

С. Снабжение всех трамваев системами GPS или аналогичными им, возможность наблюдения за положением трамваев через специальный сайт. По возможности оборудование остановочных пунктов электронными табло и камерами.

Д. Новый подвижной состав, вместительный и удобный для пассажиров. Сейчас в городе частично используется подвижной состав ещё советского производства. Его вид и салон не являются привлекательными для пассажиров.

Е. Освещение работы трамвайной системы в СМИ (ТВ, радио, газеты), в Интернете, на остановочных пунктах, в салонах общественного транспорта, на станциях и в поездах метрополитена и пр.: общая информация, схема и подробный список всех маршрутов, своевременная информация об изменении маршрутов.

4. Прочее.

А. Восстановление старых трамвайных парков, которые ещё можно восстановить. Ремонт существующих трамвайных парков. Строительство новых трамвайных парков.

В. Отсутствие полного дублирования трамвайных маршрутов другими видами общественного транспорта и маршрутными такси. Допускается лишь разумное и частичное дублирование, без которого не обойтись.

С. Предоставление сотрудникам нормальных условий для работы.

Литература:

1. Вукан Р. Вучик. Транспорт в городах, удобных для жизни/пер. с англ. А. Калинина под научн. ред. М. Блинкина. — М.: Территория будущего, 2011. — 413 с.
2. Эшби У.Р. Введение в кибернетику. — М.: Изд. иностр. лит., 1959. — 432 с.

Общие проблемы в моделировании угроз и оценивании рисков в информационных системах

Ломаков Юрий Алексеевич, аспирант

Национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики (г. Санкт-Петербург)

Мы живём в эру информационных технологий, когда активность любой современной компании непредставима без постоянного использования информации и сопутствующей коммуникации. Наличие сравнительно нового вида технологий порождает и новый вид рисков. Теперь существуют угрозы нарушения информационной безопасности, как раньше существовали угрозы имущественной целостности. А раз появились новые риски — нужно иметь и возможность ими управлять. Современный рынок услуг предлагает множество методик оценки рисков. Вообще, выбор методики — это первое, с чего нужно начать заинтересованному лицу. Каждая из них имеет свои достоинства или недостатки, поэтому отдать предпочтение одной из них достаточно трудно. Каждый ориентируется на тот набор преимуществ, который ему необходим. Наличие же недостатков в каждой из методик оставляет нерешённым вопрос о создании универсального программного комплекса, актуальность которого не вызывает сомнения, так как он подходит для любого предприятия, где есть вычислительная сеть, а значит, и угрозы целостности информации или узлов этой сети. К тому же с каждым днём изменяются требования к защите информации, прогресс не стоит на месте. Рассмотрим основные моменты, которые нужно учесть при разработке новой методики и программного комплекса по моделированию угроз и оценке рисков в информационных системах.

Во-первых, в системе необходимо предусмотреть на-

личие нескольких групп пользователей с разными правами. Первая группа пользователей — собственно пользователи, или эксперты. Они должны вводить начальные данные в систему, обрабатывать полученную информацию. Вторая группа пользователей — администраторы, основной функцией которых в рамках оценки рисков является редактирование модели угроз, то есть удаление или добавление факторов риска, — той основы, на которой и происходит оценка рисков. Также функцией администраторов является общее управление, у них есть права на модифицирование персональных данных пользователей.

Эксперты должны вводить какие-то данные и что-то оценивать. Для этого администратор системы выявляет все факторы риска, которые действуют в любой вычислительной сети: источники угроз, угрозы и события риска, а также компоненты сети. Всё выше перечисленное представляет собой в совокупности модель угроз. Угрозы порождаются источниками угроз, компонентами сети и самими угрозами.

Источники угроз — это носители угроз информационной безопасности. При этом наверняка будут использоваться уязвимости системы. Источники угроз могут быть как субъекты, так и объективные проявления, в последнем случае нельзя говорить о злом умысле со стороны источника, можно говорить о поражении уязвимостей системы. Источники могут находить внутри системы,

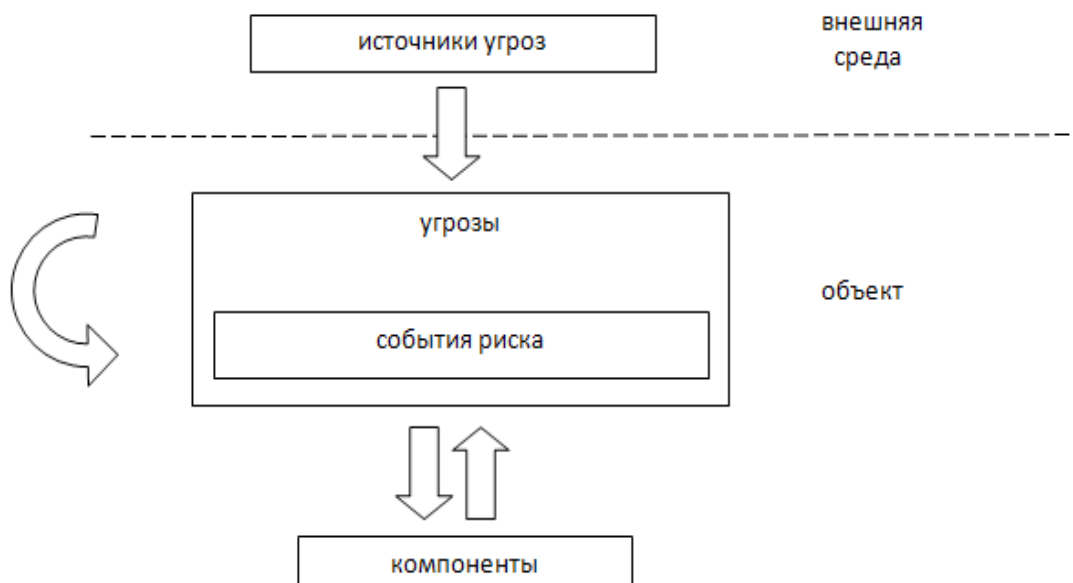


Рис. 1. Схема модели угроз

а могут — вне системы. По характеру возникновения их можно разделить на следующие группы:

1) стихийные. Это те источники, которые представляют собой непреодолимую силу, обстоятельства, носящие абсолютный и объективный характер: пожары, землетрясения, наводнения, ураганы, смерчи, засуха, критические температуры, молнии, лавины, сели, обвалы, оползни, космические источники и т. п.;

2) техногенные. То есть обстоятельства, возникающие из-за техногенной деятельности цивилизации: средства связи, сети инженерных коммуникаций (водоснабжения, канализации), некачественные технические средства обработки информации, некачественные программные средства обработки информации, вредоносные программы, вспомогательные средства (охраны, сигнализации, телефонии), поля и излучения, опасные вещества и т. п.;

3) антропогенные. Это субъекты, то есть личности, которые либо имеют доступ к информации, либо — нет. Действия людей могут быть как случайными, так и злонамеренными. Ещё источники можно разделить на внешние и внутренние. К внешним источникам относятся криминальные структуры, хакеры, партнёры, конкуренты, технический персонал поставщиков телематических услуг, представители надзорных организаций и аварийных служб, представители силовых структур, войны и конфликты. К внутренним источникам относятся основной персонал (программисты, пользователи, администраторы), представители службы защиты информации, вспомогательный персонал (охрана, уборщики), технический персонал (жизнеобеспечение, эксплуатация). Также не-

обходимо учитывать особые группы людей с нарушенной психикой или специально внедрённые и завербованные агенты.

Источники из первой группы проще всего предсказать, в то время как из второй группы менее прогнозируемые.

Угроза — это потенциальная возможность определённым образом нарушить информационную безопасность. События риска — те же угрозы, но наносящие ущерб непосредственно объекту. Угрозы и события риска могут быть направлены как непосредственно на информацию (взлом, хищение, изменение, удаление и т. п.), так и на физические объекты, на которых располагается данная информация (уничтожение сервера, разрыв кабеля, разрушение помещения и т. п.).

Компоненты — это составные части защищаемого объекта или разные виды информации. К ним относятся каналы и средства связи, узлы коммутации, рабочие места сотрудников, лаборатории, удалённые места, носители информации, серверы и т. п.

Таким образом, администратор системы выявляет всё необходимое для построения модели угроз, а эксперт оценивает влияние элементов этой модели друг на друга. Теперь встаёт вопрос, каким образом эксперт оценивает влияние. Далеко не всегда можно дать точную оценку влияния, но необходимо при этом предоставить эксперту максимальную свободу действий. Для этих целей в системе должны предусматриваться несколько вариантов ввода оценок.

Если эксперт абсолютно уверен в оценке, то ему должна быть предоставлена возможность ввести число в качестве этой оценки. Это один из самых примитивных способов

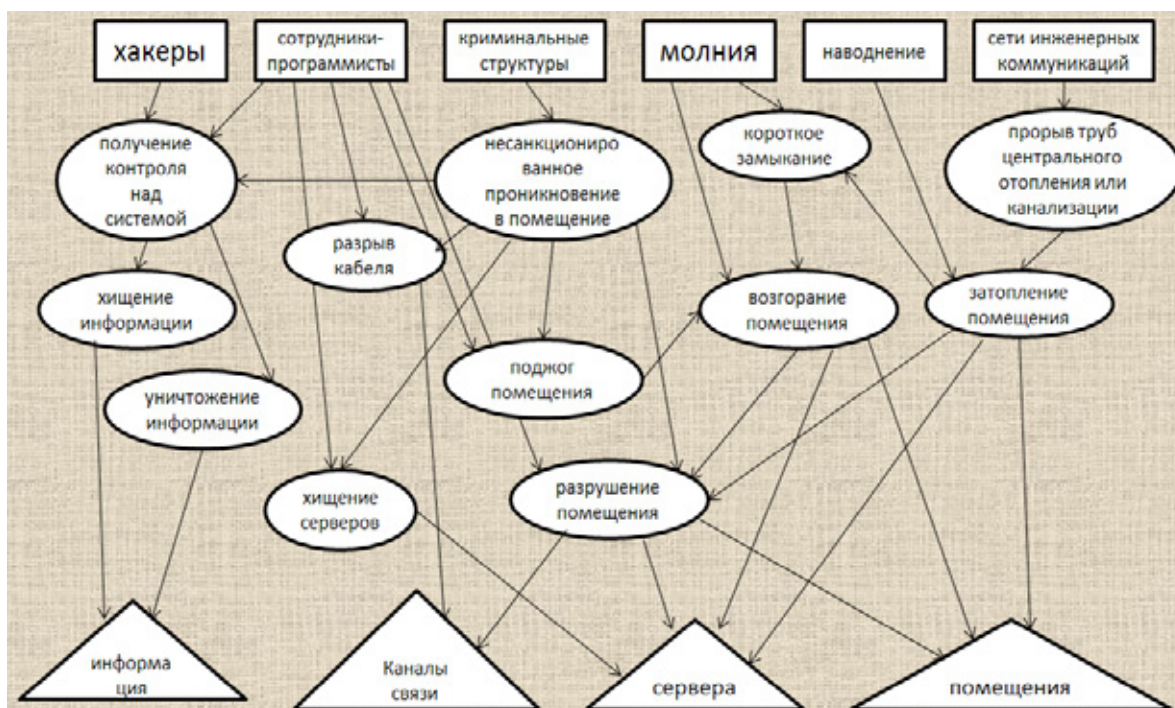


Рис. 2. Упрощённая модель угроз для вычислительной сети

задания данных. На деле эксперт далеко не всегда может быть полностью уверенным оценке влияния факторов риска друг на друга. В лучшем случае числовая информация есть некая статистическая оценка, что лишь даёт представление о приблизительном значении. Поэтому для увеличения точности оценки эксперту предлагается наряду с оценкой задать и погрешность. В этом случае образуется интервал, и всё сводится к интервальной неопределённости. Таким образом, появляется другой способ задания оценки — интервальный.

Интервал — это замкнутый отрезок вещественной оси, а интервальная неопределённость — состояние неполного знания об интересующей нас величине, когда известна лишь её принадлежность некоторому интервалу. Эксперту предоставлена возможность ввода оценки в виде минимального и максимального значения. При ручных и машинных измерениях проще всего оперировать конечными данными, поэтому любое бесконечное число приходится округлять, тем самым вызывая некоторую ошибку. При интервальных же вычислениях задаются границы ошибки. Использование интервалов позволяет разрешить многие сложности при решении прикладных задач.

Ещё один способ задания данных — нечёткие множества. Он используется, когда эксперту сложно оценить влияние факторов риска друг на друга с помощью языка математики. Тогда ему на помощь приходят средства языка: «около двух», «гораздо меньше ста», «между десятью и пятнадцатью» и т. п. Как видно, это особенно субъективный способ оценки, но помогает эксперту, когда он действительно сомневается в точности оценки. Для пе-

ревода этой оценки на язык математики используется функция принадлежности параметра, значение которой лежит в интервале от 0 до 1.

Также эксперт может оценить влияние факторов в виде распределения вероятностей. Зачастую неопределённость тесно связана с вероятностью того или иного значения, когда степень влияния приобретает случайный, стохастический характер. Хорошо, если эксперту разрешается выбрать тип распределения вероятности: нормальное, бета-распределение, непрерывное равномерное и т. п. Обычно каждый тип распределения характерен для того или иного случая, поэтому обилием возможностей достигается адекватность данных.

Нелишней будет возможность ввода балловой оценки. Преимуществом данного способа является то, что балловая шкала может быть нелинейной. Например, если взять пятибалльную шкалу, то баллу номер 1 может соответствовать интервал (0; 0,35), второму — (0,35; 0,65), третьему — (0,65; 0,85), четвертому — (0,85; 0,95), пятому — (0,95; 1). Как видим, разными баллами кодируются интервалы, различные по длине, что и может быть использовано для оценки рисков. Изменяя границы интервалов, можно увеличивать точность оценки.

Эксперт может вводить не только числовую оценку, но и порядковую. Например, он может отметить, что в качестве причины возгорания помещения более вероятен поджог, чем короткое замыкание. Преимущество в том, что числовая характеристика влияния не нужна, ведь очень часто бывает так, что мы её не знаем или не можем предположить. В качестве порядковых отношений пред-

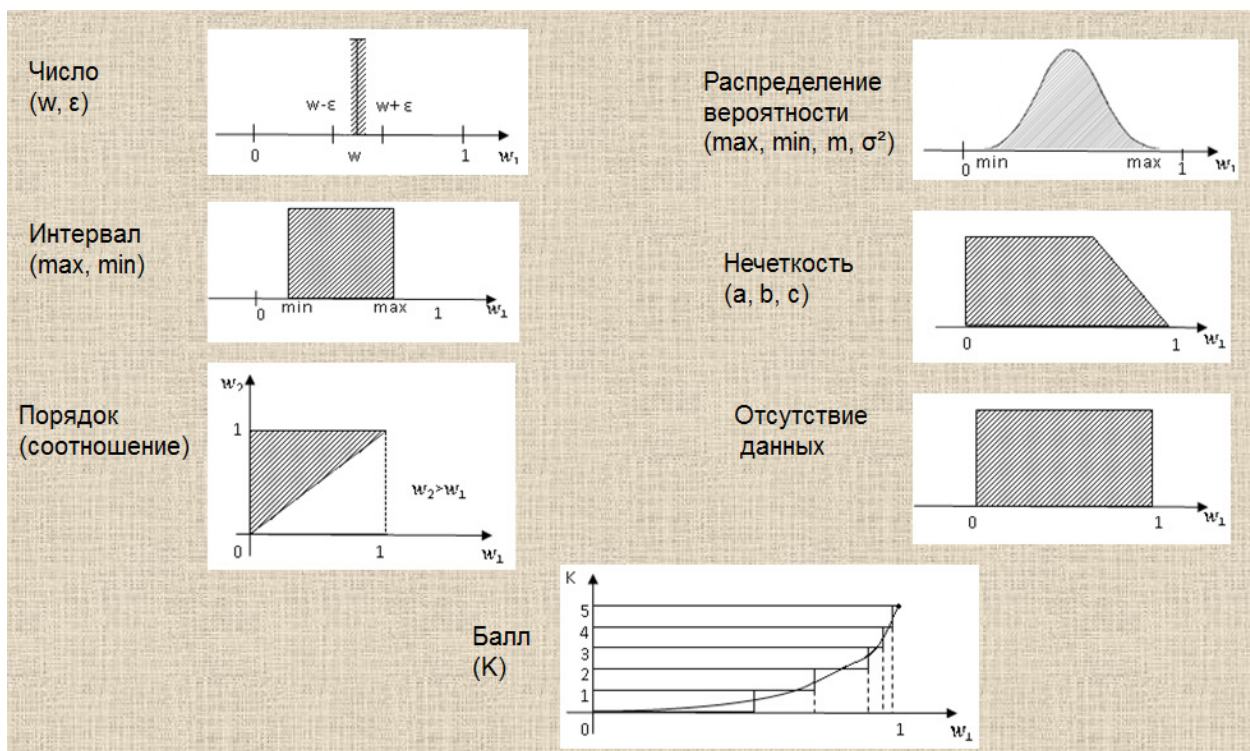


Рис. 3. Варианты задания исходных данных (модели неопределённости)

ложены следующие: «больше», «меньше», «равно», «больше или равно», «меньше или равно», «не равно».

И, наконец, может оказаться так, что эксперту сложно оценить вес влияния одного фактора риска на другой. В таком случае предлагается выбрать вариант «Отсутствие данных». Он предполагает, что оценка может быть любой в пределах интервала (0; 1).

Использование моделей неопределённости является мощной чертой методологии и программного комплекса, что позволяет:

1) не ограничивать эксперта в свободе действий, позволяя ему вводить данные разных типов: числа, интервалы, распределения, нечёткости;

2) учесть стохастический характер оценок факторов риска;

3) соответствовать ситуации, когда информация о факторах риска неполна, неточна или отсутствует.

Программный комплекс, собирая всё обилие разнообразной вводимой информации, приводит все данные к единому виду. Например, все виды неопределённости удобно сводить к вероятностной в виде бета-распределения. И уже в едином виде эти данные обрабатываются в соответствии с разработанным алгоритмом.

По окончании работы вычислительного модуля эксперту выдаётся результат, именуемый профилем средств защиты, то есть набор средств и действий, которые должны быть применены к системе для защиты от угроз. Отдельно может быть профиль средств защиты для информации и для физических объектов. Программа собирает и ана-

лизирует оценки влияния факторов друг на друга, сделанные экспертом. Определённые факторы будут иметь больший вес влияния, чем другие, поэтому программным комплексом составляется более или менее адекватный профиль средств защиты, который может быть использован на предприятии для профилактики или ликвидации или нейтрализации факторов риска.

Таким образом, важнейшими элементами любой методики или программного комплекса оценки рисков и моделирования угроз, претендующей на лидерство, являются следующие моменты: система пользователей (эксперт, администратор), модель угроз, способы оценивания влияния факторов риска друг на друга, профиль средств защиты.

Продукт должен также учитывать недостатки, выявленные при анализе существующих программных комплексов. Как правило, это высокая цена при лицензионной покупке, сложность использования, обязательность привлечения высококвалифицированных специалистов, низкая степень гибкости, отсутствие качественной или количественной оценок и прочие коварные мелочи.

Оценивание рисков в информационных сетях — довольно сложная и кропотливая работа, отнимающая немало средств, поэтому подавляющая доля руководителей не изъявляет желания вкладывать деньги в непонятное и бессмысленное для них дело. Однако есть и другие компании, которые, наоборот, тратят кучу денег в этом направлении, но в результате не получают ничего адекватного.

Литература:

1. Медведовский И.Д. Современные методы и средства анализа и контроля рисков информационных систем компаний [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://www.bugtraq.ru/library/security/itrisk.html>, свободный. — Язык русский.
2. Петренко С.А., Симонов С.В. Управление информационными рисками [Текст]. // Экономически оправданная безопасность. — М.: Компания АйТи; ДМК Пресс, 2004. — 384 с.
3. Петров М. Ю., Савков С. В., Шишкин В. М. Технология реализации системы анализа информационных рисков на базе высокопроизводительной вычислительной системы // Материалы XI Международной научно-практической конференции «Информационная безопасность». Ч. 1: 22–25 июня 2010, Таганрог: Изд-во ТТИ ЮФУ, 2010. — С. 85–906.
4. Вихорев С., Кобцев Р. Как определить источники угроз [Электронный ресурс]. — М.: ОАО «Элвис Плюс», 2002. — Режим доступа: <http://www.morepc.ru/security/secart23102002.html>, свободный. — Язык русский.
5. Шишкин В. М., Савков С. В. Методика арифметизации неполной гетерогенной исходной информации для идентификации профиля рисков // Моделирование и анализ безопасности и риска в сложных системах: Труды Международной научной школы МА БР — 2010. Санкт-Петербург: ГУАП, 2010, с. 295–300.

Сравнительный анализ физико-механических показателей дорожного битума, модифицированного полимерами

Меркулов Сергей Александрович, аспирант;

Фролов Виктор Андреевич, аспирант;

Козлов Павел Викторович, магистрант

Тамбовский государственный технический университет

В настоящее время наиболее распространенным типом усовершенствования капитальных дорожных покрытий являются асфальтобетоны, приготовленные с применением модифицированных дорожных вяжущих [1].

В качестве дорожных вяжущих используют нефтяные битумы, которые представляют собой дисперсные коллоидные системы сложного химического состава. В состав битумов входит три основные группы компонентов: асфальтены, смолы и высокомолекулярные углеводороды [2]. Битумы характеризуются определенными показателями качества: пенетрацией (глубиной проникания иглы в битум), температурой размягчения и дуктильностью (растяжимостью).

Применяемые в дорожном строительстве битумы не всегда обладают хорошим качеством. Для улучшения этих показателей, а также придания дорожному вяжущему специфического свойства — эластичности, которым битум в исходном состоянии не обладает, его подвергают модификации путем введения сторонних высокомолекулярных соединений. Модификация битума позволяет улучшить его адгезионные, прочностные и деформационные характеристики, что в свою очередь и способствует улучшению свойств дорожного покрытия [3].

На сегодняшний момент существует достаточно широкий спектр материалов, которые используют в роли модификаторов, но в основном применяются лишь некоторые виды высокомолекулярных соединений: эластомеры, термопласты, термоэластопласты [4–9].

Целью исследования являлось изучение физико-механических показателей дорожного битума, модифицированного полимерными соединениями.

Процесс модификации дорожного битума осуществлялся в лопастном смесителе переодического действия при температуре 160 °С и скорости вращения перемешивающего устройства 800 об/мин в течение 60 минут [3]. В качестве модифицирующих добавок использовались термоэластопласт типа ДСТ-30–01 (ТЭП) и отходы производства синтетических каучуков (ОПСК) в различных соотношениях. После осуществления процесса модификации битума были проведены лабораторные испытания для оценки физико-механических показателей в соответствии с ГОСТ 11501–78, 11506–73, 11505–75 (пенетрация, дуктильность, температура размягчения и эластичность).

В таблице 1 приведены данные по изменению физико-механических показателей модифицированного дорожного битума в зависимости от содержания модифицирующих добавки по сравнению с исходным битумом.

Как видно из таблицы пенетрация модифицированного вяжущего уменьшается с увеличением содержания модификаторов, но при этом увеличивается эластичность до 55%. Температура размягчения возрастает с увеличением содержания модификатора до 64 °С. Сравнение физико-механических показателей модифицированных битумов показывает, что лучшие результаты получаются при использовании в качестве модификатора термоэластопласта ДСТ-30–01.

Таблица 1. Физико-механические показатели дорожного битума, модифицированного термоэластопластом и ОПСК

Содержание модифицирующей добавки	Пенетрация, П25*0,1 мм	Дуктильность, мм	Температура размягчения, Т, С	Эластичность, %
БНД 60/90 исходный	75	290	58	-
БНД 60/90 + ТЭП	52	290	64	55
БНД 60/90 + ОПСК	48	202	58	37

Литература:

1. Беляев П. С. Решение проблемы утилизации полимерных отходов путем их использования в процессе модификации дорожного вяжущего/П. С. Беляев, О. Г. Маликов, С. А. Меркулов, Д. Л. Полушкин, В. А. Фролов// Строительные материалы. 2013. — № 10, С. 38–41.
2. Belyaev V.P. Improving Energy Efficiency of Bitumen Modification with Reclaimed Crumb Rubber/V.P. Belyaev, O.G. Malikov, S.A. Merkulov, P.S. Belyaev, D.L. Polushkin, V.A. Frolov// Components of Scientific and Technological Progress. — 2013, № 1 (16) — с. 75–77.

3. Беляев П. С. К вопросу о комплексном решении проблем экологии и качества дорожных покрытий/Беляев П. С., Маликов О. Г., Меркулов С. А., Полушкин Д. Л., Беляев В. П.//Вопросы современной науки и практики. Университет им. В. И. Вернадского. — 2012. № С39. С. 184–189.
4. Belyaev V. P. Bitumen Modification with Recycled Polymeric Materials/V. P. Belyaev, O. G. Malikov, S. A. Merkulov, D. L. Polushkin, V. A. Frolov, P. S. Belyaev// Глобальный научный потенциал. — 2013, № 9 (30). — с. 29–33.
5. Беляев П. С. К вопросу получения резино-битумного концентрата для асфальтобетонных дорожных покрытий из изношенных автомобильных шин/Беляев П. С., Забавников М. В., Маликов О. Г.//Вестник Тамбовского государственного технического университета. — 2008. Т. 14. № 2. С. 346–352.
6. Беляев П. С. Получение резинобитумных композиционных материалов/Беляев П. С., Забавников М. В., Маликов О. Г. — Saargrucken (Германия): LAP LAMBERT Academic Publiishing, 2012. — 145 с.
7. Смеситель непрерывного действия для композиционных строительных материалов на основе нефтяных битумов/Забавников М. В., Беляев П. С., Маликов О. Г., Хабаров С. Н./патент на изобретение RUS 224765418.08.2003
8. Беляев П. С. О перспективе комплексного решения проблем экологии и повышения качества дорожных покрытий/Беляев В. П., Беляев П. С., Полушкин Д. Л.//Перспективы науки. 2012. № 32. С. 186–189.
9. Беляев П. С. Исследование влияния резиновой крошки на физико-механические показатели нефтяного битума в процессе его модификации/Беляев П. С., Забавников М. В., Маликов О. Г., Волков Д. С.//Вестник Тамбовского государственного технического университета. — 2005. Т. 11. № 4. С. 923–930.

К вопросу оценки погрешности измерений в радиоэлектронных средствах

Меркульев Александр Юрьевич, студент;
Белов Александр Геннадьевич, студент
Пензенский государственный университет

При проведении натурных испытаний, часто исследователь, получая эмпирически полученные данные не придает значение вероятностной оценке погрешности измерений. Среди исследователей утвердилось мнение, что все затруднения с вероятностной оценкой погрешности объясняются лишь их слабой подготовкой в области математической статистики и теории вероятностей. Необходимые для этого задачи, считается, что давно решены в теории вероятностей и теории случайных процессов. Стоит лишь как следует овладеть методологией этих наук и все сложности разрешатся достаточно легко. Но это верно лишь отчасти [1]. Очень многое применительно к нуждам оценки погрешностей еще ждет своей разработки [2–7].

Так, например, нельзя же ожидать, что для всего разнообразия законов распределения погрешностей математики дадут таблицы квантилей. Такие таблицы заняли бы целый том. Нужно какое-то другое решение, например, в виде приближенных формул, а такие формулы нужно разработать [9–11]. Подобное положение наблюдается и с методикой суммирования погрешностей. Строгое математическое решение в пике многомерного распределения для практики бесполезно. То же самое относится и к имитационному моделированию по методу Монте-Карло, так как оно не может дать общего решения, а численные решения всякий раз должны проводиться заново. Нужны упрощенные, практические методы. Это особенно относится к расчету погрешности

косвенных измерений где из-за математической сложности необходимо ограничиться самыми примитивными методами [12–17].

Не лучше положение и со сравнительной эффективностью различных оценок центра, рассеянием оценок контрэкссесса, энтропийного коэффициента и энтропийного значения, исключением промахов при распределениях, отличных от нормального. Даже такой, казалось бы, классический вопрос математической статистики, как оптимальное число интервалов группирования экспериментальных данных для построения полигона или гистограммы, оказывается, имеет почти столько же «оптимальных» решений, сколько излагающих его авторов [18–25]. Всюду рекомендуемое использование критериев согласия для идентификации формы распределения практически не позволяет произвести желаемой идентификации при тех данных, которыми исследователь фактически располагает.

Подобный перечень как теоретических, так и практических задач можно было бы дать по обработке однофакторных и многофакторных экспериментов. Здесь также большое количество нужных для практики задач в области разработки удобных методов описания параметров многомерного мениска погрешностей при многофакторном эксперименте и в использовании так называемых «робастных», т. е. не зависящих от вида закона распределения, устойчивых методов оценки параметров модели и исключения промахов, которые позволяют устранить

неустойчивость при получении решений МНК для многомерных задач [26–29].

Продолжение разработки устойчивых, не зависящих от вида распределения методов, представляет собой одно из наиболее перспективных направлений развития методов обработки данных. На основе существующих методов уже сейчас могут быть созданы удобные программы для обработки данных исследования на ПЭВМ [29].

Большого внимания заслуживает анализ путей повышения эффективности измерительного эксперимента. Это прежде всего разработка шкалы затрат на подготовку, постановку и проведение эксперимента и шкалы достигаемого эффекта с учетом как параметров мениска

погрешностей, так и протяженности варьирования факторов. Естественно, что оценка результата сложного многофакторного эксперимента одним числом крайне примитивна [30]. Здесь нужен системный, комплексный подход, своеобразная квалиметрия процесса измерения, в какой-то степени аналогичная квалиметрии СИ.

Таким образом, нерешенных вопросов в области оценки погрешностей результатов измерений в радиоэлектронных средствах, вполне достаточно. Необходима серьезная работа, направленная на разработку новых методик оценки погрешностей, особенно это актуально для сложной наукоемкой электронной аппаратуры.

Литература:

1. Андреев П. Г. Микропроцессорные системы в учебном процессе / П. Г. Андреев, И. Ю. Наумова, Н. К. Юрков, Н. В. Горячев, И. Д. Граб, А. В. Лысенко // Труды международного симпозиума Надежность и качество. 2009. Т. 1. С. 161–164.
2. Меркульев А. Ю. Системы охлаждения полупроводниковых электрорадиоизделий / А. Ю. Меркульев, Н. В. Горячев, Н. К. Юрков // Молодой ученый. — 2013. — № 11. — С. 143–145.
3. Гарькина И. А. Системные методологии, идентификация систем и теория управления: промышленные и аэрокосмические приложения / И. А. Гарькина, А. М. Данилов, Э. В. Лапшин, Н. К. Юрков // Известия высших учебных заведений. Поволжский регион. Технические науки. 2009. № 1. С. 3–11.
4. Горячев Н. В. Концепция создания автоматизированной системы выбора тепловода электрорадиоэлемента / Н. В. Горячев, Н. К. Юрков // Современные информационные технологии. 2010. № 11. С. 171–176.
5. Горячев Н. В. Программа инженерного расчёта температуры перегрева кристалла электрорадиокомпонента и его тепловода / Н. В. Горячев, А. В. Лысенко, И. Д. Граб, Н. К. Юрков // Труды международного симпозиума Надежность и качество. 2012. Т. 2. С. 242–243.
6. Горячев Н. В. Тепловая модель сменного блока исследуемого объекта / Н. В. Горячев // Труды международного симпозиума Надежность и качество. 2012. Т. 1. С. 263–263.
7. Андреев П. Г. / Моделирование переотражателей радиолучевых систем обнаружения. / Диссертация на соиск. уч. степ. канд. техн. наук: — Пенза: 2005 г. — 249 с.
8. Горячев Н. В. Алгоритм функционирования компьютерной программы стенда исследования теплопроводов / Граб И. Д., Горячев Н. В., Лысенко А. В., Юрков Н. К. // Труды международного симпозиума Надежность и качество. 2011. Т. 1. С. 244–246.
9. Андреев П. Г. Основы проектирования электронных средств: учеб. пособие / П. Г. Андреев, И. Ю. Наумова // Пенза: Изд-во ПГУ, 2010. — 124 с.
10. Горячев Н. В. Структура автоматизированной лаборатории исследования теплопроводов / Н. В. Горячев, И. Д. Граб, А. В. Лысенко, Н. К. Юрков // Труды международного симпозиума Надежность и качество. 2011. Т. 2. С. 119–120.
11. Иофин А. А. Некоторые практические аспекты применения пластинчатых радиаторов в конструкциях бортовых РЭС / А. А. Иофин // Труды международного симпозиума Надежность и качество. 2012. Т. 2. С. 255–255.
12. Горячев Н. В. Концептуальное изложение методики теплофизического проектирования радиоэлектронных средств / Н. В. Горячев, Н. К. Юрков // Современные информационные технологии. 2013. № 17. С. 214–215.
13. Бублей Д. В. О назначении интервалов между калибровками средств измерений / Д. В. Бублей // Труды международного симпозиума Надежность и качество. 2013. Т. 2. С. 70–71.
14. Горячев Н. В. Подсистема расчета средств охлаждения радиоэлементов в интегрированной среде проектирования электроники / Н. В. Горячев, И. Д. Граб, А. А. Рыжов // Известия высших учебных заведений. Поволжский регион. Технические науки. 2010. № 4. С. 25–30.
15. Гаврина О. В. Анализ факторов, влияющих на систематическую погрешность датчика биений вала с бегущим магнитным полем / О. В. Гаврина // Труды международного симпозиума Надежность и качество. 2013. Т. 2. С. 23–27.
16. Горячев Н. В. К вопросу выбора вычислительного ядра лабораторного стенда автоматизированного лабораторного практикума / Н. В. Горячев, Н. К. Юрков // Современные информационные технологии. 2009. № 10. С. 128–130.

17. Трифоненко И. М. Обзор систем сквозного проектирования печатных плат радиоэлектронных средств/И. М. Трифоненко, Н. В. Горячев, И. И. Кочегаров, Н. К. Юрков // Труды международного симпозиума Надежность и качество. 2012. Т. 1. С. 396–399.
18. Горячев Н. В. Автоматизированный выбор системы охлаждения теплонагруженных элементов радиоэлектронных средств/Н. В. Горячев, И. Д. Граб, К. С. Петелин, В. А. Трусов, И. И. Кочегаров, Н. К. Юрков // Прикаспийский журнал: управление и высокие технологии. 2013. № 4. С. 136–143.
19. Сивагина Ю. А. Обзор современных симплексных ретрансляторов радиосигналов/Ю. А. Сивагина, И. Д. Граб, Н. В. Горячев, Н. К. Юрков // Труды международного симпозиума Надежность и качество. 2012. Т. 1. С. 74–76.
20. Горячев Н. В. Проектирование топологии односторонних печатных плат, содержащих проволочные или интегральные переключатели/Н. В. Горячев, Н. К. Юрков // Труды международного симпозиума Надежность и качество. 2011. Т. 2. С. 122–124.
21. Макаров В. Ф. Исследование влияния технологической наследственности при обработке зубьев шестерен на качество поверхностного слоя и усталостную прочность/Макаров В. Ф., Горбунов А. С. // Труды международного симпозиума Надежность и качество. 2013. Т. 2. С. 158–161.
22. Горячев Н. В. Индикатор обрыва предохранителя как элемент первичной диагностики отказов РЭА/Н. В. Горячев, Н. К. Юрков // Труды международного симпозиума Надежность и качество. 2010. Т. 2. С. 78–79.
23. Падолко Е. П. Основные понятия имитационного моделирования и построение имитационной модели системы массового обслуживания/Е. П. Падолко // Современные информационные технологии. 2012. № 15. С. 43–45.
24. Горячев Н. В. Программные средства теплофизического проектирования печатных плат электронной аппаратуры/Н. В. Горячев, Н. К. Юрков // Молодой ученый. 2013. № 10. С. 128–130.
25. Меркульев А. Ю. Открытая архитектура современного информационно-измерительного комплекса/Меркульев А. Ю., Горячева Е. П., Юрков Н. К. // Молодой ученый. 2013. № 12 (59). С. 147–149.
26. Горячев Н. В. Совершенствование структуры современного информационно-измерительного комплекса/Н. В. Горячев, Н. К. Юрков // Инновационные информационные технологии. 2013. Т. 3. № 2. С. 433–436.
27. Горячева Е. П. Обеспечение заданного теплового режима в современных приемопередающих средствах/Е. П. Горячева, Н. К. Юрков // Современные информационные технологии. 2013. № 18. С. 47–49.
28. Горячев Н. В. Алгоритм функционирования системы поддержки принятия решений в области выбора теплоотвода электрорадиоэлемента/Н. В. Горячев // Труды международного симпозиума Надежность и качество. 2012. Т. 2. С. 238–238.
29. Горячев Н. В. Типовой маршрут проектирования печатной платы и структура проекта в САПР электроники Altium Design/Н. В. Горячев, Н. К. Юрков // Труды международного симпозиума Надежность и качество. 2011. Т. 2. С. 120–122.
30. Горячев Н. В. Концептуальная структура СППР в области выбора теплоотвода электрорадиоэлемента/Н. В. Горячев // Труды международного симпозиума Надежность и качество. 2012. Т. 2. С. 241–241.

Графен как материал для теплоотводов нового поколения

Меркульев Александр Юрьевич, студент;

Юрков Николай Кондратьевич, доктор технических наук, профессор, зав. кафедрой
Пензенский государственный университет

Одна из самых и сложных задач, решаемых при разработке электронной аппаратуры, — отвод тепла, рассеиваемого электронным средством (ЭС). При современной устойчивой тенденции к уменьшению габаритов ЭС острота этой проблемы не снижается, а постоянно возрастает тем сильнее, чем больше мощность устройства и чем меньше его физический объем [1, 2].

Для изготовления систем охлаждения (СО) ЭС используют материалы с высокой теплопроводностью и малым тепловым сопротивлением [3]. Однако по прогнозам специалистов, классические СО изготовленные из алюминия

и меди вскоре не смогут обеспечивать нормальный тепловой режим ЭС. Пытаясь решить нарастающую проблему, учёные проводят исследования направленные на создание различных композитных материалов с более высокими теплофизическими характеристиками.

В 2004 году двое российских ученых — Константин Новоселов и Андрей Гейм добились грандиозных успехов, им удалось получить материал с уникальными свойствами — графен. О свойствах графена ученые знали давно, но проблема заключалась в том, как его получить. Новоселов и Гейм решили эту проблему с помощью липкой ленты.

Графен является двухмерным материалом с гексагональной кристаллической структурой, он отличается необычными механическими и электрическими свойствами. По прочности на разрыв он превосходит сталь в 200 раз, скорость электропроводности сопоставима со скоростью света, а масса пленки графена толщиной в один атомный слой размером с футбольное поле составляет менее 1 г. Удельное электрическое сопротивление этого материала при комнатной температуре равно ~ 1 мкОм·см, что на 35 % меньше, чем у меди. Уникальные электронные свойства графена проявляются и в оптике. Его теплопроводность в 10 раз больше чем у меди [4]. В кристаллической структуре графена атомы углерода выстроены в решётку — это так называемые «пчелиные соты» [5].

Возможность использования графена для отвода тепла от элементов электроники обсуждается довольно давно. В опытах, проведённых в 2008 году, коэффициент теплопроводности подвешенного однослойного графена при комнатной температуре достигал $3000\text{--}5000$ Вт·м⁻¹·К⁻¹. Это значение превосходит показатели алмаза, одного из лучших проводников тепла. Измерение теплопроводности графена проводят с помощью бесконтактного метода конфокальной микро-рамановской спектроскопии [1].

Недавно было открыто удивительное свойство графена, которое делает возможным изготовление практически идеального теплоотвода: слой углерода толщиной в один атом может служить «посредником», позволяющим выращивать вертикальные нанотрубки почти на любой поверхности, в том числе и на поверхности алмаза. Можно спрогнозировать, что нанотрубки несложно получить и на поверхности теплоотводов из алюминия и меди. Таким образом, превратив их в радиатор с развинутой поверхностью.

Результаты исследования, проведенного университетом Rice совместно с компанией Honda, позволят выращивать нанотрубки на подложках, которые раньше считались для этого совершенно непригодными. Ученые продемонстрировали это, вырастив нанотрубки на поверхности алмаза. Алмаз очень хорошо, в пять раз лучше

меди, проводит тепло. Но площадь его поверхности, излучающей это тепло, очень мала. Графен, наоборот, фактически состоит только из поверхности. То же можно сказать и об углеродных нанотрубках, которые представляют собой скрученный в трубки графен. Лес вертикальных нанотрубок, выращенных на поверхности алмаза, будет рассеивать тепло как радиатор, имеющий миллионы ребер. Такой ультратонкий теплоотвод даст возможность существенно экономить пространство в компактных микропроцессорных устройствах. Ученые из исследовательского института компании Хонда выращивали графен на медной фольге стандартным методом осаждения из паровой фазы. Затем они переносили листы графена с фольги на поверхности образцов из алмаза, кварца и различных металлов. Для дальнейших исследований образцы передавались в университет Райса, где на них выращивали нанотрубки. Хорошие результаты были получены только с однослойным графеном, причем дефектные — волнистые и морщинистые — листы работали лучше всего. Дефекты графена захватывали распыленные частицы катализатора на основе железа, на которых и начинали расти нанотрубки. Как считают исследователи, графен способствовал росту нанотрубок, препятствуя скоплению частиц катализатора в группы. Гибридная структура из графена и нанотрубок, выращенных на металлическом субстрате (например, меди), имеет высокую общую электрическую проводимость [6, 9—17].

Таким образом, графен обладает всеми нужными свойствами для эффективного отвода тепла, но на сегодняшний день он очень дорогостоящий, так как отсутствует эффективный способ его получения для внедрения в промышленное производство. Между тем работа большого количества ученых в области получения графена в промышленных масштабах, позволяет рассчитывать на появление в скором времени нового класса теплоотводов и систем охлаждения ЭС. Такие теплоотводы будут обладать рекордно низким значением теплового сопротивления, что приведет к снижению нагрузки на кристалл теплонагруженного элемента [7,8, 18—27].

Литература:

1. Владимир Коснырёв. Теплопроводные материалы компании Bergquist [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://www.power-e.ru/2008_2_118.php
2. Горячев Н.В. Концепция создания автоматизированной системы выбора теплоотвода электрорадиоэлемента/Н.В. Горячев, Н.К. Юрков // Современные информационные технологии. 2010. № 11. С. 171—176.
3. Меркульев А.Ю. Системы охлаждения полупроводниковых электрорадиоизделий/А.Ю. Меркульев, Н.В. Горячев, Н.К. Юрков // Молодой ученый. — 2013. — № 11. — С. 143—145.
4. В. Юдинцев «Нанoeлектроника стремительно набирает силы»// Электроника: Наука, Технология, Бизнес, 2009. с. 82
5. Новоселов К.С. Графен: материалы Флатландии/Новоселов К.С. // Успехи физических наук. 2011. Т. 181. № 12. С. 1299—1311.
6. Майк Уильямс, Рут Дэвид. Бриллианты, нанотрубки найти общий язык в графене. Bergquist [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://news.rice.edu/2013/05/28/diamonds-nanotubes-find-common-ground-in-graphene/>

7. Горячев Н.В. Программа инженерного расчёта температуры перегрева кристалла электрорадиокомпонента и его теплоотвода/Н.В. Горячев, А.В. Лысенко, И.Д. Граб, Н.К. Юрков // Труды международного симпозиума Надежность и качество. 2012. Т. 2. С. 242–243.
8. Андреев П.Г./Моделирование переотражателей радиолучевых систем обнаружения./Автореферат диссертации на соиск. уч. степ. канд. техн. наук: — Пенза: ПГУ, 2005 г. — 22 с.
9. Горячев Н.В. Тепловая модель сменного блока исследуемого объекта/Н.В. Горячев // Труды международного симпозиума Надежность и качество. 2012. Т. 1. С. 263–263.
10. Горячев Н.В. Алгоритм функционирования компьютерной программы стенда исследования теплоотводов/Граб И.Д., Горячев Н.В., Лысенко А.В., Юрков Н.К.//Труды международного симпозиума Надежность и качество. 2011. Т. 1. С. 244–246.
11. Горячев Н.В. Структура автоматизированной лаборатории исследования теплоотводов/Н.В. Горячев, И.Д. Граб, А.В. Лысенко, Н.К. Юрков // Труды международного симпозиума Надежность и качество. 2011. Т. 2. С. 119–120.
12. Андреев П.Г. Применение САД систем в проектировании радиоэлектронных средств/П.Г. Андреев, Н.А. Талибов, П.М. Осипов // Труды международного симпозиума Надежность и качество. 2007. Т. 1. С. 146–148.
13. Горячев Н.В. Концептуальное изложение методики теплофизического проектирования радиоэлектронных средств/Н.В. Горячев, Н.К. Юрков // Современные информационные технологии. 2013. № 17. С. 214–215.
14. Андреев П.Г. Микропроцессорные системы в учебном процессе/П.Г. Андреев, И.Ю. Наумова, Н.К. Юрков, Н.В. Горячев, И.Д. Граб, А.В. Лысенко // Труды международного симпозиума Надежность и качество. 2009. Т. 1. С. 161–164.
15. Горячев Н.В. Подсистема расчета средств охлаждения радиоэлементов в интегрированной среде проектирования электроники/Н.В. Горячев, И.Д. Граб, А.А. Рыжов // Известия высших учебных заведений. Поволжский регион. Технические науки. 2010. № 4. С. 25–30.
16. Горячев Н.В. К вопросу выбора вычислительного ядра лабораторного стенда автоматизированного лабораторного практикума/Н.В. Горячев, Н.К. Юрков // Современные информационные технологии. 2009. № 10. С. 128–130.
17. Трифоненко И.М. Обзор систем сквозного проектирования печатных плат радиоэлектронных средств/И.М. Трифоненко, Н.В. Горячев, И.И. Кочегаров, Н.К. Юрков // Труды международного симпозиума Надежность и качество. 2012. Т. 1. С. 396–399.
18. Горячев Н.В. Автоматизированный выбор системы охлаждения теплонагруженных элементов радиоэлектронных средств/Н.В. Горячев, И.Д. Граб, К.С. Петелин, В.А. Трусов, И.И. Кочегаров, Н.К. Юрков // Прикаспийский журнал: управление и высокие технологии. 2013. № 4. С. 136–143.
19. Сивагина Ю.А. Обзор современных симплексных ретрансляторов радиосигналов/Ю.А. Сивагина, И.Д. Граб, Н.В. Горячев, Н.К. Юрков // Труды международного симпозиума Надежность и качество. 2012. Т. 1. С. 74–76.
20. Горячев Н.В. Проектирование топологии односторонних печатных плат, содержащих проволочные или интегральные переключки/Н.В. Горячев, Н.К. Юрков // Труды международного симпозиума Надежность и качество. 2011. Т. 2. С. 122–124.
21. Горячев Н.В. Индикатор обрыва предохранителя как элемент первичной диагностики отказов РЭА/Н.В. Горячев, Н.К. Юрков // Труды международного симпозиума Надежность и качество. 2010. Т. 2. С. 78–79.
22. Горячев Н.В. Программные средства теплофизического проектирования печатных плат электронной аппаратуры/Н.В. Горячев, Н.К. Юрков // Молодой ученый. 2013. № 10. С. 128–130.
23. Андреев П.Г. Основы проектирования электронных средств: учеб. пособие/П.Г. Андреев, И.Ю. Наумова// Пенза: Изд-во ПГУ, 2010. — 124 с.
24. Падолко Е.П. Основные понятия имитационного моделирования и построение имитационной модели системы массового обслуживания/Е.П. Падолко //Современные информационные технологии. 2012. № 15. С. 43–45.
25. Горячев Н.В. Совершенствование структуры современного информационно-измерительного комплекса/Н.В. Горячев, Н.К. Юрков // Инновационные информационные технологии. 2013. Т. 3. № 2. С. 433–436.
26. Горячев Н.В. Алгоритм функционирования системы поддержки принятия решений в области выбора теплоотвода электрорадиоэлемента/Н.В. Горячев // Труды международного симпозиума Надежность и качество. 2012. Т. 2. С. 238–238.
27. Горячев Н.В. Типовой маршрут проектирования печатной платы и структура проекта в САПР электроники Altium Design/Н.В. Горячев, Н.К. Юрков // Труды международного симпозиума Надежность и качество. 2011. Т. 2. С. 120–122.

Реконструкция одежды: сущность, проблемы, перспективы

Москвин Алексей Юрьевич, аспирант;

Москвина Мария Александровна, аспирант

Санкт-Петербургский государственный университет технологии и дизайна

Статья посвящена разностороннему анализу сущности и проблематики современной реконструкции одежды посредством компиляции разрозненной информации по данной тематике. Детерминированы характеристики отдельных типов реконструкции. Раскрыты проблемные направления в области реконструкции исторического костюма, определены перспективные направления развития реконструкции и актуальные сферы дальнейших научных изысканий.

Ключевые слова: реконструкция одежды; исторический костюм; историческая реконструкция; типы реконструкции костюма.

Взаимосвязь истории и современности актуальна во многих направлениях инженерной деятельности. Реализация методов, приемов, технологий, не свойственных современной концепции массового производства, приводит к созданию эстетически и технически оригинальных, востребованных потребителем товаров.

Изготовление исторического костюма — реконструкция — это сложносоставной процесс, краеугольным камнем которого является обоснование инженерных решений искусствоведческими и историческими знаниями. В современном мире искусства, техники и науки нередко происходит «обращение к истории», и сегодня тема исторической одежды актуальна, имеет широкое применение при создании реквизита театров, в костюмах актеров исторических фильмов, в исторических фестивалях, культурно-массовых мероприятиях, представлениях и т. п.

Согласно В. Г. Власову: «...Сам термин реконструкция (от лат. constructio — построение) определяется как восстановление первоначального вида, облика чего-либо по остаткам или письменным источникам (напр., реконструкция памятника архитектуры)» [1]. Иначе определить реконструкцию можно как метод или процесс воссоздания исторических прототипов с необходимой точностью, основанный на анализе и сопоставлении исторических данных из различных научных источников: археологических данных, текстовых, графических источников и т. п.

Историческая реконструкция как научная деятельность является составной частью экспериментальной археологии. Суть экспериментальной археологии — применение на практике реконструированных вещей по их прямому назначению: костюм — носить на себе, в котле — варить пищу (и самим же ее есть), кресалом — добывать огонь, оружием — сражаться, доспех использовать для защиты от этого оружия. [2]

Подходы к разработке современной копии исторического костюма различны. Современный вариант может повторять свои исторический прототип с различным уровнем точности. В зависимости от располагаемой информации по предмету и детальности воспроизведения, реконструкцию можно условно разделить на три типа:

1. Реконструкция «пяти шагов». Главный критерий оценки качества — реконструированный комплекс, например костюм, выглядит достоверным с расстояния пять шагов и далее. Для реконструкции «пяти шагов» вполне допустимо использование машинного шва, не исторических, но похожих на таковые с расстояния материалов и т. п.

2. Реконструкция (в том смысле, в котором она применяется чаще всего). Главные критерии оценки качества — функциональность предмета (возможность столь же эффективно использовать его по назначению, как и исторический прототип), в точности соответствующий прототипу внешний вид, вес, фактура предметов на ощупь. При этом допускается изготовление предметов реконструкции с использованием современных технологий, если это не ведет к нарушению вышеописанных критериев.

3. «Полная» реконструкция. Попытка изготовить предмет, соответствующий историческому оригиналу не только функционально и по внешним свойствам, но и по внутренней структуре, а также по способу изготовления. Например, пластины для доспеха отковываются в кузнице, с соблюдением использовавшейся в реконструируемый период технологии, а не вырезаются из катаного железа, и обрабатываются песком и точильным камнем, а не точильным и полировочным кругом на электромоторе. Весь костюм шьется вручную (в том числе и внутренние швы) аутентичной иглой, ткань для него изготавливается на ручном ткацком станке и т. д. и т. п. [3]

Как результат исследования различных источников, с последующей компиляцией информации и ее сопоставительным анализом, была разработана схема, являющаяся графическим представлением характеристик упомянутых типов реконструкции (рис. 1).

Метод реконструкции «пяти шагов» широко применяется в швейной индустрии, при изготовлении костюмов для различных тематических вечеринок, клубных праздников, костюмированных мероприятий, а также при создании карнавальных костюмов в историческом стиле. Главная цель такой реконструкции — создание антуража посредством стилизации, наряду с отсутствием детальной проработки изделий.



Рис. 1. Характеристика типов реконструкции костюма

Стилизация — (от французского style — стиль) — намеренное, сознательное использование художником форм, способов и приемов формообразования, ранее созданных в истории искусства. [1]

Создание театральных костюмов для исторической постановки является примером реконструкции с элементами частичной стилизации. Использование такого сочетания позволяет одновременно отобразить принадлежность ко-

стюма к определенной исторической эпохе, отразить дух времени, сохранив пропорции, схожие с внешним видом подлинников, и подчеркнуть индивидуальность, выражая тот или иной образ утрированием (или гиперболой) — преувеличением каких-либо деталей костюма.

Образы современного и будущего театра много сложнее, чем образы Пьеро и Арлекина, и костюмы для них, конечно, должны быть иными; но они должны быть построены по тому же единственно верному принципу — принципу созвучия действительной сущности творимого актером сценического образа. Все же остальные элементы — стилия, эпохи, быта и т. д. — должны отступать перед ним на задний план, входя только как аккомпанемент в основной мотив построения. [4]

Стилизация, как элемент реконструкции, помогает театральному художнику по костюмам добиться предельной выразительности в изображении того или иного персонажа, создать необходимый образ, а также является средством художественно — психологического воздействия на зрителя.

С появлением В. Мейерхольда, Е. Вахтангова возникает потребность не в натуралистическом копировании исторической действительности, но в ее стилизации, сведения всех знаков эпохи к одному, угадываемому всеми образу. В «Женитьбе Фигаро» художник, утрируя отдельные детали исторического костюма, немислимым по размеру декором, смешивая цвет, имитируя фактуры 18 века, что дает живое восприятие манерной, игривой пластики стилия рококо. Понятно, что такое мастерство приобреталось с глубоким пониманием исторического материала. [5]

Второй тип реконструкции предполагает воссоздание исторического костюма по внешнему виду прототипа. В данном случае главной задачей является соблюдение аутентичности конструкции и деталей костюма, формы, силуэта, образа и т. д. Однако, возможно отступление от исторических методов изготовления.

Такой вид реконструкции используют в мероприятиях, связанных с реконструкцией исторических событий, в различных показательных выступлениях, исторических фестивалях. Участники таких мероприятий тщательно подходят к созданию своего костюма, предварительно изучают историю костюма, крой, материалы, пропорции периода, к которому принадлежит их одежда.

«Полная» реконструкция заключается не только в доскональном повторении кроя костюма (если речь идет об одежде), свойств материалов, но и в аналогичных технологиях обработки и используемых при этом приспособлениях. Этот вид реконструкции нашел широкое применение в исторической науке и, в частности, в музейном деле.

Различные типы реконструкции, рассматриваемые в общем, содержат в себе большую долю исследовательские работы по изучению исторических материалов. Современная реконструкция, с позиции научной деятельности, развивается в направлении совершенствования

методов изготовления сравнимых и аутентичных историческим технологиям, т. е. сейчас внимание частных реконструкторов сфокусировано на процессе производства и соответствия оборудованию и приспособлениям исходного исторического периода, тканей и материалов и их способов получения. С другой стороны, реконструкция рассматривается в рамках создания стилизованных исторических костюмов для нужд театра, кино, эстрады.

Реконструкция исторического костюма — сравнительно молодое направление деятельности в современной России. Анализируя современное ее состояние, обращаясь к классификации типов реконструкции, становится заметно, что подавляющая доля исторической одежды воссоздается частными специалистами и любителями. Эти факторы, наряду с другими особенностями современного проектирования исторического костюма, формируют проблематику современной реконструкции одежды:

- разрозненность информации, полученной из практики изготовления исторического костюма

- отсутствие устоявшихся формализованных алгоритмов процесса проектирования исторического костюма;

- недостаток информационного обеспечения выше обозначенного процесса;

- обрывочный характер теоретических и методологических основ проектирования и изготовления исторического костюма в промышленных масштабах (за исключением карнавальных костюмов);

- недостаточно развитый механизм сравнительного анализа исторических и современных методов проектирования и изготовления одежды и т. п.

В масштабах массового производства исторических костюмов невозможна реализация методов и приемов кустарного производства, так как первоочередная задача массового производства любого ассортимента одежды — извлечение прибыли, основанное на разнице между себестоимостью и ценой продажи, что, в свою очередь, требует рационализации процесса проектирования изделий, обеспечения скорости и качества изготовления, снижения временных и материальных затраты производства. В работах таких авторов, как S. Thursfield [6], N. Mikhaila [7] и др. представлены методические рекомендации по реконструкции костюма различных исторических периодов. Действительно, применение подобных методов проектирования и изготовления в массовом производстве одежды представляется, по меньшей мере, нерентабельным.

Часть приведенных выше проблемных направлений реконструкции костюма может быть разрешена за счет интеграции современных технологий, широко применяющихся в проектировании современной бытовой одежды, и технологий исторических, примененных в рамках модернизированных алгоритмов проектирования современной одежды. Подобный подход требует глубоких научных изысканий, посвященных историческому и современному проектированию, их сравнительному анализу с последующим синтезом оптимальной модели проектирования.

Перспективным направлением является внедрение современных систем автоматизированного проектирования (САПР) в процесс реконструкции. Интегрирование таких рациональных систем в производство позволит разрешить многие вопросы, в том числе и оптимизировать процесс проектирования. Для успешного внедрения САПР одежды, т. е. получения оптимального результата в заданных условиях, нужно решить ряд возникающих задач, одной из которых является применение системного и подхода к воссозданию исторических костюмов. Это будет возможно только при разработке четко регламентированных последовательностей определенных этапов и операций для реконструкции одежды, которые потребуют разработки наукоемких теоретических и методологических основ.

Информационное обеспечение процесса реконструкции требует компиляции и систематизации колоссального объема информации. В формате пополняемых баз данных и, немного более абстрактных, баз знаний

должны быть представлены исторические модели одежды, конструкции, материалы, технологии изготовления, оборудование и приспособления.

Широкое применение в практике разработки современных моделей одежды получило внедрение отдельных элементов исторического костюма, таких, как: композиция, крой, колористика, декор и т. п. Такое расширение сферы применения методов и приемов реконструкции способствует популяризации и развитию данной области научных исследований.

Актуальна разработка подходов к созданию альянса исторических и современных методов проектирования и изготовления объектов материальной культуры, которые находят свое воплощение как в воссоздании давно потерянных предметов прикладного искусства, так и в проектировании современных товаров, отличающихся новизной, оригинальностью, высоким уровнем технического решения.

Литература:

1. Власов В. Г. Новый энциклопедический словарь изобразительного искусства: В 10 т. — Спб.: Азбука-классика, 2004–2009.
2. А. Быков: Историческая реконструкция. Проблемы и решения [Электронный ресурс]/А. Быков // БСЭ-Клуб — Режим доступа: http://www.goldenforests.ru/library/misc/bykov_rekonstrukciya.html
3. Ковальченко И. Д. Методы исторического исследования, М., 1987.
4. Таиров А. Я. О театре/Ком. Ю. А. Головашенко и др. М.: ВТО, 1970. 603 с.
5. Устинова Е. А. Костюм — образ времени [Электронный ресурс]/Е. А. Устинова// Театральная библиотека — Режим доступа: <http://biblioteka.teatr-obraz.ru>.
6. Thursfield, S. The medieval tailors assistant [Текст]: making common garments 1200–1500/Sarah Thursfield. — Bedford: Ruth bean Publishers, 2001. — 244 p.
7. Mikhaila, N. The Tudor Tailor [Текст]: reconstructing 16th-century dress/Ninya Mikhaila, Jane Malcolm-Davies. — London: Batsford, 2006. — 160 p.

Реологические свойства композиционного известкового вяжущего с применением силикатосодержащих наполнителей

Пышкина Ирина Сергеевна, аспирант

Пензенский государственный университет архитектуры и строительства

Приведены сведения о закономерностях структурообразования известковых композиций с применением силикатосодержащих наполнителей. Показано, что применение в сухих строительных смесях наполнителя на основе гидросиликатов кальция, синтезированного в присутствии диатомита, позволяет повысить жизнеспособность готового состава.

Ключевые слова: известковые сухие строительные смеси, гидросиликаты кальция, структурообразование, пластическая прочность.

Проведенные ранее исследования позволили установить, что применение наполнителей на основе гидросиликатов кальция (ГСК) позволяют получить известковые сухие строительные смеси с более высокими эксплуатационными свойствами [1,2]. Фазовый состав

наполнителя представлен гидросиликатами кальция различной основности [3].

В продолжении дальнейших исследований с целью снижения стоимости ГСК и получения низкоосновной формы наполнитель синтезировался из жидкого стекла в присут-

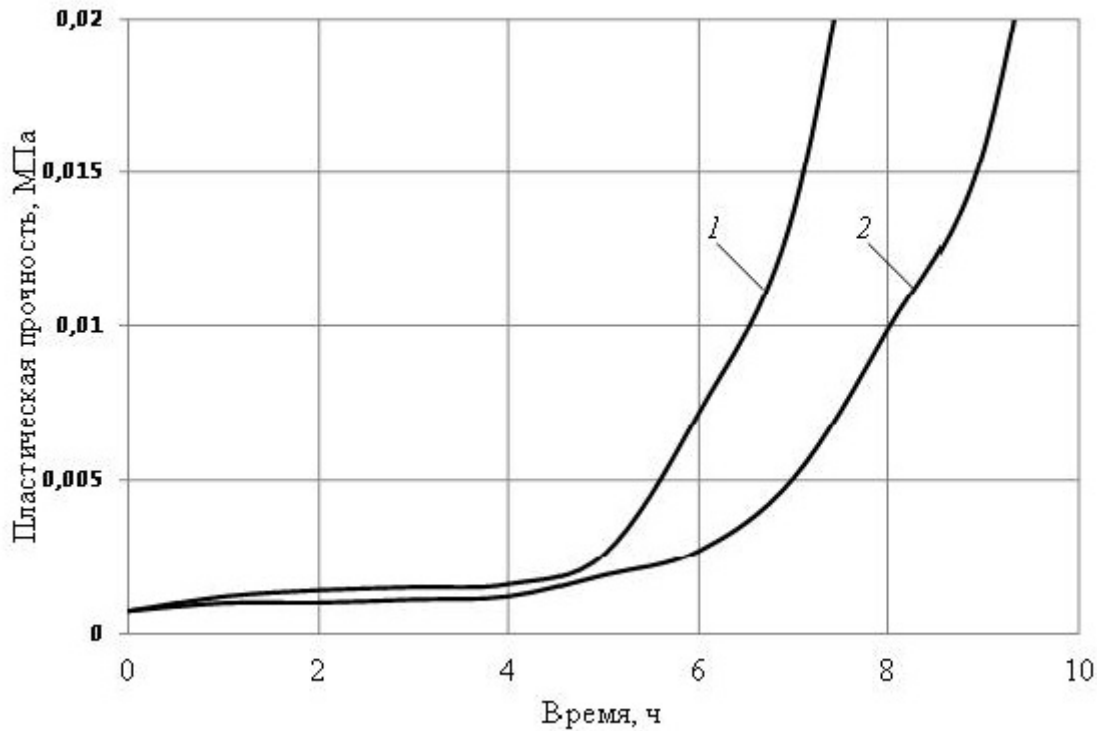


Рис. 1. Изменение пластической прочности известкового теста: 1 — известковое тесто с добавлением ГСК; 2 — известковое тесто с добавлением ГСК+диатомит

ствии хлорида кальция (CaCl_2) и диатомита при соотношении жидкость-твердая фаза Ж: Т = 2,5:1. Полученная смесь после фильтрации высушивалась при температуре 1000С с дальнейшим измельчением до величины удельной поверхности 18629 см²/г. Полученный наполнитель применялся для получения известкового композиционного вяжущего, содержание наполнителя составляло 30% от массы извести. Для регулирования структурно — механических характеристик известкового композита в рецептуру были введены пластифицирующая добавка Кратасол — ПФМ в количестве 1% от массы извести, редицергируемый порошок Neolit P-4400 в количестве 0,5% от массы извести. Для сравнения в работе применяли зарубежный пластификатор Melliflux 2651 F в количестве 1% от массы извести. В качестве вяжущего использовалась известь-пушонка 2 сорта с активностью 86%. Определялась пластическая прочность с помощью конического пластометра КП-3. Готовились смеси с равными реологическими характеристиками.

Анализ пластограмм свидетельствует, что состав с применением ГСК набирает пластическую прочность быстрее, чем состав с применением наполнителя, синтезированного в присутствии диатомита. В возрасте 2 часов с момента затворения пластическая прочность составляет у известкового теста с ГСК $\tau = 0,00099$ МПа (рис. 1, кривая 1), а у известкового теста ГСК+диатомит $\tau = 0,0012$ МПа (рис. 1., кривая 2). Это свидетельствует,

что добавление ГСК приводит к более раннему структурообразованию, чем при добавлении наполнителя, синтезированного в присутствии диатомита. Однако в возрасте 28 суток прочность при сжатии $R_{сж}$ известкового композита на основе состава с применением наполнителя, синтезированного в присутствии диатомита, выше и составляет $R_{сж} = 4,75$ МПа, в то время как у композита с наполнителем. Синтезированным по традиционной технологии, — $R_{сж} = 3,675$ МПа.

Введение в известковое композиционное вяжущее, полученное при добавлении наполнителя, синтезированного в присутствии диатомита, пластифицирующих добавок Кратасол-ПФМ и Melliflux 2651 F в количестве 1% от массы извести приводит к более замедленному твердению (смеси изготавливались с водовяжущим соотношением В/В, равным=0,717). В возрасте 2 часов с момента затворения пластическая прочность при введении добавки Кратасол-ПФМ составила $\tau = 0,0039$ МПа (рис. 2, кривая 4), а при добавлении Melliflux 2651 F $\tau = 0,0008$ МПа (рис. 2, кривая 3). Пластическая прочность теста на основе композиционного вяжущего составляла $\tau = 0,0089$ МПа (рис. 2, кривая 2).

Анализ пластограмм свидетельствует, что введение в рецептуру теста на основе известкового композиционного вяжущего редицергируемого порошка Neolit P-4400 в количестве от массы извести приводит к его более раннему структурообразованию. Уже в возрасте 2

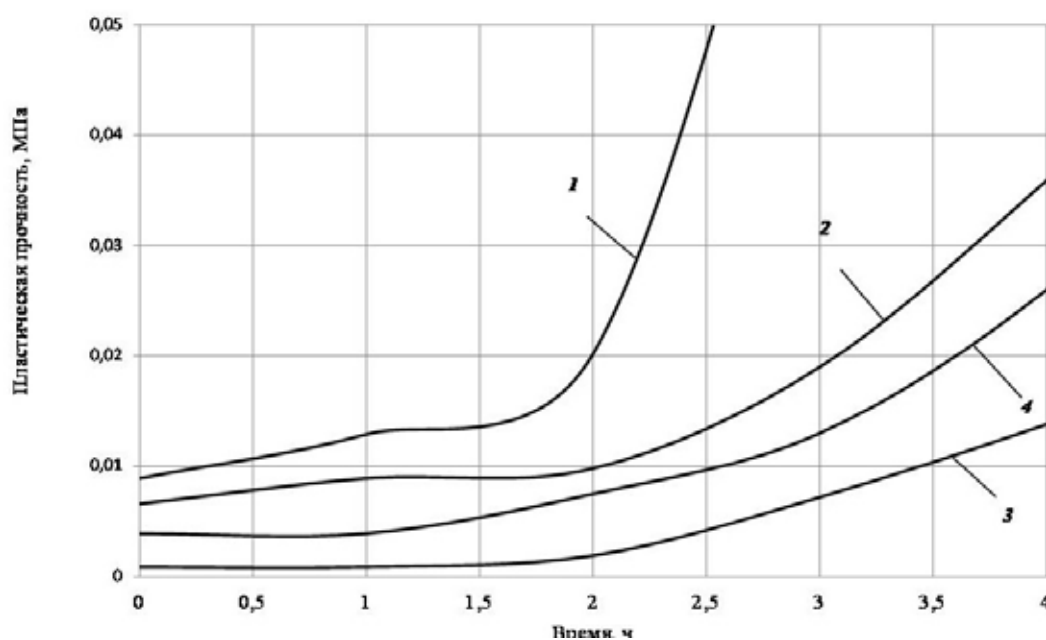


Рис. 2. Изменение пластической прочности известкового теста с добавлением пластифицирующих добавок: 1 — Neolit P-4400 в количестве 0,5% от массы извести; 2 — контрольный состав (с добавлением ГСК+диатомит); 3 — Melflux 2651 F в количестве 1% от массы извести; 4 — Кратасол — ПФМ в количестве 1% от массы извести

часов с момента затворения пластическая прочность составляет $\tau = 0,0012$ МПа (рис. 2 кривая 1).

Таким образом, применение наполнителя на основе гидросиликатов кальция, синтезированного в присут-

ствии диатомита, в отделочных известковых сухих строительных смесях (ССС) позволяет повысить жизнеспособность приготовленной смеси, увеличить когезионную прочность покрытий на основе СССР.

Литература:

1. Логанина В.И. Тонкодисперсные наполнители на основе силикатов кальция для сухих строительных смесей [Текст]/В.И. Логанина, Л.В. Макарова, Ю.А. Мокрушина // Строительные материалы. — 2010. - № 2. - С. 36–40.
2. Логанина В.И. Штукатурные составы для реставрационных работ с применением окрашенных наполнителей [Текст]/В.И. Логанина, Л.В. Макарова // Региональная архитектура и строительство. — 2009. - № 1. - с. 38–41.
3. Логанина В.И., Свойства известковых композитов с силикатсодержащими наполнителями [Текст]/В.И. Логанина, Л.В. Макарова, К.А. Сергеева // Строительные материалы. — 2012. — № 3. — С. 30–31.

Об одном практическом способе построения трисекции угла высокой точности

Рихсибаев Тимур, кандидат технических наук, преподаватель;
 Хакимов Мохир Каримович, старший преподаватель
 Ташкентский государственный педагогический университет имени Низами (Узбекистан)

Несмотря на то что, построения трисекции угла при помощи линейки и циркуля является древнейшей задачей геометрии, еще она не потеряла своей актуальности для энтузиастов науки.

Наши исследования по этому вопросу показали [2], что у некоторого угла Фалеса существует следующее

легко доказуемое свойство угла, которого мы называли «свойством Темура»: «Заключенные отрезки пучка параллельных прямых между сторонами угла имеют общий разделитель. Длина которого равно длине первой прямой от вершин угла или разности длин соседних отрезков».

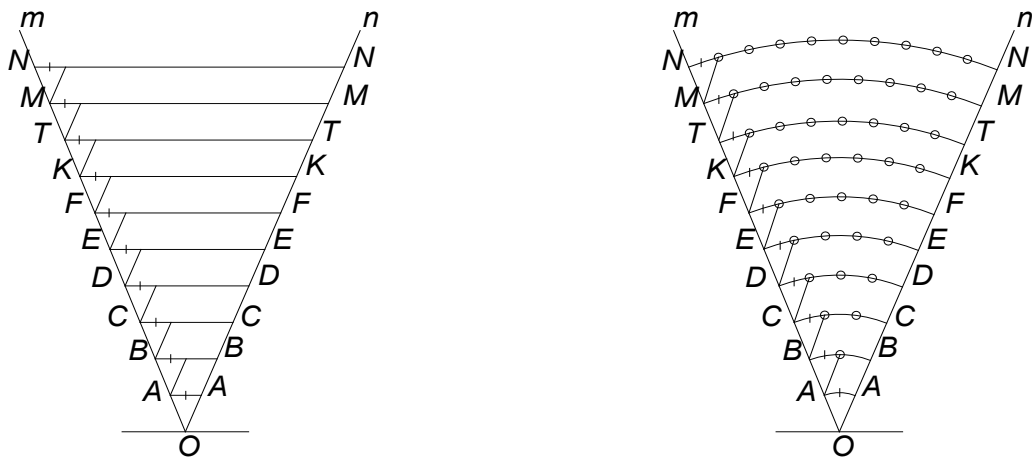


Рис. 1

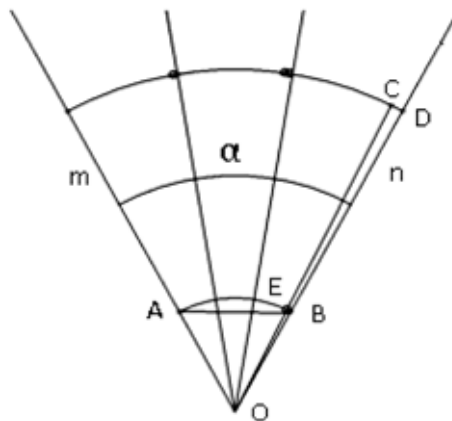


Рис. 2

Если представить, что вместо пучка параллельных прямых, будут концентрические дуги или окружности с бесконечно большими радиусами, то вышеприведенное свойство можно применить и к углу или окружности.

Действительно так. Длина дуги и окружности прямо пропорционально их радиусу. То есть, если их радиус увеличить или уменьшить на одну единицу отрезка, то и длина дуги или окружности так же увеличится или уменьшится на одну единицу, равную длине первой прямой или дуги от вершин угла, рис. 1. Из рисунка видно, что длина первой прямой или дуги от вершин угла, делить второй прямой или дуги на две равные части, третьей прямой или дуги на три равные части и и. т.

Наши исследования показали, что используя эти свойства можно с высокой точности построить трисекцию угла. Например, дан некоторый угол α , рис. 2. Из свойства Темура следует, длина первой дуги радиусом R, разделит дугу окружности радиусом 3R на равные три части.

Пусть дан некоторый угол α . На основании выше приве-

денного свойства угла разработали следующий способ построения трисекции угла:

При помощи циркуля проводим дугу радиусом $R_1=10\text{ мм}$ и $R_3=30\text{ мм}$ опирающиеся к сторонам m и n угла α , рис. 2;

На основании свойства Темура длина первой дуги делит вторую на равные три части. Обычно в практике, в место длины дуги пользуются длиной хорды уперяющей концом дуги, которая всегда меньше чем длина дуги. И именно по этому, построения трисекции угла остаётся абсолютно точно не решенной задачей геометрии.

И по этому в нашем случае, когда хорды АВ первой дуги откладываются три раза по дуге второй, то всегда остаётся остаток дуги CD. Если COD представить как некоторый малый угол, то хорда EB приближенно делит CD на три равные части.

От первой точки дуги радиусом 30 мм откладывая отрезок EB, находим точку для проведения первой трисекции угла. От второй точки откладывая две отрезки EB,

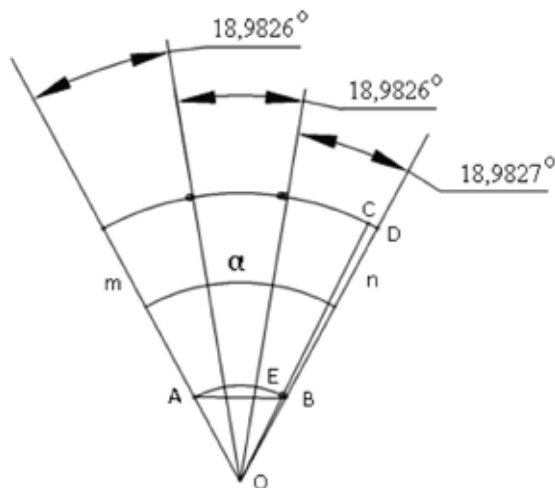


Рис. 3

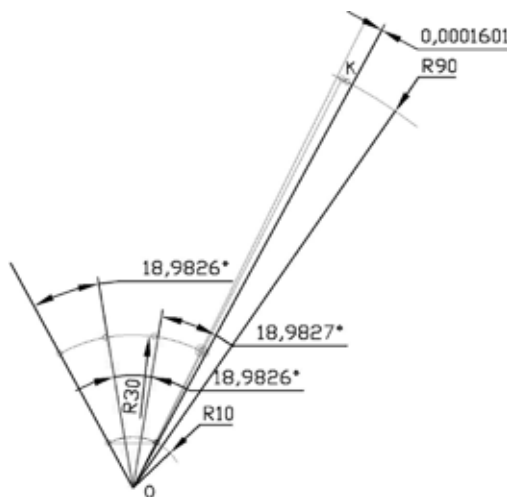


Рис. 4

имеем вторую точку трисекции угла. После этого проводится трисекция угла α .

Наше построение трисекции заданного угла показали, что хорды (по дуге $R3=30$ мм) упирающиеся к трисекциям практически равны. То есть разработанные нами способ и методика обеспечивают преимущественно высокой точности проведения трисекции угла.

Компьютерный анализ этого способа полностью подтвердил правильность нашего вывода, рис. 3.

Для этого за практической точностью $1/3$ угла α , мы взяли компьютерное построение трисекции данного угла равной $18,9826^\circ$. Из 3- рисунка видно, что первый и второй углы равны, а третий угол отличаются на величину $+0,0001^\circ$.

Таким образом, теоретически обоснованный и практически реализованный новый способ обеспечивает высокую точность и простоту графических построений про-

ведения трисекции угла. Т. е. практически можно считать точным.

Если заданный угол значительно больше, то остаток дуги CD также больше. В таких случаях рекомендуется раствор циркуля взять чуть больше хорды AB первой дуги.

Если дуга EB значительно меньше, то проводя дугу радиусом $9R = 90$ мм, получим дугу три раза длиннее CD. Откладывая хорды дуги CD на вновь построенной дуге, получим точку K. Проводим прямую OK, которая и делит дугу CD на $1/3$. Аналогично выполняя третье действие выше изложенного способа построим трисекцию данного угла, рис. 4. Результаты которого оказались одинаковыми как на рис. 3.

Этим способом и методом можно делить заданный угол, на любое равное n ное число. По этому новый способ можно называть универсальным. Если $n = 7$ или $n = 9$, то радиусом второй дуги берётся 70 или 90 мм.

Литература:

1. Атаджанов Р.К. Элементы конструктивной геометрии. Тошкент: Ўқитувчи, 1974 — С. 14–19.
2. М. Мамасалиев, Н. Гулямова, Т. Рихсибаев. «Универсальный способ проведения трисекции угла». Севастополь. Тезисы докладов XI Международной студенческой научно-теоретической конференции, 2008. — С. 32–33.

Свойства синтезированной добавки на основе алюмосиликатов для известковых сухих строительных смесей

Садовникова Мария Анатольевна, аспирант
Пензенский государственный университет архитектуры и строительства

Приведены сведения о химическом составе синтезируемых алюмосиликатов. Показано, что введение добавок алюмосиликатов способствует ускорению набора прочности.

Ключевые слова: известковые сухие строительные смеси, синтез, алюмосиликаты, сорбция

Анализ научно-технической литературы свидетельствует, что в настоящее время усилия отечественных и зарубежных ученых преимущественно сосредоточены в направлении модифицирования строительных композитов нанобъектами — углеродными и оксидными наночастицами, углеродными нанотрубками [1–6].

К настоящему моменту синтезирован значительно широкий ассортимент наполнителей, позволяющих регулировать структуру и свойства материалов на основе известкового вяжущего.

В работах [7–9] предлагается для повышения стойкости известковых покрытий вводить в рецептуру синтезированные гидросиликаты кальция.

В продолжение дальнейших исследований нами установлена возможность регулирования структурообразованием и свойствами известковых композиций введением синтезированных алюмосиликатов [10].

Синтез алюмосиликатов заключался в их осаждении из раствора сульфата алюминия $Al_2(SO_4)_3$ добавлением силиката натрия, с последующим высушиванием при температуре 110°C. Синтез осуществлялся в кислой среде. При разработке технологии синтеза алюмосиликатной добавки исследовалось влияние модуля жидкого стекла, рН раствора сульфата алюминия $Al_2(SO_4)_3$, количество введенного силиката натрия, рН фильтрата.

Установлено, что синтезированные алюмосиликаты характеризуются высокой активностью, составляющей

более 350 мг/г. Удельная поверхность порошка, определенная методом БЭТ, составляет $S_{уд} = 86.5 \pm 3.5 \text{ м}^2/\text{г}$.

Химический состав синтезируемого продукта представлен в таблице 1.

Анализируя полученные данные табл. 1., выявлено высокое содержание химических элементов О, Si и Na, составляющее соответственно 46,47–61,58%, 20,78–39,60% и 5,54–16,52%, что свидетельствует о преобладании оксидов соответствующих элементов.

Методом рентгенофазового анализа (РФА) установлено, что состав добавки представлен минералами группы цеолитов: натролит $Na_2(Al_2Si_3O_{10})H_2O$, анальцит $Na[AlSi_2O_6]H_2O$. Содержание группы цеолитов свидетельствует о водоудерживающих свойствах синтезированной добавки [11].

Для изучения закономерностей влияния синтезированных наполнителей на свойства известковых композитов изготавливались образцы на извести-пушонке 1 сорта с активностью 84,4%. Содержание алюмосиликата составляло 10% от массы извести. Готовились составы с водоизвестковым отношением В/И, равным В/И=1/1. Образцы твердели в воздушно-сухих условиях при температуре 18–20°C и относительной влажности воздуха 60–70%.

Установлено, что количество химически связанной извести в контрольных образцах в возрасте 28 суток воздушно-сухого твердения составляет 46,5%, а с применением синтезированных алюмосиликатов 55,28%.

Таблица 1. Результаты химического анализа элементов, присутствующих в синтезированной добавке, %

Содержание химических элементов в весовых %	O	Na	Al	Si	S
Максимальное	62,58	16,52	8,05	39,60	8,94
Минимальное	46,67	5,54	1,88	20,78	0,89

Анализ экспериментальных данных свидетельствует, что применение синтезированных алюмосиликатов, приводит к повышению прочности при сжатии известковых образцов в возрасте 28 суток воздушно-сухого твердения по сравнению с контрольными образцами на 33,125 %.

Результаты исследований свидетельствуют, что композиционное вяжущее, состоящее из извести-пушонки и синтезированных алюмосиликатов в количестве 10 % от массы извести, обладает большей водостойкостью по сравнению с известью-пушонкой. Так, коэффициент размягчения образцов, приготовленных на композиционном вяжущем, составляет $K_{разм} = 0,68 - 0,71$, а на извести-пушонке — 0,31.

Для оценки сорбционных свойств добавки определялось сорбционное увлажнение. При изучении кинетики сорбции влаги образцы проходили предварительную сушку в сушильном шкафу при температуре $t = 110^{\circ}\text{C}$ до постоянной массы, помещались в эксикаторы с различной относительной влажностью воздуха $\varphi = 18 - 97\%$ и постоянной температурой $t = 20 \pm 2^{\circ}\text{C}$. Десорбция изучалась на увлажненных образцах, которые помещались в эксикаторы с влажностью воздуха $\varphi = 10\%$ и постоянной температурой $t = 20 \pm 2^{\circ}\text{C}$. На основании полученных данных были построены изотермы сорбции и десорбции (рис. 1).

Результаты экспериментальных данных показали, что с увеличением относительной влажности воздуха закономерно возрастает сорбционная влажность, при этом процесс насыщения образцов влагой и влагоотдача описывается S-образными изотермами сорбции и десорбции, характерными для капиллярно-пористых материалов, хорошо смачиваемых водой. Сорбция влаги в интервале

значений относительной влажности воздуха до 18% подчиняется закону Генри в соответствии с формулой (1), т. е. зависимость сорбционного увлажнения от величины относительной влажности воздуха близка к линейной:

$$W = k(\varphi) \quad (1)$$

При повышении относительной влажности воздуха до 40% влагосодержание в образцах увеличивается в соответствии с уравнением Фрейндлиха [12]. Выпуклая часть изотерм ($\varphi = 60 - 80\%$) указывает на присутствие внутри исследуемых образцов только адсорбированной влаги, состоящей из одного слоя молекул водяного пара. Повышение относительной влажности воздуха до 90% приводит к образованию на внутренней поверхности материала пленок адсорбированной влаги, состоящих из многих слоев молекул. Начиная с 80%-ной влажности происходит резкое возрастание сорбционного увлажнения, что свидетельствует о протекании процесса капиллярной конденсации [13].

Изотермы сорбции и десорбции совпадают только при очень малых и очень больших значениях относительной влажности воздуха, при других значениях — не совпадают. Изотермы сорбции располагаются ниже, чем изотермы десорбции и равновесное влагосодержание при одинаковом значении относительной влажности воздуха при десорбции влаги меньше, чем при сорбции влаги.

Таким образом, проведенные исследования свидетельствуют о эффективности применения синтезируемых алюмосиликатов в известковых композициях как добавки, регулирующей структурообразование. Известковые составы с применением алюмосиликатов характеризуются хорошей удобоукладываемостью, отсутствием трещинообразования.

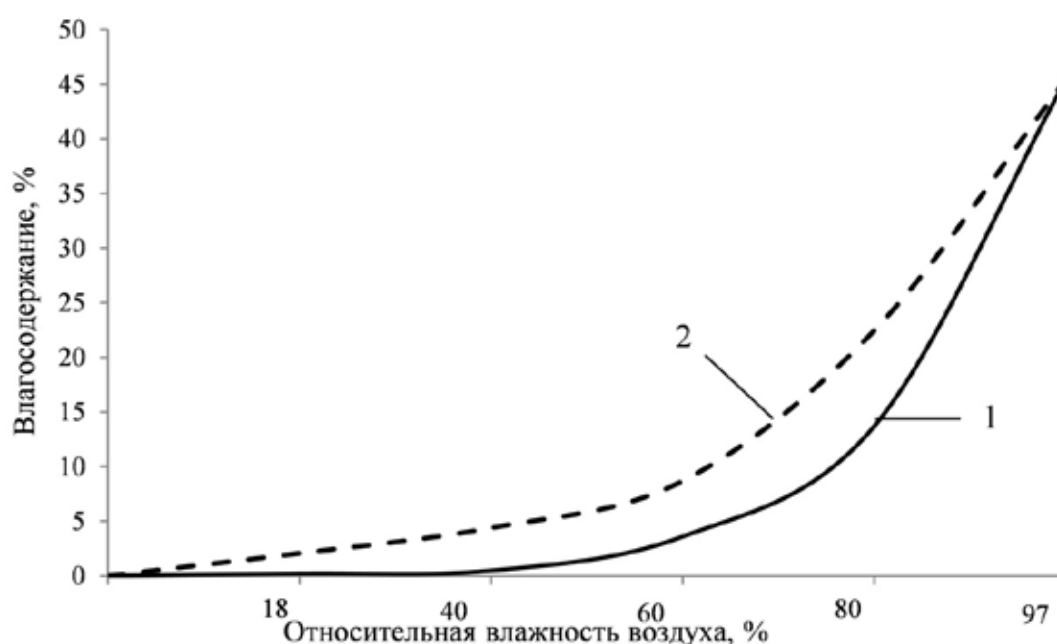


Рис. 1. Изотермы сорбции и десорбции для синтезированных алюмосиликатов: 1-изотерма сорбции; 2-изотерма десорбции

Литература:

1. Строкова В.В. Свойства синтетических нанотубулярных гидросиликатов [Текст]/В.В. Строкова, А.И. Везенцев, Д.А. Колесников, М.С. Шиманская // Вестник БГТУ им. Шухова. — Белгород: Изд-во БГТУ, — 2010. — № 4. — С. 30–34.
2. Логанина В.И. Разработка органоминеральной добавки для сухих строительных смесей [Текст]/В.И. Логанина, Н.А. Петухова, Э.Р. Акжигитова // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. — 2011. — № 3. — С. 8–12.
3. Логанина В.И. Исследование закономерностей влияния золь кремниевой кислоты на структуру и свойства диатомита [Текст]/В.И. Логанина, О.А. Давыдова, Е.Е. Симонов // Строительные материалы. — 2011. — № 12. — С. 63.
4. Eva Vejmelková, Martin Keppert, Zbyněk Keršner, Pavla Rovnaníková, Robert Černý. Mechanical, fracture-mechanical, hydric, thermal, and durability properties of lime — metakaolin plasters for renovation of historical buildings // Construction and Building Materials. 2012. — Volume 31. — P. — 22–28.
5. Sevim İşçi, F. Seniha Güner, Ö. Işık Ece, Nurfer Güngör. Investigation of rheological and colloidal properties of bentonitic clay dispersion in the presence of a cationic surfactant // Progress in Organic Coatings. 2005. — Volume 54. — Issue 1. — P. — 28–33.
6. Paul F Luckham, Sylvia Rossi. The colloidal and rheological properties of bentonite suspensions // Advances in Colloid and Interface Science. 1999. — Volume 82. — Issues 1–3. — P. — 43–92.
7. Логанина В.И. Свойства известковых композитов с силикатсодержащими наполнителями/В.И. Логанина, Л.В. Макарова, К.А. Сергеева// Строительные материалы. — 2012.-№ 3. — с. 30–35
8. Логанина В.И. Повышение водостойкости покрытий на основе известковых отделочных составов/В.И. Логанина, Л.В. Макарова, С.Н. Кислицина, К.А. Сергеева// Известия высших учебных заведений. — 2012.-№ 1 (637). — с. 41–47
9. Логанина В.И. Влияние технологии синтеза силикатных наполнителей на свойства известковых и отделочных составов/В.И. Логанина, Л.В. Макарова, К.А. Папшева// Региональная архитектура и строительство. — 2011. — № 2. — с. 66–69
10. Жданов С. П., Егорова Е. П. Химия цеолитов. — М.:Наука,1968
11. Дружинкин С. В. Сухие строительные смеси на основе цеолитсодержащих пород: дисс. канд. техн. наук: 05.23.05: защищена 26.04.10 — Красноярск., 2010. — 169 с.
12. Лопаткин А.А. Теоретические основы физической адсорбции/А.А. Лопаткин. — М.: Изд-во Моск. ун-та, 1983. — 339 с.
13. Гельфман М. И. Коллоидная химия/М. И. Гельфман, О. В. Ковалевич, В. П. Юстратов. — СПб.: Лань, 2008. — 336 с.

Основы обучения робототехники в школе как способ повышения качества инженерной подготовки

Сенюшкин Николай Сергеевич, кандидат технических наук, старший научный сотрудник;

Рожков Кирилл Евгеньевич, ассистент

Уфимский государственный авиационный технический университет

Ульянов Илья Юрьевич, руководитель

РОО Федерация авиамодельного спорта Республики Башкортостан (г. Уфа)

Жеребило Виктория Юрьевна, лаборант

Уфимский государственный авиационный технический университет

Техносфера вокруг нынешнего общества насыщена разнообразными электронными устройствами, которые будут и в дальнейшем развиваться и совершенствоваться. Другая сторона этого явления — упрощение самого процесса создания электронного устройства. Благодаря накопленным разработкам, он может быть настолько про-

стым, что с ним справится и ребёнок. Однако, в данный момент в России наблюдается падения престижа инженерного образования и как следствие нехватка молодых квалифицированных инженерных кадров, что может стать фактором, что приведет к снижению скорости экономического роста государства, темпах прироста ВВП и т. п.

Ведущую роль в появлении такой ситуации играет масса медиа и отсутствие технических клубов для школьников. В последнее время наметился рост спортивных секций, он безусловно повышает качество молодежного контингента, но не решает проблему не желанием выпускников школ идти в инженеры.

Вполне очевидно, что решать создавшуюся проблему необходимо совместными усилиями школ, технических и педагогических высших учебных заведений, в независимости от формы их собственности и общественных организаций в области спорта, технических видов спорта и клубной (кружковой) работы с детьми.

Классические школьные занятия, к которым привыкли учителя и родители, очень редко бывают, интересны и увлекательны, особенно по сложным предметам типа физики, математики и информатики. Определенные сложности создает постоянная перегрузка школьников предметами не несущими особой смысловой нагрузки.

Понятно, что привлечение школьников к занятиям должно проходить методом «пряника», а значит тут самый востребованный метод — увлечь! Находясь на пересечении различных дисциплин, робототехника включает в себя все самое интересное, а главное наглядное, от каждой из них. А самое главное — занятия робототехникой позволяют раскрыть творческий потенциал школьников, развить талант, научиться работать в команде над собственным реальным проектом, результат которого можно проверить в деле в обозримой перспективе.

Изучая робототехнику в школе, а ровно и в рамках клубной работы с детьми в кружках и секциях. Одна из них, самая распространенная в нашей стороне это роботы на платформе LegoNXT. У данного варианта есть масса неоспоримых преимуществ: отработанность материальной части, большое количество примеров в сети Интернет, развитое методическое обеспечение, отсутствие необходимости в специальных инструментах и навыках для сборки. Но есть и недостатки. Главный из них закрытый интерфейс, вы не можете подключить к системе любой датчик, необходимо выбирать из того, что предлагает Lego, причем даже разъемы задействованы специальные, и вы не сможете купить их отдельно. Количество каналов контроллера тоже ограничено 3 на выход и 4 на вход, если вы хотите поставить еще 5 датчик, то единственный выход ставить еще один контроллер и формировать сеть. Второй подход начать с изучения электроники и механики, что. Безусловно, даст больший выход с точки зрения общеобразовательной программы. Для этого необходимо использовать платформу с полностью открытой архитектурой. На наш взгляд оптимальным предложением является Arduino.

Arduino — аппаратная вычислительная платформа, основными компонентами которой являются простая плата ввода-вывода и среда разработки на языке Processing/Wiring. Arduino может использоваться как для создания автономных интерактивных объектов, так и подключаться к программному обеспечению, выполняемому на компьютере.

Плата Arduino состоит из микроконтроллера Atmel AVR (ATmega328P и ATmega168), а также элементов обвязки для программирования и интеграции с другими схемами. На многих платах присутствует линейный стабилизатор напряжения +5В или +3,3В. Тактирование осуществляется на частоте 16 или 8 МГц. В микроконтроллер предварительно прошивается загрузчик BootLoader, поэтому внешний программатор не нужен.

Текущие рассылаемые платы, например, Diecimila, программируются через USB, что осуществляется благодаря микросхеме конвертера USB-to-Serial FTDI FT232R. В версии платформы Arduino Uno в качестве конвертера используется микроконтроллер Atmega8 в SMD-корпусе. Данное решение позволяет программировать конвертер так, чтобы платформа сразу определялась как мышь, джойстик или иное устройство по усмотрению разработчика со всеми необходимыми дополнительными сигналами управления.

Платы Arduino позволяют использовать большую часть I/O выводов микроконтроллера во внешних схемах. Например, в плате Diecimila доступно 14 цифровых входов/выходов, 6 из которых могут выдавать ШИМ сигнал, и 6 аналоговых входов. Эти сигналы доступны на плате через контактные площадки или штыревые разъемы. Также доступны несколько видов внешних плат расширения, называемых «англ. shields» (дословно: «щиты»), которые присоединяются к плате Arduino через штыревые разъемы.

На базе этой платформы ученики могут конструировать и программировать модели электронных управляемых систем, не вдаваясь в сложные вопросы схемотехники и программирования на аппаратном уровне. Интегрированная среда разработки Arduino — это кросс-платформенное приложение на Java, позволяющая работать, как под классический windows, так и под Линукс подобными системами в том числе и Android, включающее в себя редактор кода, компилятор и модуль передачи прошивки в плату.

Нашим коллективом разработан учебный курс «Основы разработки робототехнических автономных мобильных устройств на базе микроконтроллерной платформы Ардуино (ARM)», который даёт возможность обучаемым освоить основные приёмы разработки аппаратной и программной части автономных автоматизированных комплексов. Курс Начинается с основ электроники, электротехники и пайки. В рамках курса изучается программирование, алгоритмизация задач и схемотехника, хоть это не всегда формально прописано. При изучении основ электроники учащиеся, для закрепления знаний строят BEAM-роботов.

BEAM-технология позволяет создавать простых и шустрых роботов с уникальным поведением из доступных и распространенных компонентов без необходимости сложного программирования. Конструкция робота, выполненная с учетом анатомии насекомых, позволяет даже очень простым роботам демонстрировать достаточно ин-

тересное поведение. Насекомые выбраны в качестве одной из основных моделей в силу того, что их нервная система является одной из самых простых и эффективных относительно других живых существ.

Учебный курс «Основы разработки робототехнических автономных мобильных устройств на базе микроконтроллерной платформы Ардуино (ARM)» является программой дополнительного образования или клуба технического творчества. Он включает 120 час аудиторных занятий (один учебный год по 4 часа в неделю) и обязательную контролируемую самостоятельную работу обучающихся.

При необходимости курс может быть адаптирован для профильной подготовки учащихся в классах физико-математического и информационно-технологического профилей. В неполном объеме курс может быть использован также при изучении информатики и технологии в непрофильных классах.

Курс также предполагает знакомство с основами программированием на языке высокоуровня C++ или аналог.

Предметом изучения являются принципы и методы разработки, конструирования и программирования управляемых электронных устройств на базе контроллера Ардуино или её аналога. Целесообразность изучения данного курса определяется:

— востребованностью специалистов в области программируемой микроэлектроники в современном мире

— возможностью развить и применить на практике знания, полученных при изучении дисциплин математики, физики, информатики

— возможностью предоставить образовательную среду, развивающую его творческие способности и амбиции, формирующую интерес к обучению, поддерживающую самостоятельность в поиске и принятии решений.

Цели курса:

— познакомить обучающихся с основными приёмами разработки аппаратной и программной части автономных автоматизированных комплексов

— развить навыки алгоритмизации задач в среде прикладного программирования

— углубить знания, повысить мотивацию к обучению путем практического интегрированного применения знаний, полученных в различных образовательных областях (математика, физика, информатика)

— развить интерес к научно-техническому, инженерно-конструкторскому творчеству

— развить творческие способности обучающихся

Литература:

1. Плат Ч. Электроника для начинающих: Пер. с англ. — СПб.: БХВ, 2013. — 480 с.
2. Робототехника для детей и родителей. СПб.: Наука, 2013, 319 с.
3. Jack Purdum Beginning C for Arduino. Apress 2012
4. Сеюшкин Н.С., Парамонов В.В., Завьялов Р.А. Многоцелевая экспериментальная мобильная платформа с двухуровневой системой // Молодой ученый. - Чита, изд-во «Молодой ученый», № 7 (18), 2010, с. 48–52

Задача курса

Освоение и практическое закрепление приёмов разработки аппаратной и программной части автономных автоматизированных комплексов на примере микроконтроллерной платформы Ардуино.

Решение задачи разбивается на несколько этапов

1. на базе набора электронных элементов с использованием макетной платы и научить обучающихся:

— понимать основы работы радиоэлектронных компонентов,

— уметь читать принципиальные схемы,

— уметь собирать схемы на макетных платах или breadboard по принципиальным схемам

— освоить технологию пайки РЭЭ

— использовать измерительную аппаратуру на примере мультиметра

2. на базе Ардуино с использованием макетной платы и набора электронных элементов научить обучающихся:

— освоить основы программирования на встроенном языке программирования,

— освоить работу с аналоговыми и цифровыми датчиками, простыми интерфейсами и моторами

— взаимодействие с другими

Основной формой обучения является практическая работа, которая выполняется малыми (до 3 человек) группами. Для работы необходим персональный компьютер (один на каждую группу), установленное программное обеспечение (может быть установлено с официального сайта проекта Ардуино <http://arduino.cc>). контроллер Arduino Uno или его аналог (1 на каждую группу), комплект деталей и модулей.

Формы подведения итогов

Контроль уровня усвоения материала осуществляется:

— по результатам электронного тестирования, завершающего изучение темы (модуля)

— по результатам выполнения учащимися практических заданий на каждом уроке

— по результатам конкурсных работ (в течение изучения курса проводится несколько творческих конкурсов)

Формы организации учебного процесса

— практическая направленность занятий, выполнение законченного практического проекта на каждом занятии

— аудиторные занятия в малых группах, индивидуализированные образовательные траектории

— дистанционная консультация по средствам электронной коммуникация.

Тепловой шум пассивного электрорадиоизделия

Сивагина Юлия Александровна, студент;

Меркульев Александр Юрьевич, студент;

Юрков Николай Кондратьевич, доктор технических наук, профессор
Пензенский государственный университет

Одной из основных задач решаемых конструктором при проектировании радиоаппаратуры, является защита ее от влияния дестабилизирующих факторов, в том числе шумов. Шумы могут иметь как внешнюю причину, т. е. их источник не входит в состав проектируемого изделия, так и внутреннюю — шум собственных элементов радиоаппаратуры. Существенный вклад в общую картину внутренних шумов вносит тепловой шум. Далее рассмотрим его природу на примере пассивного элемента электрических цепей — сопротивления (резистора).

Неупорядоченное тепловое движение атомных частиц вызывает так называемый тепловой шум во всех электрических проводниках. Статистические колебания плотности заряда в проводнике обусловлены тепловым перемещением носителей заряда [1,13]. Поэтому между концами проводника возникает быстро флуктуирующее напряжение U_R — напряжение шума [1]. Эквивалентная электрическая схема реального сопротивления состоит из идеального сопротивления R , в котором нет шумов, включенного последовательно с источником напряжения шума U_R (рисунок 1).

Из второго начала термодинамики следует, что средние мощности теплового шума для волн, испускаемых источниками в интервале частот $\Delta\nu$, равны и одинаково зависят от температуры [6, 23–32]. Эффективная мощность тепловых шумов $P_{R,эфф}$, в проводнике с данным сопротивлением вычисляется по формуле:

$$P_{R,эфф} = \frac{h \cdot \nu}{e^{h \cdot \nu / k \cdot T} - 1} \cdot \Delta \nu \quad (1)$$

Эта мощность, как следует из формулы (1), не зависит от величины сопротивления R .

Эффективное напряжение шума в сопротивлении R определяется усреднением по времени квадрата напряжения $U_R^2_{эфф} = U_R^2(t)$. Квадрат эффективного напряжения шума определяется из уравнения Найквиста, полученного из условий термодинамического равновесия с учетом закона равномерного распределения энергии по степеням свободы:

$$U_{R,эфф}^2 = 4k \cdot T \cdot R \cdot \Delta \nu,$$

если $h \cdot \nu \gg k \cdot T$,

где k — постоянная Больцмана; T — абсолютная температура в градусах Кельвина; R — сопротивление электрической цепи; h — постоянная Больцмана; ν — частота электромагнитной волны, испускаемой источником тока; $\Delta \nu$ — диапазон частот от ν до $\nu + \Delta \nu$ колебаний электромагнитных волн в проводнике [1].

При выполнении неравенства $h \cdot \nu \ll k \cdot T$ напряжение шума зависит не от частоты ν волны, а от интервала частот $\Delta \nu$ [1–10]. При комнатной температуре (20°C) должно выполняться следующее условие для частот:

$$\nu \ll \nu_{max} = \frac{k \cdot T}{h} = \frac{1.38 \cdot 10^{-23} \cdot 293}{6.62 \cdot 10^{-34}} \approx 6.1 \cdot 10^{12} \text{ Гц}$$

Соответствующая длина волны лежит в субмиллиметровом диапазоне, поэтому практически все электронные приборы работают на частотах значительно ниже ν_{max} [11–22].



Рис. 1. Эквивалентная электрическая схема сопротивления с источником шума

Литература:

1. Слепова С. В. Основы теории точности измерительных приборов: учебное пособие / С. В. Слепова. Челябинск: Изд-во ЮУрГУ, 2008. — 192 с.
2. Андреев П. Г. Микропроцессорные системы в учебном процессе / П. Г. Андреев, И. Ю. Наумова, Н. К. Юрков, Н. В. Горячев, И. Д. Граб, А. В. Лысенко // Труды международного симпозиума Надежность и качество. 2009. Т. 1. С. 161–164.
3. Андреев П. Г. Аналого-цифровые преобразователи в учебном процессе / П. Г. Андреев, И. Ю. Наумова // Труды международного симпозиума Надежность и качество. 2007. Т. 1. С. 67–69.

4. Горячев Н.В. Концепция создания автоматизированной системы выбора тепловода электрорадиоэлемента/Н.В. Горячев, Н.К. Юрков // Современные информационные технологии. 2010. № 11. С. 171–176.
5. Андреев П.Г. Применение САД систем в проектировании радиоэлектронных средств/П.Г. Андреев, Н.А. Талибов, П.М. Осипов // Труды международного симпозиума Надежность и качество. 2007. Т. 1. С. 146–148.
6. Меркульев А.Ю. Системы охлаждения полупроводниковых электрорадиоизделий/А.Ю. Меркульев, Н.В. Горячев, Н.К. Юрков // Молодой ученый. — 2013. — № 11. — С. 143–145.
7. Андреев П.Г./Моделирование переотражателей радиолучевых систем обнаружения./Автореферат диссертации на соиск. уч. степ. канд. техн. наук: — Пенза: ПГУ, 2005 г. — 22 с.
8. Горячев Н.В. Программа инженерного расчёта температуры перегрева кристалла электрорадиокомпонента и его тепловода/Н.В. Горячев, А.В. Лысенко, И.Д. Граб, Н.К. Юрков // Труды международного симпозиума Надежность и качество. 2012. Т. 2. С. 242–243.
9. Андреев П.Г. Методы оценки технологичности конструкции РЭС/П.Г. Андреев, Н.К. Юрков, В.Я. Баннов // Труды международного симпозиума Надежность и качество. 2008. Т. 2. С. 129–131.
10. Горячев Н.В. Тепловая модель сменного блока исследуемого объекта/Н.В. Горячев // Труды международного симпозиума Надежность и качество. 2012. Т. 1. С. 263–263.
11. Андреев П.Г./Моделирование переотражателей радиолучевых систем обнаружения./Диссертация на соиск. уч. степ. канд. техн. наук: — Пенза: 2005 г. — 249 с.
12. Горячев Н.В. Алгоритм функционирования компьютерной программы стенда исследования тепловодов/Граб И.Д., Горячев Н.В., Лысенко А.В., Юрков Н.К.//Труды международного симпозиума Надежность и качество. 2011. Т. 1. С. 244–246.
13. Андреев П.Г. Основы проектирования электронных средств: учеб. пособие/П.Г. Андреев, И.Ю. Наумова// Пенза: Изд-во ПГУ, 2010. — 124 с.
14. Горячев Н.В. Структура автоматизированной лаборатории исследования тепловодов/Н.В. Горячев, И.Д. Граб, А.В. Лысенко, Н.К. Юрков // Труды международного симпозиума Надежность и качество. 2011. Т. 2. С. 119–120.
15. Андреев П.Г. Математическая модель распространения электромагнитных волн в помещении/П.Г. Андреев, А.Н. Якимов // Радиопромышленность. 2013. № 2. С. 74–82.
16. Горячев Н.В. Концептуальное изложение методики теплофизического проектирования радиоэлектронных средств/Н.В. Горячев, Н.К. Юрков // Современные информационные технологии. 2013. № 17. С. 214–215.
17. Горячев Н.В. Подсистема расчета средств охлаждения радиоэлементов в интегрированной среде проектирования электроники/Н.В. Горячев, И.Д. Граб, А.А. Рыжов // Известия высших учебных заведений. Поволжский регион. Технические науки. 2010. № 4. С. 25–30.
18. Горячев Н.В. К вопросу выбора вычислительного ядра лабораторного стенда автоматизированного лабораторного практикума/Н.В. Горячев, Н.К. Юрков // Современные информационные технологии. 2009. № 10. С. 128–130.
19. Трифоненко И. М. Обзор систем сквозного проектирования печатных плат радиоэлектронных средств/И. М. Трифоненко, Н.В. Горячев, И.И. Кочегаров, Н.К. Юрков // Труды международного симпозиума Надежность и качество. 2012. Т. 1. С. 396–399.
20. Горячев Н.В. Автоматизированный выбор системы охлаждения теплонагруженных элементов радиоэлектронных средств/Н.В. Горячев, И.Д. Граб, К.С. Петелин, В.А. Трусов, И.И. Кочегаров, Н.К. Юрков // Прикаспийский журнал: управление и высокие технологии. 2013. № 4. С. 136–143.
21. Сивагина Ю.А. Обзор современных симплексных ретрансляторов радиосигналов/Ю.А. Сивагина, И.Д. Граб, Н.В. Горячев, Н.К. Юрков // Труды международного симпозиума Надежность и качество. 2012. Т. 1. С. 74–76.
22. Горячев Н.В. Проектирование топологии односторонних печатных плат, содержащих проволочные или интегральные переключки/Н.В. Горячев, Н.К. Юрков // Труды международного симпозиума Надежность и качество. 2011. Т. 2. С. 122–124.
23. Горячев Н.В. Индикатор обрыва предохранителя как элемент первичной диагностики отказов РЭА/Н.В. Горячев, Н.К. Юрков // Труды международного симпозиума Надежность и качество. 2010. Т. 2. С. 78–79.
24. Горячев Н.В. Программные средства теплофизического проектирования печатных плат электронной аппаратуры/Н.В. Горячев, Н.К. Юрков // Молодой ученый. 2013. № 10. С. 128–130.
25. Падолко Е.П. Основные понятия имитационного моделирования и построение имитационной модели системы массового обслуживания/Е.П. Падолко //Современные информационные технологии. 2012. № 15. С. 43–45.
26. Горячев Н.В. Совершенствование структуры современного информационно-измерительного комплекса/Н.В. Горячев, Н.К. Юрков // Инновационные информационные технологии. 2013. Т. 3. № 2. С. 433–436.

27. Горячев Н. В. Алгоритм функционирования системы поддержки принятия решений в области выбора теплоотвода электрорадиоэлемента/Н. В. Горячев // Труды международного симпозиума Надежность и качество. 2012. Т. 2. С. 238–238.
28. Горячев Н. В. Типовой маршрут проектирования печатной платы и структура проекта в САПР электроники Altium Design/Н. В. Горячев, Н. К. Юрков // Труды международного симпозиума Надежность и качество. 2011. Т. 2. С. 120–122.
29. Юрков Н. К. Современные методы повышения эффективности работы полупроводниковых датчиков давления в условиях воздействия повышенной температуры/Н. К. Юрков, И. В. Ползунов, С. А. Москалев // Труды международного симпозиума Надежность и качество. 2012. Т. 2. С. 46–47.
30. Трусов В. А. О входном контроле элементной базы/В. А. Трусов // Труды международного симпозиума Надежность и качество. 2012. Т. 2. С. 399–400.
31. Меркульев А. Ю. Открытая архитектура современного информационно-измерительного комплекса/, Горячева Е. П., Юрков Н. К. // Молодой ученый. 2013. № 12 (59). С. 147–149.
32. Горячева Е. П. Обеспечение заданного теплового режима в современных приемопередающих средствах/Е. П. Горячева, Н. К. Юрков // Современные информационные технологии. 2013. № 18. С. 47–49.

Развитие грузопотоков российского зерна в направлении морских портов

Сипаро Константин Алексеевич, научный сотрудник;
Лернер Всеволод Казимирович, кандидат технических наук,
руководитель Центра развития морского транспорта — начальник отдела
Проектно-изыскательский и научно-исследовательский институт морского транспорта «Союзморниипроект» (г. Москва)

Ключевые слова: зерно, порты, грузы, перевалка, морские бассейны, grain, ports, freight, transshipment, marine basins.

В период столыпинских реформ начало индустриализации России сопровождалось реформированием землепользования (тормозом развития сельского хозяйства в России долгое время было крепостное право, отменённое в 1861 г.), что позволило России выйти в мировые лидеры по производству зерна. Россия производила 50% мирового производства ржи, 20% пшеницы, 30% ячменя и 25% овса. Пиком развития стал 1913 г., в котором экспорт зерна России достиг 10,5 млн. т.

В 1891–1913 гг. среднегодовое производство зерна в России составляло почти 75 млн. т, что превышало среднегодовой урожай 1891–1900 гг. более, чем в 1,5 раза. В эти годы 9% выращенного урожая экспортировалось, что позволяло опередить по объёму экспорта других лидеров рынка зерна (США, Канаду и Аргентину) в 2,5–4 раза.

После октябрьской революции был взят курс на индустриализацию, для которой нужна была валюта для импорта оборудования. Несмотря на разруху в стране, вызванную 1-ой мировой войной, революцией и гражданской войной, важнейшим источником поступления валюты оставалось зерно, которое в 1930–1931 гг. экспортировалось в размерах, сравнимых с 1913 годом, в среднем 5 млн. т в год, и лишь массовый голод 1932–1933 гг. вынудил сократить экспорт до 1,8 млн. т, а в 1934 г. полностью его прекратить. СССР превратился из крупнейшего экспортера в импортера зерна.

Индустриализация страны сопровождалась увеличением городского населения и ростом зарплаты индустриальных рабочих, потому спрос на хлеб возростал. Но в довоенном 1940 г. государственные закупки зерна составили 35 млн. т, а в 1953 г. сократились до 30 млн. т. Поступление необходимого количества валюты для восстановления народного хозяйства за счёт экспорта зерна покрывалось по плану экспортом 4,8 млн. т зерна. Фактически СССР мог экспортировать только 3 млн. т. После 1950 года произошёл рост импорта зерна, обусловленный развитием сельского хозяйства.

Восстановление экспорта зерна из России началось в 1994 г. Несмотря на шоковую терапию и череду кризисов экспорт зерна из рыночной России непрерывно, с эпизодическими исключениями, возростал.

В отсутствие России мировые цены на зерно выросли почти в два раза. Цены на российское зерно — порядка 270 долларов за тонну (с погрузкой в порту) — почти на 100 долларов ниже, чем у нашего главного конкурента, Евросоюза. Так, французское зерно торгуется по 360 долларов за тонну, американское — по 320 долларов. Правда, только на ожидании открытия экспорта закупочные цены внутри России стабилизировались и даже стали немного расти. Но реальных сделок и покупателей нашего товара пока мало — все ждут фактического открытия «ворот». Важная интрига открывающегося экспорта — возможный рост цен на зерно внутри страны

и его влияние на инфляцию. В очередной раз заметим: реальная стоимость зерна в гораздо меньшей степени влияет на продовольственную инфляцию, чем возникающие спекулятивные настроения и растущие иные затраты хозяйствующих субъектов — на ЖКХ, инфраструктуру, недвижимость, заработную плату, налоги и т. д. Что касается введения плавающих пошлин, то эта пошлина будет отнесена на счет наших производителей, и от этого в конечном итоге выиграют лишь наши конкуренты на мировом рынке, у которых будут более привлекательные цены.

В последние годы наблюдался рост экспорта риса из России, а после ухода Египта с мирового рынка из-за введения в стране эмбарго на экспорт риса до октября 2011 г. Россия заменила Египет в качестве поставщика короткозерного и среднезерного риса.

Основной потребителем российского риса является Турция.

По данным ФТС России экспорт зерна в 2011/2012 сельскохозяйственном году составил 11873 тыс. тонн. Следует отметить ввод в эксплуатацию нескольких зер-

новых терминалов, в частности, зерновой терминал в порту Кавказ (компанией «Лада-Геленджик-транс»), на строительство которого было потрачено более 450 млн. руб. (Рис. 1). Объем перевалки грузов составляет примерно 900 тыс. тонн в год, в том числе зерна — 700 тыс. тонн, шрота — 200 тыс. тонн. Терминал может принимать зерно, доставленное по железной дороге и автотранспортом.

ЗАО «Лада-Геленджик-транс» входит в агроиндустриальный холдинг «Юг Руси». Компания с 1994 года переваливает внешнеторговые грузы из морского порта Кавказ в страны Черноморского бассейна, Средиземноморья, Азии и Африки. До открытия нового зернового терминала на экспорт через порт переваливали только шрот (до 200 тыс. тонн), получаемый на маслоэкстракционных заводах «Юга Руси».

В таблице 1 представлены объемы перевалки зерна в морских портах России с распределением по бассейнам за 2011–2012 г. [1], [2], [3].

Россия все больше интегрируется в мировое хозяйство, как части своего экспорта, так и функционирования



Рис. 1. Новый зерновой терминал в порту Кавказ

Таблица 1. Перевалка грузов в морских портах России в распределении по бассейнам (за 2011–2012 годы) (млн. т.)

Наименование грузов	Всего			В том числе														
				Арктический			Балтийский			Черноморский			Каспийский			Дальневосточный		
	2011	2012	%	2011	2012	%	2011	2012	%	2011	2012	%	2011	2012	%	2011	2012	%
Всего грузов	535	567	105,9	41,1	38,7	94,3	185,7	207,2	111,6	172,8	176,7	102,3	10,6	10,0	94,9	125,5	134,4	107,1
В том числе зерно	19,5	24,0	123,3				1,2	1,2	100,3	18,0	22,1	122,7	0,2	0,7	285,7	0,1	0,1	100

ее транспортной системы [4]. Однако российский рынок зерна существенно уступает по экономическим характеристикам рынкам зерна стран с развитой рыночной экономикой. Можно охарактеризовать его несколькими пунктами негативной стороны:

- удовлетворение спроса по регионам нестабильно и неравномерно;
- поставки объемов зерна из зернопроизводящих регионов часто нерегулируемые из-за отсутствия информации у исполнительных органов.
- невозможность прогнозирования объемов предложения и транспортной логистики на региональном рынке.

Оптовый рынок зерна первого уровня (тот, на котором основу продающей стороны составляют сельхозтоваропроизводители) состоит из довольно большого количества относительно мелких производителей товара. Характерны высоко конкурентные отношения между товаропроизводителями и оптовыми структурами.

Географические горизонты таких рынков зерна обычно сходятся с административными границами региона. Первоуровневый оптовый рынок зерна низко концентрированный, между долями его субъектов присутствует сбалансированность.

Оптовый рынок зерна второго уровня занимает территорию России, покупатели на рынке — предприятия по переработке и другие оптовые потребители, а продавцы — оптово-посреднические структуры. Доли субъектов этого рынка зерна сбалансированы, рынок имеет умеренную концентрированность.

Основную часть пшеницы производят сельскохозяйственные предприятия. Их доля в общем фонде зерна составляет 84 %. На данный момент развитие фермерского хозяйства замедлено по причине недостаточной финансовой поддержки. Государственное воздействие на рынок таково, что положительный эффект от гарантированных цен и объемов закупки падает. Динамику объемов перевалки зерна видно в таблице 2 и на рисунке 2. [5], [6], [7].

Как видно из графика, сильные скачки наблюдались в 2009–2011 г. Рост в 2009 вызван резким повышением интереса восточных стран к российскому зерну. Спад 2010 года обусловлен необычайно жарким летом, сопровождавшимся пожарами, которые и уничтожили часть посевов. Однако в 2011 году ситуация нормализовалась и показатели вновь возросли [3], [5].

Для сравнения рассмотрим перевалку зерна и портовый потенциал Украины, другого крупного экспортёра зерна в Европе. Данные представлены на рисунке 3.

Таблица 2. Объёмы перевалки зерна в российских портах, млн. т.

Годы	Всего	Экспорт	Импорт	Каботаж
2001	2,18	1,17	0,95	0,06
2002	5,54	4,45	1,07	0,02
2003	5,49	4,62	0,85	0,02
2004	4,84	3,74	1,09	0,01
2005	8,91	8,06	0,84	0,01
2006	8,06	7,24	0,82	0,00
2007	10,71	9,83	0,88	0,00
2008	10,35	9,58	0,52	0,25
2009	21,83	21,11	0,25	0,47
2010	6,64	6,18	0,00	0,46
2011	19,48	18,32	1,06	0,10
2012	24,02	22,24	0,93	0,14

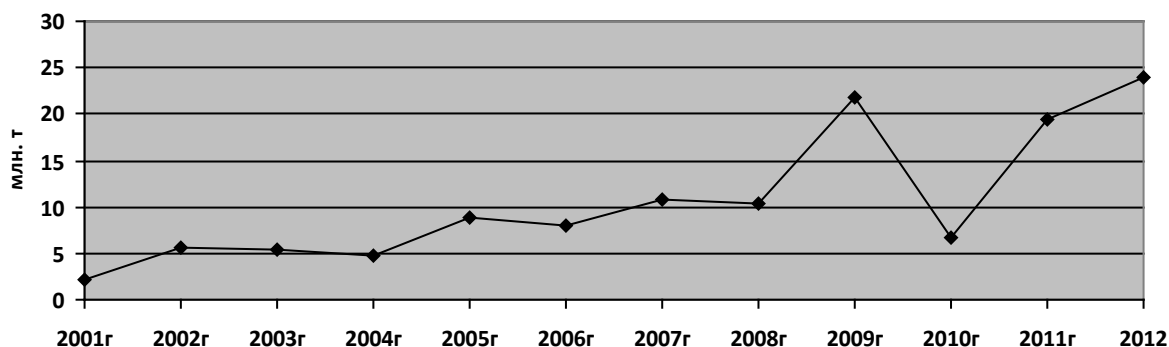


Рис. 2. Объёмы перевалки зерна в российских портах (млн. т).



Рис. 3. Производственные мощности и объёмы перевалки зерна в морских портах Украины в 2012 г.

Номинальная мощность портов по перевалке зерна превышает 44 млн. т., но если не учитывать нерабочие порты, максимальный объем перевалки, соответствующий номинальной мощности составит, 39 млн. тонн. В 2012г коэффициент загрузки мощностей составил в среднем 67%. Наиболее загруженными были порты Одесского региона и Николаевского региона. По отдельности загрузка портов составила от 65% до более 100%.

По прогнозам объём экспорта российского зерна к 2020 г. должен достигнуть 40 млн. тонн [1], [2]. Избыток мощностей зерновых комплексов в портах Украины и их недостаток на Юге России приводит к тому, что значительные объёмы зерновых грузов, не обеспеченные мощностями российских портов, перегружаются на Украине. Так, в урожайном 2011 году через порты Украины было перегружено 6,4 млн. т российского зерна, в то время как через все порты России — 7,9 млн. т. В 2012 году перегрузка зерна в портах Украины несколько снизилась — до 5,3 млн. т (через порты России — 7,2 млн. т.).

Не смотря на активное строительство на Юге России новых мощностей по отгрузке зерна на море, не удастся достигнуть полного обеспечения российского экспорта зерновых мощностями в отечественных портах. Лимитирующим параметром, как правило, выступает пропускная способность железной дороги на подходах к портам. Вне-

дрение современных логистических подходов, оптимизация товародвижения, оптимальное распределение грузопоток зерна по портам перевалки, а также по видам транспорта позволяет лучше использовать перегрузочные мощности портов [8], [9], [10].

При этом необходимо отметить расширение участия автотранспорта в завозе в порты экспортных зерновых, особенно в пиковые месяцы уборки урожая [11], [12].

Дополнительным резервом, особенно актуальным в урожайные годы, является использование крытых универсальных контейнеров ИСО [13], [14]. Применение полимерных вкладышей на весь контейнер снижает затраты на первичную тару [15]. Портами внедряется также прогрессивная технология загрузки контейнеров ИСО, с предварительной их кантовкой вертикально [16]. Такая технология обеспечивает более полное наполнение внутреннего пространства контейнера [17]. Все большее количество контейнеров с зерном, поступающих с элеваторов автотранспортом, следует далее по накатной технологии на специализированных судах с горизонтальной погрузкой [18].

В целом растущий российский экспорт зерновых требует постоянного обновления транспортного комплекса, увеличения мощностей перегрузочных комплексов в портах перевалки и внедрения новых прогрессивных технологий перевозок.

Литература:

1. Лернер В.К. Прогнозирование грузовой базы морского транспорта. Методические принципы анализа // Морские порты России. 2011. № 9. с. 62–66.
2. Лернер В. Будущее морских портов России // Морские порты России. 2010. № 7. с. 20–27.
3. Лернер В.К., Сипаро К.А. Прогнозирование российских грузопотоков в направлении морских портов // Бюллетень транспортной информации. 2013. № 1. С. 0011–0016.
4. Милославская С.В., Ханин М.С., Карабутов Н.Н., Козин Б.С. Углубление процесса интеграции внутреннего водного транспорта России с мировой транспортной системой // Транспорт: наука, техника, управление. 2012. № 5. С. 12–13.

5. Лернер В. К. Современное состояние и перспектива развития морского транспорта России // Бюллетень транспортной информации. 1997. № 7. С. 2.
6. Лернер В. К. Морской транспорт в федеральной целевой программе «Мировой океан» // Бюллетень транспортной информации. 1998. № 5. С. 2–6.
7. Лернер В. К. Подпрограмма «Морской транспорт» федеральной целевой программы «Модернизация транспортной системы России» // Морской флот. 2002. № 2. С. 3–5.
8. Степанов А. Л., Синельщиков Е. В. Транспортно-логистические центры на базе перегрузочных комплексов // Эксплуатация морского транспорта. 2007. № 4. С. 3–6.
9. Заев С. Н., Полянцев Ю. Д., Филатова Т. В. Транспортные логистические центры — мода или требование времени // Бюллетень транспортной информации. 2008. № 7. С. 19–23.
10. Сипаро К. А. Влияние логистики и международных транспортных коридоров на развитие российских и транзитных грузопотоков в направлении морских портов // Интегрированная логистика. 2014. № 1. С. 35–39.
11. Гагарский Э. А., Кириченко С. А. Развитие логистических систем комбинированных перевозок // Бюллетень транспортной информации. 2007. № 5. С. 28–30.
12. Гагарский Э. А., Кириченко С. А. Автопаромно-пассажирские морские перевозки на Балтике // Бюллетень транспортной информации. 2009. № 7. С. 3–7.
13. Третьяков Г. М., Москвичев О. В., Москвичева Е. Е. Новый подход в развитии контейнерно-транспортной системы России на основе формирования контейнерного кластера // Вестник транспорта Поволжья. 2012. № 3 (33). С. 35–39.
14. Москвичев О. В., Москвичева Е. Е. Проблемы, пути решения и перспективы развития контейнерных перевозок в России // Вестник транспорта Поволжья. 2007. № 7. С. 9–11.
15. Гагарский Э. А., Кириченко С. А., Кириченко А. С. Развитие перевозок насыпных и навалочных грузов в универсальных контейнерах // Бюллетень транспортной информации. 2010. № 4. С. 14–18.
16. Гагарский Э. А., Кириченко С. А., Кириченко А. С. Логистические аспекты контейнеризации продукции ферросплавной промышленности // Интегрированная логистика. 2011. № 3. С. 27–30.
17. Гагарский Э. А., Кириченко С. А., Кириченко А. С. Развитие контейнерных перевозок лома // Бюллетень транспортной информации. 2010. № 4. С. 14–18.
18. Гагарский Э., Кириченко С. Новое в развитии накатных технологий // Морской флот. 2007. № 2. С. 37–42.

Повышение эффективности сжигания водомазутной эмульсии в камерных нагревательных печах

Соловьев Александр Владимирович, студент
Омский государственный технический университет

Эффективность сжигания водомазутной эмульсии (ВМЭ) в камерных нагревательных печах может быть повышена за счет подогрева ВМЭ перед сжиганием. Основными преимуществами подогрева ВМЭ перед сжиганием являются: снижение коэффициента расхода воздуха, химического и механического недожога, потерь тепла с уходящими газами, увеличение КПД печи.

При постоянной производительности печного агрегата с повышением температуры подогрева ВМЭ уменьшается ее удельный расход на нагрев металла, затраты на подачу дутьевого воздуха для осуществления процессов горения и выброс дымовых газов за пределы печного агрегата. Но при этом увеличиваются расходы теплоэнергии на подогрев эмульсии, капитальные затраты и эксплуатационные расходы на мазутоподогреватель. Поэтому целесообразно получить оптимальную температуру подогрева ВМЭ при использовании ее в качестве топлива в нагревательных печах.

Методика определения сравнительной экономической эффективности капитальных вложений по величине сравнительной эффективности инноваций в системе технико-экономических расчетов используется в качестве основной количественной оценки эффективности при выборе оптимального варианта, характеризующего наименьшими затратами труда [1].

Математическое решение задачи определения оптимальной температуры подогрева ВМЭ сводится к определению температуры подогрева, исходя из минимума суммарных дисконтированных затрат на нагрев металла.

Выражение для определения суммарных дисконтированных затрат имеет следующий вид:

$$Z = (S_m + S_E + S_{TЭ} + S_{ам}) + P_H K, \tag{1}$$

где $S_m, S_E, S_{TЭ}, S_{ам}$ — дисконтированные годовые затраты на ВМЭ, дутьевой воздух, тепловую энергию, амортизационные отчисления, руб./год;

P_H — норма дисконта инвестиций, 1/год;

K — капитальные вложения, руб.

Величины, приведенные в формуле (1), рассчитываются по формулам:

$$S_m = C_m B; C_m = P_m h;$$

$$S_E = C_3 N_{т,д} h V_E;$$

$$S_{TЭ} = 3.6 C_{TЭ} Q_{TЭ}; C_{TЭ} = P_{TЭ} h; Q_{TЭ} = D_n h_n''; \tag{2}$$

$$S_{ам} = PK;$$

$$K = P_M F_M + C_{т,д} N_{т,д} V_E; V_E = B U_E,$$

где B — часовой расход ВМЭ, кг/ч;

C_m — дисконтированная годовая стоимость 1 кг ВМЭ, (руб./кг) · (ч/год);

P_m — полная расчетная стоимость 1 кг ВМЭ, руб./кг;

h — годовое время работы печи, ч/год;

C_3 — стоимость электроэнергии, руб./(кВт · ч);

$N_{т,д}$ — мощность тягодутьевых машин, приходящаяся на 1 м³ дутьевого воздуха, кВт/м³;

V_E — часовой расход дутьевого воздуха, м³/ч;

ПП — норма амортизационных отчислений, 1/год;

$C_{TЭ}$ — дисконтированная годовая стоимость теплоты, (руб./кДж) · (ч/год);

D_n — расход теплоносителя на подогрев ВМЭ, кг;

h_n'' — энтальпия теплоносителя на входе в мазутоподогреватель, кДж/кг;

P_M — стоимость изготовления и монтажа 1 м² поверхности нагрева мазутоподогревателя, руб./м²;

F_M — поверхность нагрева мазутоподогревателя, м²;

$C_{т,д}$ — стоимость тягодутьевых машин, руб./кВт;

U_E — количество воздуха, необходимое для сжигания единицы количества ВМЭ, м³/кг;

$Q_{TЭ}$ — расход тепловой энергии на подогрев ВМЭ, Вт;

$P_{TЭ}$ — стоимость тепловой энергии, руб./кДж.

Для нахождения решения задачи об оптимальной температуре подогрева ВМЭ составлена целевая функция, аргументом которой является искомая температура:

$$Z = \frac{D}{E_2 + C_f'' t_f''} \times \left[\left(\frac{C_m'}{K\psi(d_1 - f_1 t_f')} + \frac{3.6 C_{TЭ} h_n''}{(h_n'' - h_n') \eta_n} \right) (C_f'' t_f'' - C_f' t_f') + C_m + C_E' U_E \right], \tag{3}$$

$$D = Q_1 + Q_5 + Q_6 + Q_7 - Q_{экз}, \tag{4}$$

$$E_2 = Q_E^p (1 - R_2) - (C_r t_r + R) u_r + C_E^+ u_E t_E^+ - C_f' \delta t_f, \tag{5}$$

$$d_1 = a' \left(\frac{h_n'' \eta_n + C_f' t_f'}{C_n' \eta_n} - t_f' \right) + b' t_n'', \tag{6}$$

$$f_1 = \frac{a' C_f''}{C_n' \eta_n} + b', \tag{7}$$

$$C_m' = P_M (P_H + \Pi), \tag{8}$$

$$C_E' = N_{т,д} [C_{т,д} (P_H + \Pi) + C_3 h], \tag{9}$$

где C_f', t_f' — соответственно средняя теплоемкость и температура ВМЭ на входе в мазутоподогреватель, кДж/(кг · °С), °С;

C_f'', t_f'' — соответственно средняя теплоемкость и температура ВМЭ на выходе из мазутоподогревателя, кДж/(кг · °С), °С;

h_n' — энтальпия теплоносителя на выходе из мазутоподогревателя, кДж/кг;

η_n — КПД мазутоподогревателя;

K — коэффициент теплопередачи в мазутоподогревателе, Вт/(м² · °С);

Ψ — поправочный коэффициент при сложной схеме теплообмена;

$Q_1, Q_5, Q_6, Q_7, Q_{экз}$ — соответственно теплота, необходимая для нагрева металла, потери теплоты теплопроводностью, излучением, неучтенные потери теплоты, теплота от экзотермических реакций, Вт;

Q_n^p — низшая теплота сгорания ВМЭ, кДж/кг;

R_2 — доля потерь от механической неполноты сгорания ВМЭ;

C_r, t_r — соответственно средняя теплоемкость и температура уходящих газов, кДж/(м³ · °С), °С;

u_r — количество продуктов сгорания на единицу количества ВМЭ, м³/кг;

C_v^*, t_v^* — соответственно теплоемкость и температура воздуха, поступающего к горелочным устройствам печи, кДж/(м³ · °С), °С;

C_n' — теплоемкость теплоносителя на выходе из мазутоподогревателя, кДж/(кг · °С);

δt_f — падение температуры ВМЭ на пути от мазутоподогревателя до горелочных устройств вследствие потерь тепла в окружающую среду, °С;

t_n'' — температура теплоносителя на входе в мазутоподогреватель, °С.

Проведены теоретические исследования с использованием разработанной методики на нагревательной печи «Накал» ПГК 12.6.6/13. Целью исследований являлось повышение технико-экономических показателей работы печи за счет оптимизации температурного уровня подогрева ВМЭ перед сжиганием.

Производительность печного агрегата 400 кг/ч; $P_n = 1/5$; $P_m = 11$ руб./кг; $h = 6000$ ч/год; $C_3 = 2,9$ руб./(кВт · ч); $N_{т.д} = 0,003$ кВт/м³; $\Pi = 1/7$; $h_n'' = 2915$; $P_m = 20000$ руб./м²; $C_{т.д} = 30000$ руб./кВт; $P_{т.э} = 0,0002424$; $C_f' = 2,1$ кДж/(кг · °С); $t_f' = 40$ °С; $C_f'' = 2,4$ кДж/(кг · °С); $h_n' = 2850$; $\eta_n = 0,85$; $K = 310 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot \text{°С}}$; $\Psi = 0,9$; $Q_5 = 200000$ Вт; $Q_6 = 50000$ Вт; $Q_7 = 50000$ Вт; $Q_n^p = 36000$ кДж/кг; $R_2 = 0,006$; $C_r = 1,677$ кДж/(м³ · °С); $t_r = 1350$ °С; $u_r = 14,51$ м³/кг; $C_v^* = 1,3181$ кДж/(м³ · °С); $C_n' = 1,974$ кДж/(кг · °С); $\delta t_f = 3$ °С; $t_n'' = 220$ °С.

Расчеты производились с использованием программного продукта «MathCAD». Реализация разработанной методики применительно к конкретным условиям эксплуатации нагревательной печи «Накал» дала следующие результаты: оптимальная температура подогрева ВМЭ составила 96 °С; сумма дисконтированных затрат 6729000 руб.

Применение полученного алгоритма оптимизации температуры подогрева ВМЭ перед сжиганием обеспечивает нахождение наиболее выгодных технических решений для достижения максимального технико-экономического эффекта при наименьших затратах.

Литература:

1. Парамонов А. М. Энергосбережение и оптимизация режимных и конструктивных параметров кузнечных нагревательных печей: монография/А. М. Парамонов. — Омск: Изд-во ОмГТУ, 2012. — 240 с.

Повышение эффективности гипсовых изделий

Солопова Галина Сергеевна, аспирант

Самарский государственный архитектурно-строительный университет

Применение порошка (полученного при помоле после вспучивания натриевого жидкого стекла при температуре 300–350 °С) в качестве добавки вводимой в ГЦПВ позволило улучшить показатели водостойкости ГВ, а так же улучшить внешний изделия.

Ключевые слова: гипс, гипсовое вяжущее, ГЦПВ, водостойкость, жидкое стекло, вспученный гранулят.

Целью данной работы является получение нового состава гипсовых вяжущих с улучшенными характеристиками. Основная задача — улучшение показателей гипсовых вяжущих путем введения различных добавок на основе силиката натрия.

Самарская область располагает достаточными запасами природного гипсового сырья. Гипсовые материалы и изделия относятся к прогрессивным экологичным материалам, что в наше время является очень важным. Отличительной особенностью гипсовых вяжущих является их способность при затворении водой быстро схватываться и затвердевать. Эта способность выгодно отличает ГВ от других вяжущих. Производство изделий из гипсовых вяжущих характеризуется коротким циклом формования, высокой оборачиваемостью форм, возможностью использования конвейерной или прокатной технологий. Применение гипсовых вяжущих в ряде случаев ограничивается из-за их недостаточной водостойкости. [2] Поэтому гипсовые изделия в конструкциях, подвергающихся увлажнению, не применяются. Повышение водостойкости позволит расширить область применения ГВ.

В настоящее время предложено много различных способов повышения водостойкости гипсовых изделий. Они основаны на уменьшении растворимости гипса, уплотнении гипсовой массы, пропитке веществами, которые препятствуют прониканию влаги в изделие. [5] Одним из наиболее эффективных и экономически целесообразных способов повышения водостойкости изделий из гипсовых вяжущих является введение в них портландцемента с активными гидравлическими добавками. Это смешанное вяжущее получило название гипсоцементно-пуццоланового (ГЦПВ). [1]

Образцы выполнены из следующих материалов: гипс (Г-5), ПЦ (М400), добавки (молотый вспученный перлит

(I), порошок (II), полученный при помоле вспученного натриевого жидкого стекла при температуре 250–300 °С). Соотношение компонентов по массе: 50 % гипс, 25 % ПЦ и 25 % добавка или 12,5+12,5 % порошок+перлит (III). Испытания проводились на стандартных образцах балочках размера 4x4x16 см. Распалубка изделий производилась через 24 часа. Далее следовала сушка изделий на воздухе 3 суток и сушка при температуре 70 °С в сушильном шкафу до постоянной массы с последующим испытанием образцов. При изготовлении изделий мы столкнулись со сложностью подбора отношения Вяжущее/Вода. Образцы получились с хорошо заметной пористой структурой, распределение пор равномерное. Введение порошка в качестве добавки позволяет нам заменить перлит и улучшить показатели ГВ. Дальнейшее улучшение водостойкости ведется в направлении улучшения водостойкости порошка и замены порошка вспученным гранулятом (IV) того же состава. Полученная засыпка в виде порошка не удовлетворяет желаемым требованиям по водостойкости, хотя и имеет неплохие результаты в самом гипсовом изделии. На основе полученного порошка и жидкого стекла были получены гранулы нового материала, имеющие легкий вес, прочную и плотную оболочку и достаточную водостойкость. Гранулят более стоек к воздействию воды (чем порошок) и позволяет снизить еще и плотность изделий. Были изготовлены образцы того же состава с добавлением 25 % гранулята. Результаты исследований приведены в таблице 1. Технология получения гранулята, в отличие от порошка, была упрощена. Сушильная камера была заменена микроволновой печью, что позволило значительно сократить время изготовления и улучшить качество оболочки, получить более плотную структуру.

Литература:

1. Волженский А. В., Буров Ю. С., Колокольников В. С. «Минеральные вяжущие вещества. Технология и свойства». М.; Стройиздат, 1986.
2. Бутт Ю. М., Сычев М. М., Тимашев В. В. Химическая технология вяжущих материалов. М.; «Высшая школа», 1980.
3. Пашенко А. А., Сербии В. П., Старчевская В. А. Вяжущие материалы. Киев: Вища школа, 1975.
4. Рыбьев И. А. Строительные материалы на основе вяжущих веществ. М.: Высшая школа, 1998.
5. Ферронская А. В. Долговечность гипсовых материалов, изделий и конструкций. М.: Стройиздат, 1994.



Рис. 1. Образцы с добавлением перлита



Рис. 2. Образцы с добавлением ВЖС

Таблица 1. Результаты испытания

Параметры	I	II	III	IV
Плотность, г/см ³	0,71	1,05	0,89	1,01
Прочность на изгиб, МПа	0,60	1,22	1,51	1,20
Прочность на сжатие, МПа	2,24	2,69	3,78	2,83
Коэфф. размягчения	0,62	0,62	0,40	0,67

Мониторинг технического состояния зданий и сооружений, попадающих в зону влияния нового строительства, реконструкции или природно-техногенных воздействий

Фадеева Галина Дмитриевна, доцент;

Железняков Леонид Алексеевич

Пензенский государственный университет архитектуры и строительства

Для безопасной эксплуатации зданий и сооружений необходимо периодически проводить их мониторинг. Методы обследований зданий и их усилений уже были отражены в статьях [1], [2], [3].

Реализация целей мониторинга технического состояния зданий и сооружений, попадающих в зону влияния нового строительства и природно-техногенных воздействий, осуществляется на основе:

- определения абсолютных и относительных значений деформаций конструкций зданий и сооружений и сравнения их с расчетными и допустимыми значениями;
- выявления причин возникновения и степени опасности деформаций для нормальной эксплуатации объектов;
- принятия своевременных мер по борьбе с возникающими деформациями или по устранению их последствий;
- уточнения расчетных данных и физико-механических характеристик грунтов;
- уточнения расчетных схем для различных типов зданий, сооружений и коммуникаций;
- установления эффективности принимаемых профилактических и защитных мероприятий;
- уточнения закономерностей процесса сдвижения грунтовых пород и зависимости его параметров от основных влияющих факторов.

Мониторинг технического состояния зданий и сооружений, попадающих в зону влияния нового строительства и природно-техногенных воздействий, планируют до начала строительства или ожидаемого природно-техногенного воздействия.

Научно-техническое сопровождение и мониторинг нового строительства или реконструкции объектов допускается осуществлять в соответствии с МРДС 02–2008 «Пособие по научно-техническому сопровождению и мониторингу строящихся зданий и сооружений, в том числе большепролетных, высотных и уникальных».

При мониторинге технического состояния зданий и сооружений, попадающих в зону влияния нового строительства или реконструкции объектов, устраиваемых открытым способом, используют данные (радиус зоны влияния, дополнительные деформации и др.) в соответствии с МГСН 2.07–2001 «Основания, фундаменты и подземные сооружения».

Оценку зоны влияния динамических воздействий на окружающие здания и сооружения при погружении

свайных элементов строящихся зданий проводят в соответствии со СНиП 3.02.01–87 «Земляные сооружения, основания и фундаменты».

Внешние границы мульды сдвижения на земной поверхности при подземном способе возведения объекта определяют по граничным углам, а внешние границы опасной ее части — по углам сдвижения. Значения этих углов зависят от свойств горных пород и определяются опытным путем. При отсутствии опытных данных значения граничных углов и углов сдвижения определяют в соответствии с нормативной документацией [3]. Углы разрывов принимаются на 10° более углов сдвижения.

Определение значений ожидаемых максимальных сдвижений и деформаций земной поверхности и ожидаемых сдвижений и деформаций в точках мульды сдвижения при подземном способе возведения объекта проводят в соответствии с ГОСТ [4].

Общую продолжительность процесса сдвижения земной поверхности над производимой подземной выработкой и период опасных деформаций определяют в соответствии с ГОСТ [4].

При мониторинге технического состояния зданий и сооружений, попадающих в зону влияния строительства или реконструкции объектов при подземном способе их возведения, проводят геодезическо-маркшейдерские работы, которые выполняются в процессе всего производственного цикла строительства объекта до затухания процесса деформирования как самого объекта, так и массива грунтовых пород в соответствии с согласованной в установленном порядке проектной документацией.

Составлению программы наблюдений должны предшествовать оценка и прогноз геомеханического состояния породного массива в районе крупного строительства и зоне его влияния на объекты, расположенные на земной поверхности.

Оценку геомеханического состояния до начала строительных работ проводят на основании геологических данных и инженерных изысканий. При этом особое внимание уделяют определению природного поля напряжений, характеристике тектонических нарушений, трещиноватости, слоистости, водообильности, карстообразованию и другим особенностям массива.

Прогноз изменения геомеханического состояния породного массива под влиянием горных работ проводят как для типовых условий строительства и эксплуатации

объекта, так и для аварийных ситуаций (разрушение крепи котлованов, прорыв в них плывунов, развитие карстовых образований, активизация древних оползней и т. д.). Прогноз состоит из определения ожидаемых параметров развития геомеханических процессов, основными из которых являются:

- размеры и местоположения зон сдвижения;
- значения максимальных сдвижений и деформаций;
- характер распределения деформаций в мульде сдвижения;
- общая продолжительность процесса сдвижения и периода опасных деформаций.

Инструментальные наблюдения за сдвижением земной поверхности и расположенными на ней объектами проводят с целью получения информации об изменении геомеханического состояния породного массива, на основании которой можно своевременно принимать необходимые профилактические и защитные меры.

Инструментальные наблюдения за сдвижением земной поверхности и сооружений проводят с помощью системы реперов, закладываемых в грунт и конструкции зданий и сооружений, а за сдвижением толщи горных пород — с помощью глубинных реперов, закладываемых в скважины. На застроенных территориях, для исключения возможности повреждений подземных коммуникаций, места закладки реперов должны согласовываться с органами местной исполнительной власти. Закладка реперов и начальные наблюдения на них должны проводиться до начала строительства. Порядок разбивки наблюдательной сети реперов представлен в ГОСТ [4].

Одновременно с разбивкой наблюдательной сети реперов должны намечаться места для закладки трех исходных реперов, с помощью которых в дальнейшем будет определяться положение опорных реперов профильной линии по высоте и контролироваться их неподвижность.

Для наблюдения за отдельными зданиями и сооружениями, попадающими в зону влияния нового строительства и природно-техногенных воздействий, закладываются стенные и грунтовые реперы. До начала наблюдений осуществляется обследование их технического состояния, регистрация динамических параметров, составление паспортов.

Наблюдения за сдвижением земной поверхности, а также за деформациями зданий и сооружений, попадающих в зону влияния строительства подземного сооружения, заключаются в периодическом инструментальном определении положения реперов с фиксированием видимых нарушений, а также всех факторов, влияющих на значения и характер сдвижений и деформаций. Для зданий и сооружений также проводят измерения их динамических параметров.

Наблюдения за деформациями оснований зданий и сооружений проводят по ГОСТ 24846. При наблю-

дениях за зданиями определяют неравномерность оседаний фундаментов, фиксируют трещины и другие повреждения конструкций, надежность узлов их опирания, наличие необходимых зазоров в швах и шарнирных опорах. Для промышленных зданий определяют также относительные горизонтальные перемещения отдельных стоящих фундаментов колонн, крены фундаментов технологического оборудования, а при наличии мостовых кранов — отклонения от проектного положения подкрановых путей: поперечный и продольный уклоны, изменения ширины колеи и приближение крана к строениям.

Определение точности измерения вертикальных и горизонтальных деформаций проводят в зависимости от ожидаемого расчетного значения перемещения. При отсутствии данных по расчетным значениям деформаций оснований и фундаментов допускается устанавливать класс точности измерений вертикальных и горизонтальных перемещений:

I — для зданий и сооружений: уникальных, находящихся в эксплуатации более 50 лет, возводимых на скальных и полускальных грунтах;

II — для зданий и сооружений, возводимых на песчаных, глинистых и других сжимаемых грунтах;

III — для зданий и сооружений, возводимых на насыпных, просадочных, заторфованных и других сильно сжатых грунтах;

IV — для земляных сооружений.

Предельные погрешности измерения крена в зависимости от высоты H здания или сооружения не должны превышать следующих значений, мм:

— для гражданских зданий и сооружений $0,0001H$;

— для промышленных зданий и сооружений $0,0005H$;

— для фундаментов под машины и агрегаты $0,00001H$.

Геодезическими методами и приборами по наблюдательным реперам измеряют вертикальные и горизонтальные перемещения земной поверхности и, при необходимости, дна котлована. При появлении трещин на земной поверхности в пределах приоткосной зоны организуют дополнительные систематические наблюдения за их развитием по протяженности, ширине и глубине.

Одновременно с инструментальными наблюдениями на земной поверхности проводят маркшейдерские наблюдения непосредственно в подземном сооружении.

По материалам измерений, вычислений и геолого-маркшейдерской документации составляют заключение, содержащее необходимую информацию о состоянии зданий и сооружений, попадающих в зону влияния крупного нового строительства и природно-техногенных воздействий, изменении геомеханического состояния породного массива; степени опасности и скорости развития негативных процессов (если требуется). К заключению прикладывают документацию, подтверждающую сделанные в нем выводы.

Литература:

1. Кузьмишкин А. А., Гарькин И. Н. Обследование дымовых промышленных труб [Текст] // Молодой ученый. — 2014. — № 1. — С. 94–95.
2. Гарькин И. Н. Устранение неравномерных осадков зданий на ленточных фундаментах [Текст] / И. Н. Гарькин, М. В. Глухова // Молодой ученый. — 2013. — № 12. — С. 110–112
3. Будылина Е. А., Гарькин И. Н., Данилов А. М. Техническая экспертиза: Байесовский подход / Новый университет, № 8–9 (18–19), 2013. с. 15–18
4. ГОСТ Р 53778–2010 «Здания и сооружения. Правила обследования и мониторинга технического состояния».

Влияние условий обработки шинных резиновых смесей на молекулярную массу каучуковых составляющих

Фролов Виктор Андреевич, аспирант;
Меркулов Сергей Александрович, аспирант;
Рыков Евгений Николаевич, магистрант
Тамбовский государственный технический университет

Общемировые запасы изношенных автошин оцениваются в 25 млн. т. при ежегодном приросте не менее 7 млн. т. Из этого количества в мире только 23 процента покрышек находят применение (экспорт в другие страны, сжигание с целью получения энергии, механическое размельчение для покрытия дорог и др.). Остальные 77 процентов использованных автопокрышек никак не утилизируются, ввиду отсутствия рентабельного способа утилизации [1].

Одним из самых перспективных и экономически выгодных направлений утилизации резиносодержащих отходов, в частности изношенных шин, является использование полученного в ходе их переработки вторичного сырья (регенерата) в дорожном строительстве [2–7]. При этом существенно снижается себестоимость и улучшаются физико-механические характеристики: повышенная стойкость к образованию трещин и упругость увеличивается на 20–30%, растет уровень шумопоглощения, коэффициент морозостойкости, что сказывается положительно на материале, срок службы которого увеличивается в 2–3 раза. [8]

Регенерация резины — физико-химический процесс. Существуют различные способы получения регенерата, отличающихся характером и интенсивностью воздействия на резину, а также природой и количеством участвующих в регенерации резины веществ. При регенерации резины происходят следующие процессы: деструкция углеводородных цепей; структурирование вновь образовавшихся молекулярных цепей; уменьшение содержания свободной серы, использованной для вулканизации резины; деструкция серных, полисульфидных связей, модификация молекулярных цепей каучука; изменение углеродных цепей. Это свидетельствует о сложности физико-химиче-

ских процессов, лежащих в основе регенерации [7].

С целью выявления влияния молекулярной массы каучуковых составляющих материала, полученного при регенерации, на физико-механические характеристики дорожного вяжущего было проведено исследование влияния условий предварительной обработки на микросмесителе типа Брабендер модельных резиновых смесей используемых для изготовления боковой и протекторной частей автопокрышек на молекулярную массу каучуковых составляющих. В процессе обработки резиновой смеси изменялась скорость вращения рабочих органов (четырёхлопастные роторы) от 9 об/мин. до 60 об/мин. и время обработки от 1 минуты до 15 минут. Рабочая камера предварительно нагревалась до 55°C.

Для оценки молекулярной массы каучуковой составляющей использовался метод капиллярной вискозиметрии [9]. Оценка молекулярной массы проводилась на растворах резиновой смеси в хлороформе, полученных в ходе экстракции. [10] Экспериментальные данные представлены на таблице 1.

Анализ экспериментальных данных показывает, что в процессе обработки резиновых смесей могут происходить процессы как структурирования, приводящие к увеличению молекулярной массы каучуковых составляющих, так и механодеструкции, снижающие их молекулярную массу. Поэтому для получения модельной смеси с заданной молекулярной массой необходимо выбирать определенные условия ее обработки.

В настоящее время проводятся исследования по определению оптимальной величины молекулярной массы каучуковых составляющих модельных смесей и регенерата на физико-механические характеристики дорожных вяжущих, модифицированных данными эластомерами.

Таблица 1. Изменение молекулярной массы модельных шинных резиновых смесей при различных режимах предварительной обработки на смесителе Брабендер

Время обработки (мин)	Н об/мин	М 1 измерение	М 2 измерение	М 3 измерение	Среднее значение
1	9	3,19*105	3,201*105	3,152*105	3,181*105
3	9	2,147*105	2,122*105	2,159*105	2,143*105
5	9	2,055*105	2,131*105	2,012*105	2,066*105
7	9	3,111*105	3,145*105	3,091*105	3,116*105
10	9	3,87*105	2,702*105	3,566*105	3,718*105
15	9	2,264*105	2,312*105	2,294*105	2,291*105
1	20	3,033*105	3,898*105	3,902*105	3,911*105
3	20	3,484*105	3,423*105	3,43*105	3,457*105
5	20	4,62*105	2,529*105	3,593*105	3,581*105
7	20	3,216**105	3,352*105	3,299*105	3,345*105
10	20	3,296*105	3,375*105	3,191*105	3,287*105
15	20	2,124*105	2,171*105	2,144*105	2,146*105
1	30	4,068*105	3,942*105	3,988*105	3,999*105
3	30	2,727*105	2,701*105	2,717*105	2,715*105
5	30	2,603*105	2,684*105	2,713*105	2,666*105
7	30	3,111*105	3,137*105	3,122*105	3,123*105
10	30	2,055*105	2,042*105	2,012*105	2,036*105
15	30	1,875*105	1,945*105	1,892*105	1,904*105
1	60	3,898*105	3,982*105	3,924*105	3,934*105
3	60	3,538*105	3,558*105	3,544*105	3,546*105
5	60	2,777*105	2,698*105	2,732*105	2,735*105
7	60	2,93*105	3,12*105	2,81*105	2,953*105
10	60	2,078*105	2,125*105	2,001*105	2,068*105
15	60	2,904*105	2,915*105 —	—	2,904*105

Литература:

1. ООО «Стимул-Экология» gf.ru/upload/files/2010/exposition/stimek...rus.pdf
2. Беляев П. С. Решение проблемы утилизации полимерных отходов путем их использования в процессе модификации дорожного вяжущего/П. С. Беляев, О. Г. Маликов, С. А. Меркулов, Д. Л. Полушкин, В. А. Фролов// Строительные материалы. 2013. — № 10, С. 38–41.
3. Belyaev, V.P. Improving Energy Efficiency of Bitumen Modification with Reclaimed Crumb Rubber/V.P. Belyaev, O.G. Malikov, S.A. Merkulov, P.S. Belyaev, D.L. Polushkin, V.A. Frolov// Components of Scientific and Technological Progress. — 2013, № 1 (16) — с. 75–77.
4. Беляев П. С. К вопросу о комплексном решении проблем экологии и качества дорожных покрытий/Беляев П. С., Маликов О. Г., Меркулов С. А., Полушкин Д. Л., Беляев В. П.//Вопросы современной науки и практики. Университет им. В. И. Вернадского. — 2012. № С39. С. 184–189.
5. Belyaev, V. P. Bitumen Modification with Recycled Polymeric Materials/V. P. Belyaev, O. G. Malikov, S. A. Merkulov, D. L. Polushkin, V. A. Frolov, P. S. Belyaev// Глобальный научный потенциал. — 2013, № 9 (30). — с. 29–33.
6. Беляев П. С. К вопросу получения резино-битумного концентрата для асфальтобетонных дорожных покрытий из изношенных автомобильных шин/Беляев П. С., Забавников М. В., Маликов О. Г.//Вестник Тамбовского государственного технического университета. — 2008. Т. 14. № 2. С. 346–352.
7. Беляев П. С. Получение резинобитумных композиционных материалов/Беляев П. С., Забавников М. В., Маликов О. Г. — Saarbrucken (Германия): LAP LAMBERT Academic Publiighing, 2012. — 145 с.
8. Стройка. ru. Современные строительные материалы. www.stroyka.ru/.
9. А. Я. Малкин. Диффузия и вязкость полимеров. Методы измерения, М., 1979.10.
10. Практикум по химии и физике полимеров/Е. В. Кузнецов, С. М. Дивгун, Л. А. Бударина и др. — М: Химия, 1997, — 256 с.

Влияние условий обработки резиновой крошки на степень её девулканизации

Фролов Виктор Андреевич, аспирант;
Меркулов Сергей Александрович, аспирант;
Селезнев Кирилл Алексеевич, магистрант;
Тамбовский государственный технический университет

С началом XXI века современное человечество все больше стало задумываться над охраной окружающей среды. В развитых государствах выделяются значительные средства на разработку технологий, позволяющих утилизировать и перерабатывать промышленные и бытовые отходы. Очевидно, что использование вторичных материалов несет в себе огромный экономический потенциал. Одним из таких продуктов являются использованные резинотехнические изделия (РТИ), а в нашем конкретном случае изношенные резиновые покрышки. Складирование и захоронение отходов экономически неэффективно и экологически небезопасно, так как при длительном хранении они могут выделять в окружающую среду вещества, способные привести к нарушению экологического равновесия.

К тому же, на момент утраты резиновыми изделиями их эксплуатационных свойств и качеств собственно полимерный материал претерпевает весьма незначительные структурные изменения, что порождает возможность и даже необходимость их вторичной переработки.

Наиболее перспективным представляются способы переработки отходов резиновых изделий, связанные с их измельчением и дальнейшей девулканизацией, так как химические методы, такие как пиролиз и сжигание приводят к уничтожению полимерной основы материала. В процессе переработки резиновых покрышек получают крошку. Области применения резиновой крошки довольно обширны, начиная от дорожного строительства и заканчивая добавлением (использованием) крошки при производстве новых РТИ.

На практике доказано, что использование не обработанной резиновой крошки не приносит желаемого результата, как если бы использовали регенерат. Регенерация резиновой крошки — это процесс девулканизации резины, при этом физико-механические показатели получаемого регенерата приближены к показателям исходных резиновых смесей, что позволяет добавлять его в исходную резиновую смесь без потери качества производимой продукции.

Создание дорожных покрытий повышенной долговечности предусматривает разработку состава дорожных битумных вяжущих с использованием модифицирующих добавок на основе продуктов переработки изношенных автомобильных шин (резинобитумные вяжущие); полимерных отходов бытового и производственного назначения (полимерно-битумных вяжущих) и наноструктурированных материалов (нанокмпозиционных резино-полимерных материалов), с целью изменения рео-

логических и эксплуатационных характеристик дорожных вяжущих. [1–6]

При использовании для модификации битумов отходов изношенных автомобильных шин осуществляется замена добавок первичных каучуковых материалов различного типа регенератом, полученным из резиновой крошки шин. Для этих целей разработаны технологические процессы регенерации резиновой крошки на оборудовании различного типа (непрерывный или периодический процессы девулканизации резиновой крошки), растворения и смешения регенерата в битуме. [7–11]

Существуют различные методы девулканизации такие как: Термический, термомеханический, ультразвуковой, водонейтральный, высокотемпературный, радиационный, паровоздушный.

Наиболее приемлемыми являются термический и термомеханический способы, так как, такие методы как ультразвуковой, радиационный и паровоздушный высокозатратны и требуют сложного оборудования.

При термическом методе девулканизации предварительно измельченная резина, отделенная от металлических и иных включений, смешивается с мягчителями и агентами девулканизации, и помещается в термошкаф нагретый до заданной температуры. Основными параметрами при термической девулканизации являются температура и время выдержки. В результате тепловой обработки композиции происходит разрушение сшитой пространственной структуры резины за счет разрыва C-S связей.

Термомеханический метод получения регенерата вследствие непрерывности, быстроты, полной механизации и значительной автоматизации процесса девулканизации — технически наиболее совершенный по сравнению с другими применяемыми в настоящее время методами регенерации резин. Преимущества термомеханического метода заключаются в том что наряду с C-S связями происходит так же разрыв C—C связей каучуковых составляющих в результате чего можно направленно получать регенерат с различной молекулярной массой каучуковых компонентов.

При получении регенерата термомеханическим методом из шинной резины применяется резиновая крошка 0,8мм помола (за рубежом применяется крошка более тонкого помола-0,6мм), содержащая не более 5% (масс.) текстиля. При получении регенерата из резин на основе одного типа каучука может применяться резиновая крошка более грубого помола, например, 5мм — при получении регенерата из ездовых камер на основе бутилкаучука.

Таблица 1. Содержание растворимой части в регенерате и степень его девулканизации в зависимости от условий обработки при термическом способе девулканизации

N	Содержание компонентов, %		Условия термической девулканизации		Содержание растворимой части, %	Степень девулканизации, %
	Мазут	Стеариновая кислота	Температура девулканизации, ОС	Время выдержки, мин.		
1	30	5	160	60	31,56	7.8
2		5		120	30,2	13.45
3	30	5	200	60	34.96	9.8
4		5		120	38.3	13.3
5	Исходная резиновая крошка				16.4	2.74

В работе проведены исследования по определению содержания растворимой части и степени девулканизации регенерата резиновой крошки из изношенных автомобильных шин, полученного термическим методом с изменением технологических параметров процесса (время выдержки 60,120 минут и температуре в термокамере 160, 200, °С). В качестве мягчителя и агента девулканизации были выбраны мазут марки М-200 и стеариновая кислота, соответственно. Данные компоненты были выбраны исходя из доступности и низкой экологической опасности по сравнению с другими мягчителями и агентами девулканизации. В процессе тепловой обработки резиновой крошки в термокамере осуществлялось её периодиче-

ское перемешивание. Степень девулканизации полученного регенерата определялась методом ацетонно-хлороформенной экстракции. [6,7]

Ниже в таблице представлены результаты проведенных исследований.

Как видно из таблицы при данных условиях в резиновой крошке происходит процесс девулканизации, но степень ее невелика, и значительно отличается от данных полученных при использовании мазута марки М-100 [2]

Исходя из этого очевидно, что для девулканизации резиновой крошки целесообразнее всего использовать мазут марки М-100.

Литература:

1. Аюпов Д.А. Исследование взаимодействия битумов с полимерами/Д.А. Аюпов, Л.И. Потапова, А.В. Мурафа, В.Х. Фахрутдинова, Ю.Н. Хакимулин, В.Г. Хозин// Строительные материалы. 2011. — № 1 (15), С. 140–146.
2. Belyaev, V.P. Improving Energy Efficiency of Bitumen Modification with Reclaimed Crumb Rubber/V.P. Belyaev, O.G. Malikov, S.A. Merkulov, P.S. Belyaev, D.L. Polushkin, V.A. Frolov// Components of Scientific and Technological Progress. — 2013, № 1 (16) — с. 75–77.
3. Беляев, П.С. К вопросу о комплексном решении проблем экологии и качества дорожных покрытий/Беляев П. С., Маликов О. Г., Меркулов С. А., Полушкин Д. Л., Беляев В. П.//Вопросы современной науки и практики. Университет им. В.И. Вернадского. — 2012. № С39. С. 184–189.
4. Беляев, П. С. Решение проблемы утилизации полимерных отходов путем их использования в процессе модификации дорожного вяжущего/П. С. Беляев, О. Г. Маликов, С. А. Меркулов, Д. Л. Полушкин, В. А. Фролов// Строительные материалы. 2013. — № 10, С. 38–41.
5. Смесь непроводящего действия для композиционных строительных материалов на основе нефтяных битумов/Забавников М.В., Беляев П.С., Маликов О.Г., Хабаров С.Н./патент на изобретение RUS 224765418.08.2003
6. Беляев, П. С. О перспективе комплексного решения проблем экологии и повышения качества дорожных покрытий/Беляев В. П., Беляев П. С., Полушкин Д. Л.//Перспективы науки. 2012. № 32. С. 186–189.
7. Беляев, П. С. Получение резинобитумных композиционных материалов/Беляев П. С., Забавников М. В., Маликов О. Г. — Saarbrücken (Германия): LAP LAMBERT Academic Publishing, 2012. — 145 с.
8. Беляев, П. С. К вопросу получения резино-битумного концентрата для асфальтобетонных дорожных покрытий из изношенных автомобильных шин/Беляев П. С., Забавников М. В., Маликов О. Г.//Вестник Тамбовского государственного технического университета. — 2008. Т. 14. № 2. С. 346–352.
9. Беляев, П. С. Исследование влияния резиновой крошки на физико-механические показатели нефтяного битума в процессе его модификации/Беляев П. С., Забавников М. В., Маликов О. Г., Волков Д. С.//Вестник Тамбовского государственного технического университета. — 2005. Т. 11. № 4. С. 923–930.

10. Belyaev, V. P. Bitumen Modification with Recycled Polymeric Materials/V. P. Belyaev, O. G. Malikov, S. A. Merkulov, D. L. Polushkin, V. A. Frolov, P. S. Belyaev// Глобальный научный потенциал. — 2013, № 9 (30). — с. 29–33.
11. Аюпов Д. А. Современные способы регенерации резин и возможности использования их в строительной отрасли/Д. А. Аюпов, Л. И. Потапова, А. В. Мурафа, В. Х. Фахрутдинова, Ю. Н. Хакимулин, В. Г. Хозин// Строительные материалы. 2011. — № 5 (16), С. 260–263.

Система поддержания параметров микроклимата товарного склада

Шибeko Роман Владимирович, старший преподаватель;

Чулков Артем Эдуардович, студент

Комсомольский-на-Амуре государственный технический университет (Хабаровский край)

Система представляет собой электронную часть для поддержания микроклимата в товарном хранилище. В качестве объекта регулирования может выступать микроклимат в овощехранилище, в складе медицинских препаратов и т. д. Система позволяет контролировать температуру и влажность в четырёх секциях хранилища, причем настройка системы происходит с учетом параметров внешней среды. Параметры для каждой секции загружаются с ноутбука через USB интерфейс.

Ключевые слова: склад, микроклимат, микроконтроллер, датчик, температура, влажность, ультразвук.

В современных условиях достаточно актуально понятие «продовольственной и товарной безопасности». Данное понятие включает в себя увеличение количества производимых продуктов и уменьшение их потери на следующих этапах хранения и продажи. Если речь идет о непродовольственном секторе то качество хранения напрямую влияет на качество самого товара (например, медикаментов).

Микроконтроллерная техника все глубже проникает во все области деятельности человека. Не обошел этот процесс и технологии хранения продуктов, медикаментов и т. п. Автоматизированные системы поддержания микроклимата становятся все более «интеллектуальными», их функции расширяются. Таким образом, системы поддержания микроклимата достаточно актуальны.

Ниже описывается система поддержания параметров микроклимата товарного склада. Товарный склад представляет собой здание, разделенное на четыре секции. Каждая секция имеет объем 10х10х4 м. Также в каждой секции имеются стеллажи для ящиков с продукцией. Основная функция системы поддерживать микроклимат по заданным параметрам. Параметры по каждой секции могут индивидуальны. В качестве параметров принимаются температура и влажность. Соответственно в каждой секции имеется: четыре вентилятора, вентиляционные люки, оснащенные электроприводами, холодильная установка, увлажнитель, калориферная установка.

Для контроля параметров в каждой секции имеется четыре датчика температуры и один датчик влажности, кроме того, для всего хранилища имеется один датчик температуры внешней среды. На каждом увлажнителе в каждой секции имеется датчик наличия воды. Параметры среды в каждой секции загружаются с ноутбука через USB-порт. Вентиляторы включаются в случае если разница между

показаниями каких-либо датчиков температуры больше чем один градус.

При необходимости охлаждения воздуха и низкой внешней температуры, открываются вентиляционные люки. Естественно, что если надо повысить температуру, тоже открываются люки. На вентиляционных люках имеются датчики конечных положений, имеется возможность настроить режим интенсивной вентиляции, которая применяется при сушке овощей сразу после сбора (если товарный склад представляет собой овощехранилище).

В качестве дополнительной функции можно указать функцию борьбы с грызунами. Для этого в каждой секции имеется оптический датчик наличия грызунов (лазерный инфракрасный луч, проходящий в пяти сантиметрах от пола) и ультразвуковой генератор.

Таким образом, микроконтроллер должен управлять следующими объектами:

- вентиляторы (16 шт.);
- датчики температуры в секциях (16 шт.);
- датчик температуры окружающей среды (1 шт.);
- датчики влажности (4 шт.);
- ультразвуковой генератор (4 шт.);
- двигатели вентиляционных люков (4 шт.);
- контактные датчики положения вентиляционных люков (8 шт.);
- воздухоохладители (4 шт.);
- увлажнитель (4 шт.);
- датчики уровня воды в увлажнителе (4 шт.);
- калориферная установка (4 шт.).

Расположение элементов системы в секции показано на рис. 1 и имеет следующие обозначения:

- ДТ — датчик температуры;
- В — вентилятор;
- УВЛ — увлажнитель;

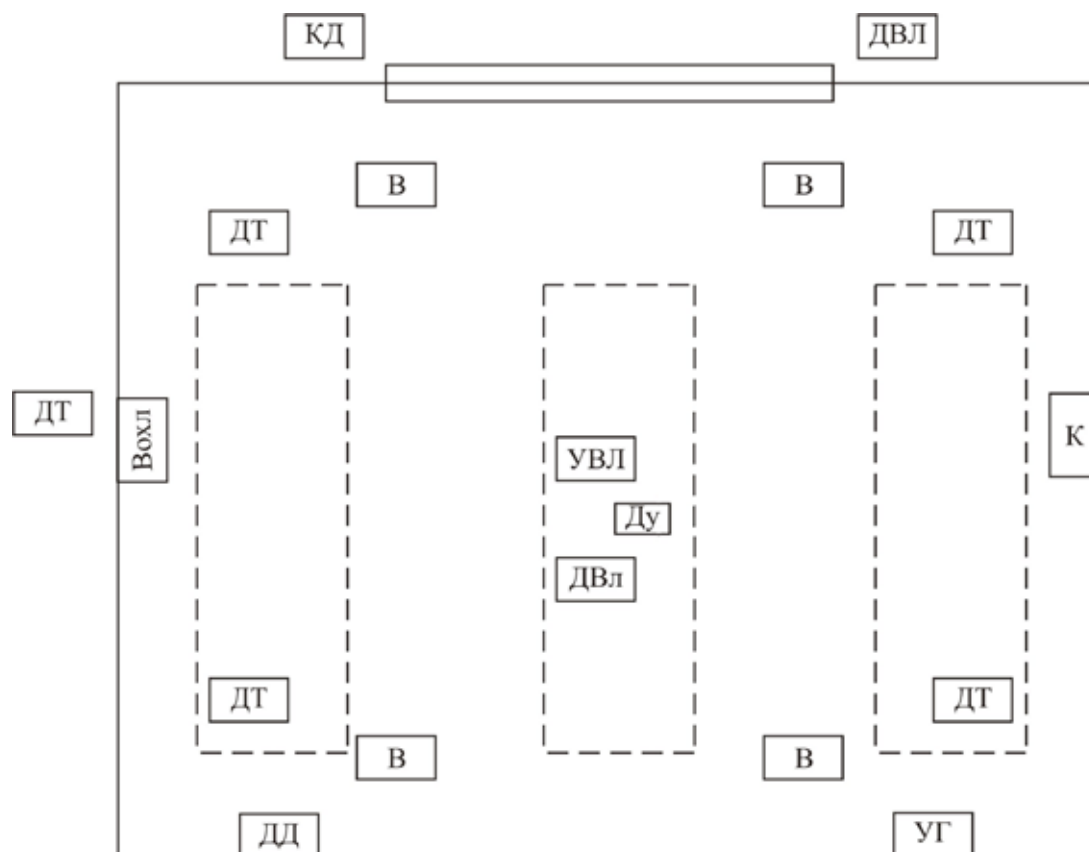


Рис. 1. Расположение элементов системы в помещении

- ДВл — датчик влажности;
- Ду — датчик уровня воды в увлажнителе;
- К — калорифер;
- ДД — датчик движения;
- УГ — ультразвуковой генератор;
- Вохл — воздухоохладитель;
- ДВЛ — двигатель вентиляционного люка;
- КД — контактные датчики.

Система анализирует нештатные ситуации:

- отсутствие воды в увлажнителе;
- отсутствие перемешивания воздуха (уменьшение разницы температуры после 15 минут работы вентилятора);
- не срабатывают контактные датчики вентиляционного люка после минуты включения соответствующего двигателя.

В случае аварийной ситуации информация высвечивается на ЖКИ дисплее и формируется в звуковой сигнал.

Структурная схема представлена на рис. 2.

Структурная схема состоит из следующих блоков:

- БЛДч — блок частотных датчиков;
- СС — схема сопряжения;
- КД — контактные датчики;
- СЗВ — схема звукового генератора;
- МК — блок микроконтроллера;
- СУВен — схема управления генератором;
- СУУГ — схема управления ультразвуковым генератором;

- СУХ — схема управления воздухоохладителями;
- СУУВ — схема управления увлажнителями;
- БОИ — блок отображения информации;
- ИП — источник питания.

Рассмотрим далее функциональную схему, которая представлена на рис. 3 и состоит из блоков:

- ДТ — датчик температуры;
- ДТО — датчик температуры окружающей среды;
- ДТвл — датчик влажности;
- ДД — детектор движения;
- ДУВ — датчик уровня воды;
- К — компаратор;
- ЭК — электронный коммутатор;
- ГВВ — генератор временных ворот;
- СП — супервизор питания;
- ДРЗв — драйвер звукового сопровождения;
- У — усилители;
- КД — контактные датчики;
- AVR — микроконтроллер;
- РГвен1, РГвен2 — регистры вентиляторов;
- РГуг, РГвл — регистр ультразвуковых генераторов и вентиляционных люков;
- РГво, РГув — регистр воздухоохладителей и увлажнителя;
- РГк — Регистр калориферов;
- ДРСК — драйвер силового ключа;
- ТК — транзисторный ключ переменного тока;

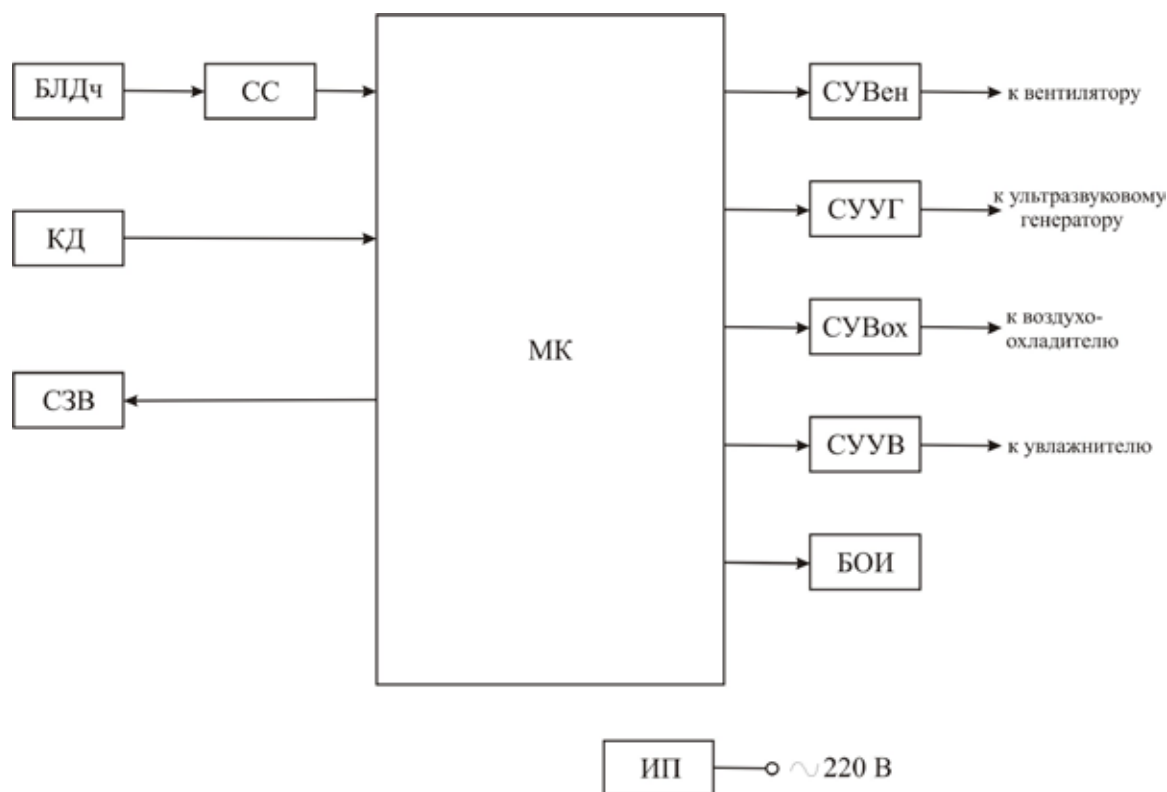


Рис. 2. Структурная схема

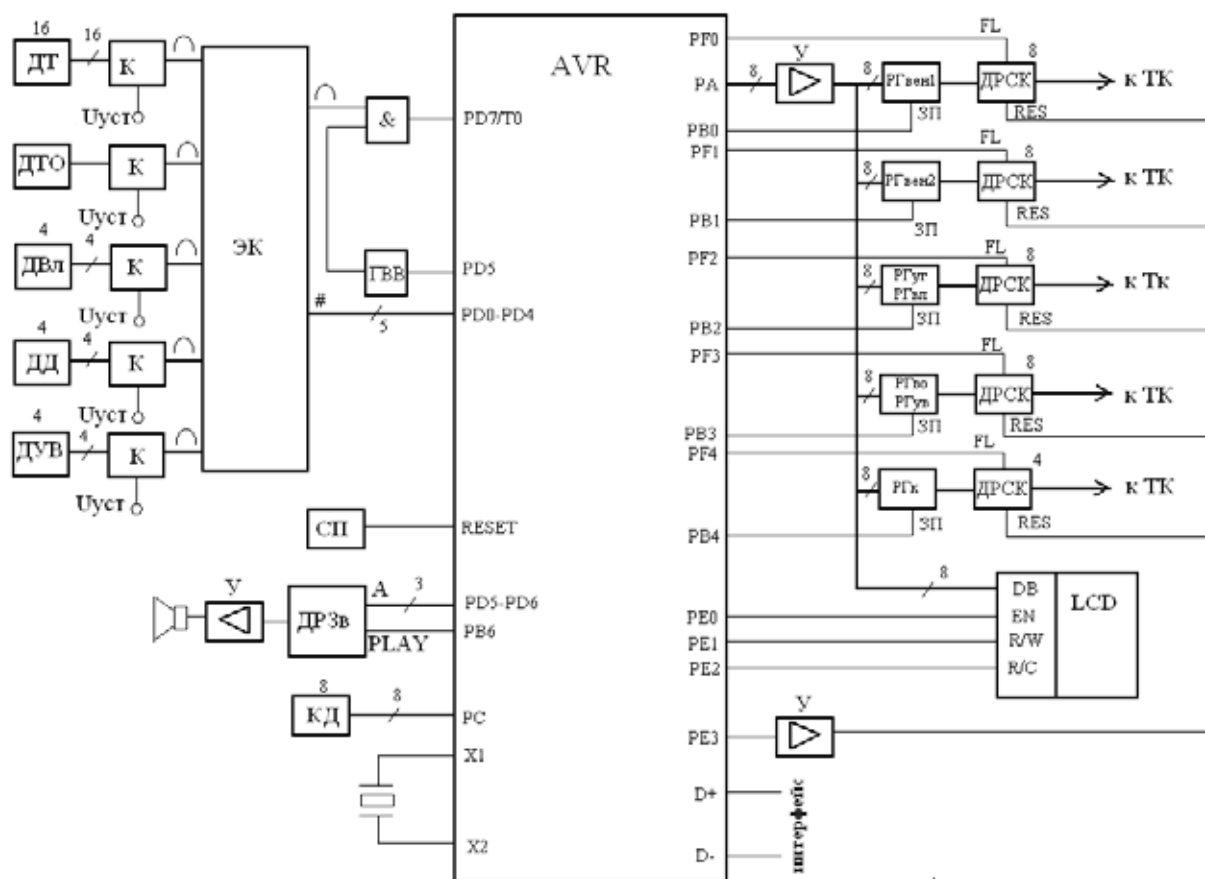


Рис. 3. Функциональная схема системы

- LCD — ЖК-дисплей;
- На рис. 3 также обозначено:
- Ууст — напряжение уставки;
- ЗП — сигнал записи в регистры;
- FL — сигнал ошибки драйверов.

Схема работает следующим образом: измерение частотных сигналов происходит по методу временных ворот, то есть подсчитывается количество измеренных импульсов за строго определенное время. Это время задается генератором времени ворот, который запускается контроллером. Датчик подключается к измерительному тракту

при помощи электронного коммутатора. Ноль орган преобразует пришедшие синусоидальные сигналы в четкие цифровые уровни. Для удаления помех, на второй вход компаратора подается напряжение установки. Контактные датчики подключены напрямую к контроллеру. Системы, которыми управляет контроллер, подключаются к сети контакторами переменного тока. Управление контакторами осуществляется через соответствующий драйвер. Контроллер загружают в регистр управления, слова управления, которые указывают какое устройство сейчас включено.

Литература:

1. Платонов А.П. Системы обогрева и вентиляции промышленных помещений/А.П. Платонов — М.: Высшая школа, 2003. — 342 с.
2. Кузнецов Р.И. Вентиляция в быту и на производстве/Р.И. Кузнецов — М.: Высшая школа, 2006. — 242 с.

Виброполоса — инновационное техническое средство обеспечения безопасности дорожного движения на автомобильных дорогах РФ

Юшков Владимир Сергеевич, аспирант, старший преподаватель
Пермский национальный исследовательский политехнический университет

Решением Министерства транспорта Пермского края от 2013 г. разработана долгосрочная целевая программа «Повышение безопасности дорожного движения в Пермском крае» рассчитана на период с 2013 по 2020 год. Разработка этой программы связана с устойчивой тенденцией роста числа и тяжести дорожно-транспортных происшествий в Прикамье. В Пермском крае в 2012 г. погибло 600 человек и 5000 получили травмы во всевозможных авариях на дороге. По сравнению с 2011 г. в регионе произошел незначительный рост общей аварийности — на 2,3%, что незначительно превышает средний рост аварийности по России.

Основными факторами, определяющими высокий уровень аварийности в России, следует отнести:

1. несоблюдение требований ПДД участниками дорожного движения;
2. несоответствие качества водительского мастерства, что приводит к ошибкам в оценке дорожной обстановки, низкая дисциплина, невнимательность и небрежность водителей при управлении транспортными средствами;
3. слабое развитие оповещения соответствующих служб, что приводит к несвоевременному обнаружению ДТП и оказанию первой медицинской помощи пострадавшим.
4. ДТП из-за неудовлетворительных дорожных условий по различным источникам примерно распределяются так: свыше 70% приходится на низкое сцепление, 5–15% — на выбоины и необустроенность обочин,

около 5% — на отсутствие дорожных знаков и информации и около 7–10% — на плохую освещенность и видимость.

На рис. 1. представлены данные за 1990–2012 гг., за период активной автомобилизации в России. Как видно из графика цифры практически не изменились в сравнении с 2011 годом: в 2011 году в России погибло 27953 человека, в 2012 — 27991.

Одной из основных причин ДТП является выезд на полосу встречного движения и съезд на обочину автомобильной дороги.

Организация дорожного движения предполагает специальные меры по регулированию движения на дорогах в целях обеспечения безопасности как водителей, так и пешеходов. Достигается это путём установки на дорогах специальных технических средств организации дорожного движения, которые являются неотъемлемой частью проектной работы на дорогах при строительстве новых дорог, а также в процессе их ремонта для уменьшения аварийности на опасных участках и предотвращения случаев ДТП [2, 3, 4].

По назначению можно выделить две группы технических средств организации движения. К первой относятся технические средства, непосредственно воздействующие на транспортные и пешеходные потоки с целью формирования их необходимых параметров. Ко второй группе относятся средства, обеспечивающие работу средств первой группы по заданному алгоритму [1, 5].

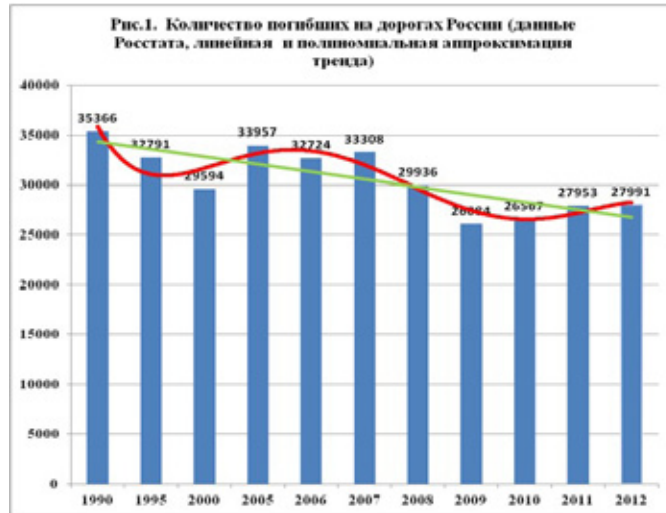


Рис. 1. Количество погибших на дорогах России

В настоящее время в результате активного развития промышленности, электротехники, появление новых, более прочных материалов способствовало усовершенствованию технических средств организации дорожного движения. Современные технические средства представлены электронными, дистанционно-управляемыми, светотехническими, механическими устройствами с высоким уровнем надёжности и прочности.

Водитель, управляя транспортным средством, воспринимает большое количество информации о характере и режиме движения всех его участников, о состоянии значительного количества параметров дороги, окружающей среды, средств регулирования, о состоянии узлов и агрегатов автомобиля (с помощью различных приборов) и т.д., поэтому он не только воспринимает поток информации, но и проводит ее анализ, в результате чего принимает соответствующее решение, на основании, которого

выполняет различные действия. Весь этот сложный процесс от восприятия до совершения действия требует определенных затрат времени. Однако в реальных условиях движения транспортных средств, время является важным фактором для предотвращения ДТП.

Поэтому, техническое средство в виде виброполосы с определенными геометрическими параметрами обеспечивающими возбуждение водителя, а также механизм нанесения данной полосы является актуальным [6, 7, 8, 9]. Виброполоса выполняется в верхнем слое асфальтобетона дорожной конструкции (рис. 2) на участках трассы с повышенной опасностью ДТП, перпендикулярно направлению движения АТС, с шагом и глубиной функционально ориентированных на создание некомфортных условий водителя.

По данным Шведского национального исследовательского института дорожного движения:

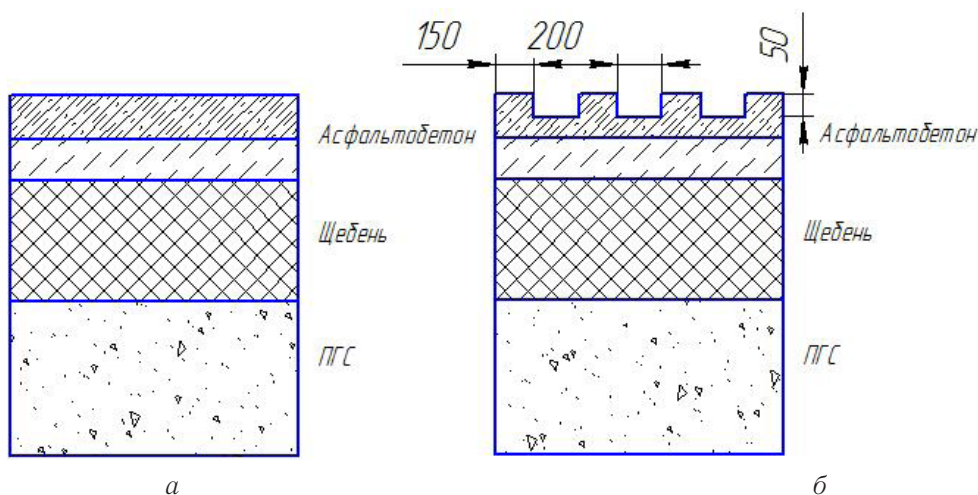


Рис. 2. а — конструкция дорожной одежды без виброполосы, б — конструкция дорожной одежды с виброполосой

— применение виброполос за краевой линией снижает число ДТП связанных со съездом с проезжей части на 40%;
 — применение виброполос на разделительных полосах снижает количество ДТП связанных с выездом на встречную полосу на 15%.

По данным департамента транспорта Канады устройство виброполос позволяет снизить количество ДТП на 20%. Устройство виброполос на автодорогах в Японии

осуществляется как на укрепленной обочине так и по сплошной разделительной линии, что позволяет снизить количество столкновений со встречным транспортом до 55%.

Таким образом, применение виброполосы для автомобильных дорог категории I А и I Б приводит к снижению ДТП и не требует значительных капиталовложений по созданию данного типа полосы.

Литература:

1. Кычкин В. И., Юшков В. С. Математическая модель создания некомфортных условий при движении автомобиля по виброполосе // «Инновации в науке». Часть I г. Новосибирск 2012 г. С. 73–80.
2. Кычкин В. И., Юшков В. С. Резонансные колебания при движении автотранспортного средства по виброполосе // Журнал «Молодой ученый» № 3 Чита 2013 г. С. 65–68.
3. Немчинов М. В. Еще раз о качестве // Автомобильные дороги № 2 (975), 2013. С. 74–77.
4. Юшков В. С., Кычкин В. И., Юшков В. С. Воздействие виброполосы на человека — оператора при движении автомобиля // Журнал «Наука и техника в дорожной отрасли» № 1 Москва 2013 г. С. 21–23.
5. Юшков В. С. Исследование влияния виброполосы на автомобиль с помощью математической модели // Техника и технология. — № 5. — 2012. — С. 29–33.
6. Юшков В. С., Юшков В. С., Кычкин В. И. Конструктивные особенности виброполосы в качестве дорожной разметки // Народное хозяйство. Вопросы инновационного развития. — № 2. — М., 2012. — С. 71–75.
7. Юшков В. С. Характеристики виброполос с целью повышения безопасности дорожного движения на автомобильных дорогах // Молодой ученый. — № 9. — Чита, 2012. — С. 39–41.
8. Кычкин В. И., Юшков В. С. Математическая модель создания некомфортных условий при движении автомобиля по виброполосе // Инновации в науке. — Ч. I. — Новосибирск, 2012. — С. 73–80.
9. Jushkov V. S., Jushkov W. S., Kychkin W. I. Vibrating strip and dynamic identification deformation condition of the road design // Materials of the II International research and practice conference Vol. I Munich, Germany 2012 P. 170–175.

Молодой ученый

Ежемесячный научный журнал

№ 3 (62) / 2014

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

Главный редактор:

Ахметова Г. Д.

Члены редакционной коллегии:

Ахметова М.Н.
Иванова Ю.В.
Лактионов К.С.
Сараева Н.М.
Авдеюк О.А.
Алиева Т.И.
Ахметова В.В.
Брезгин В.С.
Данилов О.Е.
Дёмин А.В.
Дядюн К.В.
Желнова К.В.
Жуйкова Т.П.
Игнатова М.А.
Коварда В.В.
Комогорцев М.Г.
Котляров А.В.
Кучерявенко С.А.
Лескова Е.В.
Макеева И.А.
Мусаева У.А.
Насимов М.О.
Прончев Г.Б.
Семахин А.М.
Сенюшкин Н.С.
Ткаченко И.Г.
Яхина А.С.

Ответственный редактор:

Кайнова Г.А.

Международный редакционный совет:

Айрян З.Г. (Армения)
Арошидзе П.Л. (Грузия)
Атаев З.В. (Россия)
Борисов В.В. (Украина)
Велковска Г.Ц. (Болгария)
Гайич Т. (Сербия)
Данатаров А. (Туркменистан)
Данилов А.М. (Россия)
Досманбетова З.Р. (Казахстан)
Ешиев А.М. (Кыргызстан)
Игисинов Н.С. (Казахстан)
Кадыров К.Б. (Узбекистан)
Козырева О.А. (Россия)
Лю Цзюань (Китай)
Малес Л.В. (Украина)
Нагервадзе М.А. (Грузия)
Прокопьев Н.Я. (Россия)
Прокофьева М.А. (Казахстан)
Ребезов М.Б. (Россия)
Сорока Ю.Г. (Украина)
Узаков Г.Н. (Узбекистан)
Хоналиев Н.Х. (Таджикистан)
Хоссейни А. (Иран)
Шарипов А.К. (Казахстан)

Художник: Шишков Е. А.

Верстка: Бурьянов П.Я.

Статьи, поступающие в редакцию, рецензируются.

За достоверность сведений, изложенных в статьях, ответственность несут авторы.

Мнение редакции может не совпадать с мнением авторов материалов.

При перепечатке ссылка на журнал обязательна.

Материалы публикуются в авторской редакции.

АДРЕС РЕДАКЦИИ:

420126, г. Казань, ул. Амирхана, 10а, а/я 231.

E-mail: info@moluch.ru

<http://www.moluch.ru/>

Учредитель и издатель:

ООО «Издательство Молодой ученый»

ISSN 2072-0297

Тираж 1000 экз.

Отпечатано в типографии «Конверс», г. Казань, ул. Сары Садыковой, д. 61