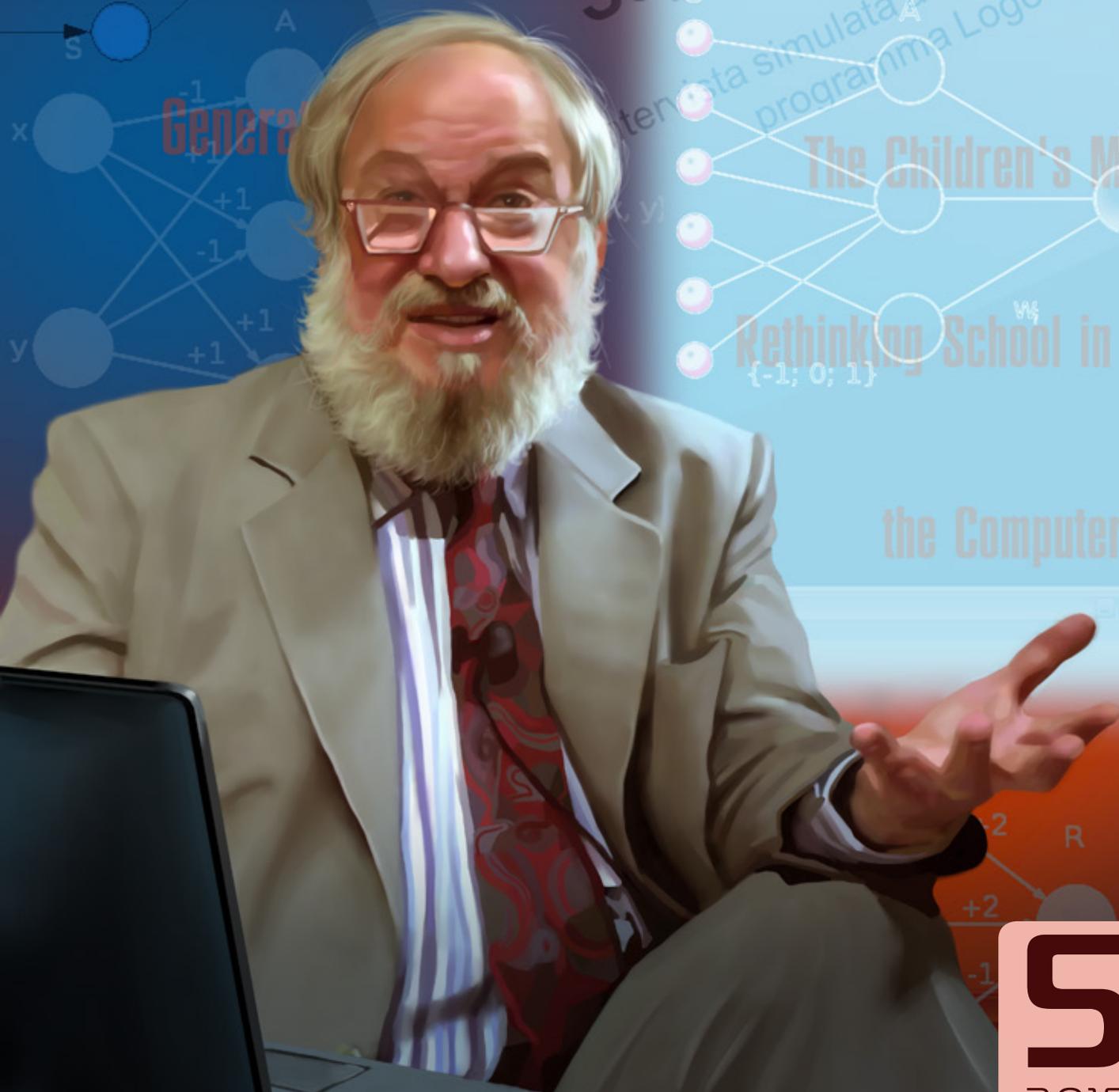


МОЛОДОЙ

ISSN 2072-0297

УЧЁНЫЙ

ежемесячный научный журнал



S
2015
Часть II

ISSN 2072-0297

Молодой учёный

Ежемесячный научный журнал

№ 5 (85) / 2015

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*

Каленский Александр Васильевич, *доктор физико-математических 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*

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

Кучерявенко Светлана Алексеевна, *кандидат экономических наук*

Лескова Екатерина Викторовна, *кандидат физико-математических наук*

Макеева Ирина Александровна, *кандидат педагогических наук*

Матроскина Татьяна Викторовна, *кандидат экономических наук*

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 Сеймур Пейперт (род. 1928) — выдающийся математик, программист, психолог и педагог. Один из основоположников теории искусственного интеллекта, создатель языка Logo.

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

АДРЕС РЕДАКЦИИ:

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

Учредитель и издатель: ООО «Издательство Молодой ученый»

Тираж 1000 экз.

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

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

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

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

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

Ответственные редакторы:

Кайнова Галина Анатольевна

Осянина Екатерина Игоревна

Международный редакционный совет:

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

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

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

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

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

Гайич Тамара, доктор экономических наук (Сербия)

Данатаров Агахан, кандидат технических наук (Туркменистан)

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

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

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

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

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

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

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

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

Лю Цзюань, доктор филологических наук, профессор (Китай)

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Хоссейни Амир, доктор филологических наук (Иран)

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

Художник: Шишков Евгений Анатольевич

Верстка: Бурьянов Павел Яковлевич

СОДЕРЖАНИЕ

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

- Аль Бермани Али Гашним**
Гидроэлектроэнергия 115
- Балакин Ю. А., Алексеев А. В., Пальцев С. А.**
Анализ локализации дефектов карьерных автосамосвалов с целью обеспечения безопасной эксплуатации и повышения эффективности использования нормативного ресурса 118
- Бахаева А. Н., Ивановский С. К.**
Оксо-биоразлагаемые полимеры как материал для создания современной упаковки 122
- Гарькин И. Н., Еркин Д. В.**
Расчёт стержня с распределенными продольными связями 124
- Григорьев А. В., Кочегаров И. И., Юрков Н. К., Горячев Н. В.**
Применение интегрального драйвера в схеме управления шаговым двигателем 126
- Гришкова Д. Ю.**
Разработка мероприятий по повышению пропускных способностей путей ЗАО «НефтеХимСервис» при увеличении объемов погрузки 128
- Давыдов А. С., Данилов А. М.**
Линейные математические модели, учет неопределенностей 139
- Данилов О. Е.**
Обучение аппаратному моделированию на базе микроконтроллерных плат 141
- Жураев Т. О., Муродов М. А., Хасанова Ш. Ю.**
О работе конструкции с основанием под действием динамических нагрузок 143
- Захаров Ю. А., Булатов Р. Р.**
Восстановление рабочей поверхности гильз цилиндров двигателей внутреннего сгорания автомобилей 145
- Захаров Ю. А., Булатов Р. Р.**
Основные эксплуатационные дефекты гильз цилиндров двигателей внутреннего сгорания автомобилей 148
- Измайлова Р. Н.**
Нечетко-логическая система регулирования температурным режимом химического реактора 150
- Карев М. Н., Гарькина И. А.**
Математическое описание объектов управления 153
- Кекк В. В., Прохасько Л. С., Аптрахимов Д. Р., Боган В. И.**
Оценка качества макаронных изделий 155
- Корниенко Н. Д., Жерякова К. В.**
Перспективы использования мелованных видов бумаг и картона в качестве упаковочного материала 158
- Коробанов К. А., Попов К. А., Нур Ф. И., Шарова М. В.**
Мониторинг новых продуктов по сегменту функциональные пищевые добавки в производстве хлебобулочных изделий 160
- Коровкин М. О., Ерошкина Н. А., Горячев А. М.**
Исследование возможности использования карбонатного шлама в технологии сухих шпаклевочных смесей 163
- Коровкин М. О., Замчалин М. Н., Ерошкина Н. А.**
Принципы создания и применения самоуплотняющегося бетона 165

Кучаров О. Р. Расчет флаттера вязкоупругих тонкостенных конструкций по уточненной теории Тимошенко... 168	Чернов В. А., Масьянова А. М. Мероприятия по снижению теплопотерь через ограждения и по экономии энергии на эксплуатацию зданий 196
Межаков О. Г. Математическая модель понижающего преобразователя напряжения..... 171	Шайбакова Ю. А., Федорова Ю. С., Лыгина Е. Г. Пергаментная бумага как упаковочный материал для пищевой промышленности..... 199
Мусалаева С. М. Проектирование технологичных изделий приборостроения с учетом требований производства 176	Шайбакова Ю. А. Кашированная фольга как современный упаковочный материал 201
Нежданов К. К., Гарькин И. Н. Устройство соединения рельса с тавровой опорой 179	Шертайлаков Г. М., Рахманов Ф. А. Метрология как наука 204
Нигматуллина Л. И., Ишкуватова А. Р. Перспективы использования микрофроекта при производстве упаковочных материалов .. 181	Якимович С. Б., Чамеев В. В., Васильев Г. Л., Ефимов Ю. В. Синхронизация станков по производительности в технологических потоках лесоперерабатывающих цехов..... 207
Сенюшкин Н. С., Салимова И. И., Султанов Р. Ф., Хуснуллина В. Р. Влияние условий эксплуатации и хранения летательных аппаратов на их техническое состояние и работу двигателя 183	СЕЛЬСКОЕ ХОЗЯЙСТВО
Суздальцев О. В., Калашников В. И., Мороз М. Н., Ерофеева И. В. Влияние порошкового гидрофобизатора на прочность и водопоглощение архитектурно-декоративных бетонов нового поколения..... 186	Ахмеджонов Д. Г., Бекнозарова З. Ф., Ахмеджанов Г. Улучшение эксплуатационных показателей управления при поливах хлопчатника 215
Тимченко В. С. Оценка перерабатывающей способности грузового фронта методом имитационного моделирования..... 189	Белоусов С. В., Лепшина А. И. Конструкция комбинированного лемешного плуга и исследование его тягового сопротивления в составе машинотракторного агрегата 217
Трусов В. А., Горячев Н. В. Имитационная модель одновибратора с перезапуском 192	Сыздыкова Г. Т., Жумакаев А. Р. Economical effectiveness of buckwheat cultivation on moisture saving technology in the steppe zone of Akmola region 221
Усачев Ю. И., Сакулин С. В., Тагильцев С. В. Визуализация технологических комплексов механосборочного производства на этапе проектирования (лабораторный практикум) .. 194	Шевченко Т. В. Государственная поддержка устойчивого развития сельскохозяйственного производства как основа продовольственной безопасности страны 223

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

Гидроэлектроэнергия

Аль Бермани Али Гашним, магистрант
Белгородский государственный технологический университет имени В. Г. Шухова

Ключевые слова: плотинные ГЭС, русловые ГЭС, гидроаккумулирующие электростанции (ГАЭС), энергия приливов и отливов, энергия волн.

Acknowledgements (Благодарности)

I would like to express my sincere gratitude to ministry of higher education and scientific research Iraqi, for her valuable guidance. That provided me this scholarship in addition to the financial and moral support in order to complete my studies

Гидроэлектроэнергия — это возобновляемый энергисточник, т.к. «топливо» — вода постоянно пополняется и в производстве гидроэлектроэнергии в атмосферу не выбрасываются вредные вещества. Тем не менее, водохранилища и плотины гидроэлектростанций сильно влияют на сельскую местность и могут изменить состояние природной среды. Водоохранилища и плотины мешают движению рыбных косяков. Одна ко если мы будем заботиться о рыбе и делать специальные рыбопропускные устройства в плотинах, можно исключить этот недостаток. В общем, можно сказать, что, хотя сами гидроэлектростанции не загрязняют окружающую среду, они ухудшают состояние природной среды и ландшафт.

Мощность гидроэлектростанции зависит от расхода воды и высоты ее падения. Это означает, что даже реки с небольшим расходом воды могут производить большое количество энергии, если высота падения достаточно большая.

Мощность (кВт) = $9,8 \cdot \text{объем воды куб. м/с} \cdot \text{высота падения (м)}$

Морская гидроэлектроэнергия включает в себя энергию волн, приливов и отливов, а также энергию, получаемую от разности солености и температур океана. Тем не менее, морская гидроэнергетика требует доступа к открытым водоемам, которых нет в Беларуси. Поэтому сфокусируемся в данном разделе на гидроэлектроэнергии рек.

На морских побережьях источником энергии могут служить приливы и отливы. Начиная с 1966 года, два французских города полностью удовлетворяют свои потребности в электроэнергии за счет приливных электростанций. Гигантскую приливную волну создает притяжение Луны. Приливная волна вращает турбины, связанные с электрическим генератором, как на обычных ГЭС [1].

Гидроэлектростанции на реках имеют различные размеры и обычно подпадают под один из следующих видов:

- плотинные ГЭС;
- русловые ГЭС; или
- гидроаккумулирующие электростанции (ГАЭС).

Русловые ГЭС

Русловые ГЭС вырабатывают гидроэлектроэнергию для немедленной передачи и/или потребления с ограниченной возможностью или без возможности хранения. Хранение, которое доступно в ограниченном виде, называется «водохранилищем». Станции без водохранилища обычно служат в качестве пиковых электростанций, а станции с водохранилищем могут служить либо базовыми, либо пиковыми генераторами.

Русловые ГЭС идеально подходят для рек с минимальным стоком в сухую погоду или регулируемых большими по размеру плотинами при наличии водохранилища, расположенного вверх по течению.

Плотинные ГЭС

Принцип работы плотинных ГЭС основан на хранении воды в водохранилищах, которая может быть спущена для выборочного электроснабжения. Когда затворы плотины открываются, сила притяжения тянет воду через «напорный водовод» (канал между резервуаром и турбиной). Плотины увеличивают давление потока посредством наращивания хранимого объема воды. Спущенная вода проходит через «напорный водовод». Как только вода проходит через турбину, она возвращается в реку вниз по течению. Рис. 1

ГАЭС работает посредством перемещения воды между бассейнами, расположенными на разных уровнях. В периоды низкого спроса на электроэнергию дополнительная выработка мощности используется для перекачки воды



Рис. 1. Гидроаккумулирующие электростанции (ГАЭС)

в верхний бассейн; при наличии спроса вода спускается обратно в нижний бассейн, вращая турбину.

Гидроаккумулирующие электростанции используются в основном для выработки электроэнергии в периоды максимального спроса. Такие схемы в настоящее время обеспечивают наиболее коммерчески важную крупномасштабную систему накопления энергии и улучшение точного коэффициента нагрузки энергосистемы [2].

Гидроэлектрические технологии

Гидроэлектроэнергия образуется, когда вода проходит через турбину, приводя в движение генератор. Во время этого процесса энергия воды передается турбине, так как она вызывает крутящий момент через вращательное движение воды вокруг турбины. Гидравлические турбины имеют ряд лопастей, установленных на вращающемся валу или на вращающейся пластине. Водяная струя бьет в лопасть турбины, которая присоединена к генератору с помощью вала, и поворачивает их. Этот импульс передается непосредственно или через редуктор на вал генератора. Как и в любых других электростанциях, электроэнергия распределяется в места спроса посредством линий электропередач [3].

Гидравлические турбины

Используемые формы гидравлических турбин зависят от эксплуатационных требований. Есть различных типов гидравлических турбин, которые используются в коммерческом масштабе (см., например, радиально-осевая турбина (турбина Френсиса), поворотно-лопастная турбина (турбина Каплана), ковшовая турбина (турбина Пелтона), гидротурбина с наклонной осью и проточная турбины). Турбины классифицируются в зависимости от направления потока воды или изменения давления.

В зависимости от направления потока, гидравлические турбины можно разделить на три типа:

- Осевой поток (например, турбина Каплана): направление потока в основном параллельно оси вращения;
- Радиальный поток: направление потока относительно плоскости в основном перпендикулярно оси вращения; и
- Смешанный поток (например, поток Френсиса): важный компонент как осевых, так и радиальных потоков.

Однако, турбины всегда сочетают в себе элементы осевых и радиальных потоков.

Таблица 1. Виды ГЭС в зависимости от размера и использования энергии

Размер	«пико»	«микро»	малые	большие
Мощность	<5 кВт	<100 кВт	<10МВт	10МВт — 10ГВт или более
Вид	Русловые	С небольшим бассейном	С небольшим водохранилищем	Плотинные
Использование	Электроэнергия для одного или нескольких хозяйств (лампочки, телевизоры, радиоприемники) без подключения к сети	Электроэнергия для хозяйственных нужд с возможностью использования в сельской местности, без подключения к сети	(Часто подключена к сети). Электроэнергия для небольшого жилого комплекса или маломасштабного промышленного использования	Выработка энергии на уровне коммунального предприятия

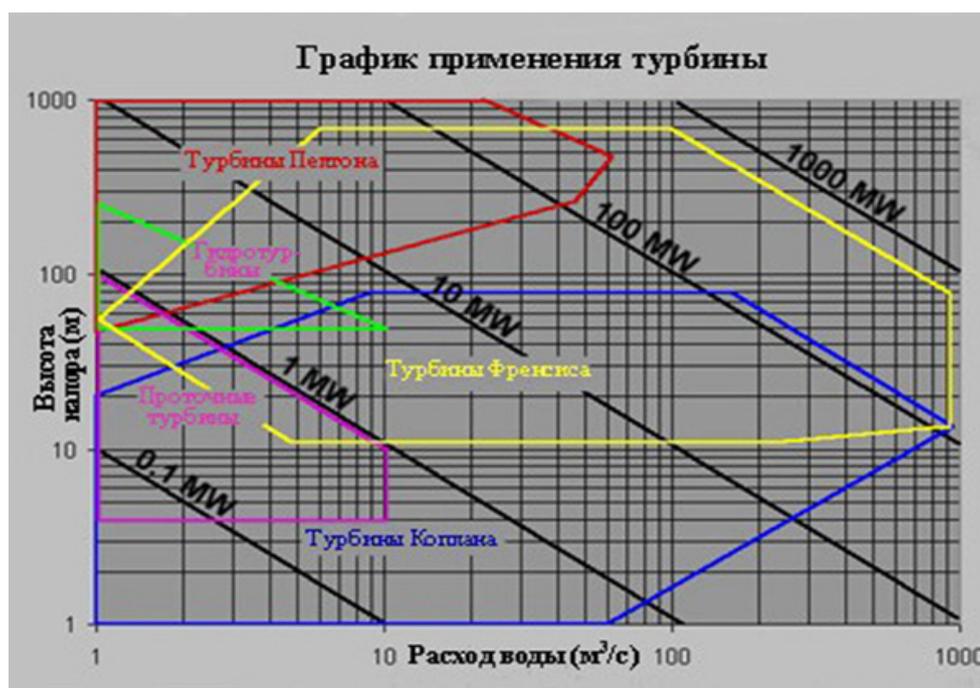


Рис. 2. График применения турбины

Второй способ классификации гидравлических турбин: в зависимости от изменения давления воды различают турбины реакции и турбины импульса.

Большинство гидравлических турбин являются **реактивными турбинами** и подходят для низки (<25–30 м) и средней (30–300 м) высоты напора. Импульсные турбины обычно используются в случае большой (>300 м) высоты напора. Выбор наиболее подходящей турбины в определенных случаях зависит от высоты напора и расхода воды, а также от размеров установки [2].

И ЕЩЁ ВИДЫ ПОЛУЧЕНИЯ ГИДРОЭНЕРГИИ

Энергия приливов и отливов

Несоизмеримо более мощным источником водных потоков являются приливы и отливы. Подсчитано, что потенциально приливы и отливы могут дать человечеству примерно 70 млн. миллиардов киловатт-часов в год. Для сравнения: это примерно столько же, сколько способны дать разведанные запасы каменного и бурого угля, вместе взятые; вся экономика США 1977 г. базировалась на производстве 200 млрд. киловатт-часов, вся экономика СССР того же года — на 1150 млрд., хрущевский «коммунизм» к 1980 г. должен был быть построен на 3000 млрд. киловатт-часов. Образно говоря, одни только приливы могли бы обеспечить процветание на Земле тридцати тысяч современных «Америк» при максимально эффективном использовании приливов и отливов, но до этого пока далеко. Проекты приливных гидроэлектростанций детально разработаны в инженерном отношении, экспериментально опробованы в нескольких странах, в том числе и у нас, на Кольском полуострове. Продумана даже стратегия оптимальной эксплуатации ПЭС: накапливать воду в водохранилище за плотиной во время приливов

и расходовать ее на производство электроэнергии, когда наступает «пик потребления» в единых энергосистемах, ослабляя тем самым нагрузку на другие электростанции.

Существуют проекты крупных ПЭС мощностью 320 МВт (Кольская) и 4000 МВт (Мезенская) на Белом море, где амплитуда приливов составляет 7–10 м. Планируется использовать также огромный энергетический потенциал Охотского моря, где местами, например в Пенжинской губе, высота приливов достигает 12.9 м, а в Гижигинской губе — 12–14 м [5].

Энергия волн

Уже инженерно разработаны и экспериментально опробованы высокоэкономичные волновые энергоустановки, способные эффективно работать даже при слабом волнении или вообще при полном штиле. На дно моря или озера устанавливается вертикальная труба, в подводной части которой сделано «окно»; попадая в него, глубинная волна (а это — почти постоянное явление) сжимает воздух в шахте, а тот крутит турбину генератора. При обратном движении воздух в турбине разрежается, приводя в движение вторую турбину. Таким образом, волновая электростанция работает непрерывно почти при любой погоде, а ток по подводному кабелю передается на берег.

Некоторые типы ВЭС могут служить отличными волнорезами, защищая побережье от волн и экономя таким образом миллионы долларов на сооружение бетонных волнорезов.

Под руководством директора Лаборатории энергетике воды и ветра Северо-Восточного университета в Бостоне был разработан проект первой в мире океанской электростанции. Она будет сооружена во Флоридском проливе,

где берет начало Гольфстрим. На его выходе из Мексиканского залива мощность водяного потока составляет 25 млн. м³ в секунду, что в 20 раз превышает суммарный расход воды во всех реках земного шара! По подсчетам специалистов средства, вложенные в проект, окупятся в течение пяти лет.

Гольфстрим не единственное океанское течение, которое может быть использовано для выработки электроэнергии. Японские ученые, например, говорят о большой эффективности подобных сооружений на тихоокеанском течении Куро시오. О его колоссальном энергетическом потенциале позволяют судить следующие цифры: у южной оконечности острова Хонсю ширина течения составляет 170 км, глубина проникновения — до 700 м, а объем потока — почти 38 млн. м³ в секунду! [4].

Заключение

А теперь обратим внимание на информацию, которую предлагают нам ученые:

1. Если бы развивающиеся страны сумели добиться роста потребления минеральных ресурсов до уровня Соединенных Штатов, то разведанные запасы нефти исто-

щились бы через 7 лет, природного газа — через 5 лет, угля — через 18 лет. Если учесть еще и потенциальные запасы, до которых пока не добрались геологи, то природного газа должно хватить на 72 года, нефти в обычных скважинах на 60 лет, а в сланцах и песках, откуда ее чрезвычайно трудно и дорого выкачивать, — на 660 лет, угля на 350 лет.

2. Предположим, что на нужды энергии можно использовать, как нефть, всю массу нашей планеты. Если скорость увеличения потребления энергии останется такой же, как сегодня, это «горючее» будет сожжено целиком всего за 342 года. Допустим далее, что мы располагаем запасами горючего, скажем, на миллион лет. Если мы станем увеличивать размеры его потребления всего на 2% в год (а это — приблизительный темп роста мирового народонаселения), то запасов хватит на 501 год..

3. При современных темпах развития техники производство энергии на Земле через 240 лет превысит количество солнечной энергии, падающей на нашу планету, через 800 лет — всю энергию, выделяемую солнцем, а через 1300 лет — полное излучение всей нашей галактики [5].

Литература:

1. <http://www.inventions.ru/article.php?sid=25&mode=thread&order=0>
2. Б. Н. Кузык, Ю. В. Яковец «Россия: стратегия перехода к водородной энергетике»
3. Стаггинс, Г., Шарбарофф, А., и Семиколонова, Я. (2012). «Обобщение опыта успешной реализации программ по энергоэффективности», Всемирный банк, 2012 год
4. О. В. Ковалева, В. В. Ковалев, Г. Г. Дука, М. В. Иванов PROBLEMELE ENERGETICII REGIONALE 1 (15) 2011
5. Б. Н. Кузык, Ю. В. Яковец «Россия: стратегия перехода к водородной энергетике»

Анализ локализации дефектов карьерных автосамосвалов с целью обеспечения безопасной эксплуатации и повышения эффективности использования нормативного ресурса

Балакин Юрий Алексеевич, эксперт, специалист неразрушающего контроля;
Алексеев Андрей Викторович, эксперт;
Пальцев Сергей Анатольевич, эксперт
АНО «Региональный центр промышленной безопасности» (г. Кемерово)

Проведены статистическая обработка и системный анализ данных по локализации дефектов металлоконструкции карьерных автосамосвалов с целью более полного использования ресурса горнотранспортных средств за счёт сокращения времени простоя.

Основным видом горнотранспортного оборудования, работающего на угольных разрезах Кузбасса, являются карьерные автосамосвалы. Экономическая эффективность работы предприятия и его коммерческих партнёров, безопасность труда обслуживающего персонала напрямую зависят от надёжности работы транспортных средств, минимизации времени простоя по причине внеплановых и аварийных ремонтов. Затраты времени и средств

на устранение неисправностей, замену элементов конструкции в процессе эксплуатации влияют в конечном итоге на себестоимость перевозки продукции. Проблема неэффективного использования техники по причине вынужденного простоя на сегодняшний день остаётся актуальной.

Собраны и систематизированы данные за 2013, 2014 годы о дефектах, выявленных в процессе проведения экспертизы промышленной безопасности ка-

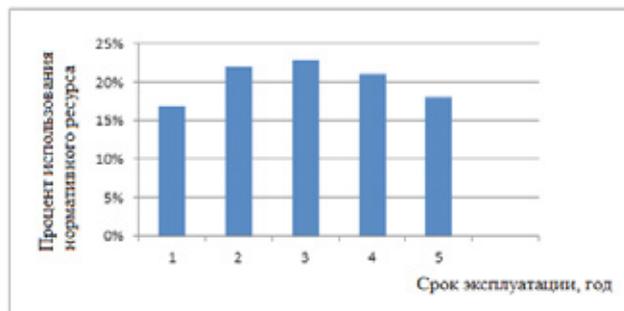


Рис. 1. Распределение использования ресурса в течение нормативного срока службы, рассчитанное на основании данных о наработке автосамосвалов

рьерных автосамосвалов БелАЗ-7555В, эксплуатируемых на угольных предприятиях Кузбасса. На карьерные самосвалы БелАЗ, выпускаемые с 01.11.2005, распространяются ТУ ВУ 600038906.004—2005. Соответственно указанному стандарту, с учётом поправочного коэффициента на условия эксплуатации, наработка самосвала до достижения им предельного состояния составляет 540000 км, календарная продолжительность работоспособного периода эксплуатации самосвала (нормативный срок службы) около 5 лет. Данные об интенсивности использования БелАЗов в рамках нормативного срока службы обработаны и представлены в виде графика (рис. 1). После третьего года эксплуатации оборудования просматривается тенденция к уменьшению времени работоспособного периода вследствие простоя на внеплановые текущие ремонты. В процессе эксплуатационных нагрузок металлоконструкции автосамосвалов подвергаются воздействию ряда факторов, приводящих к возникновению и развитию усталостных повреждений, трещин, и, как следствие, снижению надёжности технического устройства.

Кроме горнотехнических и дорожных условий, эксплуатационных нагрузок на машины, работающие на угольных разрезах региона, большое влияние оказывают климатические факторы. Низкие температуры изменяют физические характеристики стали, металл становится более хрупким, чувствительным к ударным нагрузкам, снижается механическая прочность. В этих условиях возрастает вероятность возникновения разрушений, способных привести металлоконструкции к предельному состоянию. Критерием безопасной эксплуатации карьерных автосамосвалов является отсутствие локальных зон концентрации напряжений [1], где трещины достигают критических значений. Своевременное выявление таких зон, получение информации о реальном техническом состоянии объекта, наличии в нём зарождающихся повреждений позволит избежать неэффективного использования техники.

Эффективность использования нормативного ресурса карьерных автосамосвалов зависит от структуры распределения рабочего времени, степени полезного использования его на выполнение основных технологических операций, и, соответственно, сокращения времени, в течение которого

техника не выполняет работу. Организационные простои самосвалов из-за отсутствия шин, запасных частей, ГСМ, топлива и т.п. мы в данной работе не рассматриваем. Технические простои по причине отказа (поломок) узлов, агрегатов и других элементов конструкций, при которых невозможна безопасная эксплуатация техники, определяются прежде всего временем, затраченным на ремонт:

$$T_{рем} = T_{кап} + T_{ав} + T_{пр}, [2]$$

где $T_{кап}$, $T_{ав}$, $T_{пр}$ — соответственно время, затрачиваемое на капитальные, аварийные и предупредительные ремонты. Периодичность и содержание капитальных ремонтов определены нормативной и эксплуатационной документацией [3], а вот текущий ремонт автомобиля нельзя планировать заранее, он выполняется по потребности, продолжительность простоев оборудования по причине аварийного состояния можно и нужно сократить до минимума.

Предельные состояния машин и конструкций являются результатом постепенного накопления повреждений в деталях, узлах и элементах. Систематический мониторинг их состояния, позволяющий устранять дефекты на начальной стадии развития, возможен только при внедрении прогрессивных стратегий технического обслуживания и ремонта, наиболее действенной из которых является система профилактического (упреждающего) обслуживания по фактическому техническому состоянию. Наиболее предпочтительным является ремонт на начальных стадиях образования трещин, поскольку они имеют тенденцию увеличиваться, если самосвал продолжает оставаться в работе. Система организации технического обслуживания, включающая применение экспресс-методов неразрушающего контроля состояния металла и планово-профилактических мероприятий позволяет снизить до минимума вероятность возникновения отказов в процессе эксплуатации. К сожалению, на практике планово-предупредительные ремонты и ТО, как правило, проводятся силами эксплуатирующей организации без привлечения специалистов НК. В этом случае ремонтному персоналу будут полезными сведения о локализации зон наиболее вероятного расположения возможных дефектов (зон концентрации наибольших напряжений), устранение которых

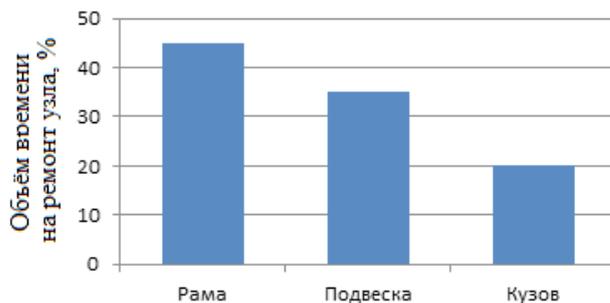


Рис. 2. Соотношение объемов сварочных работ основных элементов металлоконструкций большегрузных автосамосвалов



Рис. 3. Распределение зон трещинообразования, полученное на основании анализа данных технического диагностирования

в стадии зарождения займёт значительно меньше времени, чем по достижении предельного состояния.

Соотношение объёмов времени на сварочные работы основных узлов самосвала определено на основании мониторинга данных с GPS-навигации, полученных при эксплуатации автотранспорта на разрезах Кузбасса (рис. 2)[4].

Приведённое соотношение временных затрат полностью совпадает со статистикой распределения дефектов, достигших предельных состояний, выявленных в процессе проведения экспертиз промышленной безопасности. Как видно из рис. 3, именно рама, испытывая значительные

динамические и вибрационные нагрузки, наиболее подвержена разрушению под воздействием природно-технологических условий эксплуатации. Основные зоны повышенной концентрации напряжений распределены неравномерно.

В большей степени подвержены трещинообразованию наиболее нагруженные и ответственные участки конструкции. Проведённый на основании данных технического диагностирования анализ локализации дефектов рамы автосамосвалов позволил выявить зоны, где наблюдается прогрессирующий рост трещин и увеличение их до критических значений (табл. 1).

Таблица 1

Место расположения дефекта	Доля от общего числа дефектов, %
Сварные соединения лонжеронов и кронштейнов крепления двигателя	11
Сварные соединения лонжеронов и кронштейнов крепления ГМП	9
Сварные соединения лонжеронов и бампера	4
Сварные соединения лонжеронов и первой поперечины рамы	8
Сварные соединения лонжеронов и второй нижней поперечины рамы	26
Сварные соединения лонжеронов и третьей поперечины рамы	16
Сварные соединения лонжеронов и задней поперечины рамы	4
Сварные соединения лонжеронов и стойки рамы	17
Сварные соединения стоек и верхней поперечины рамы	5

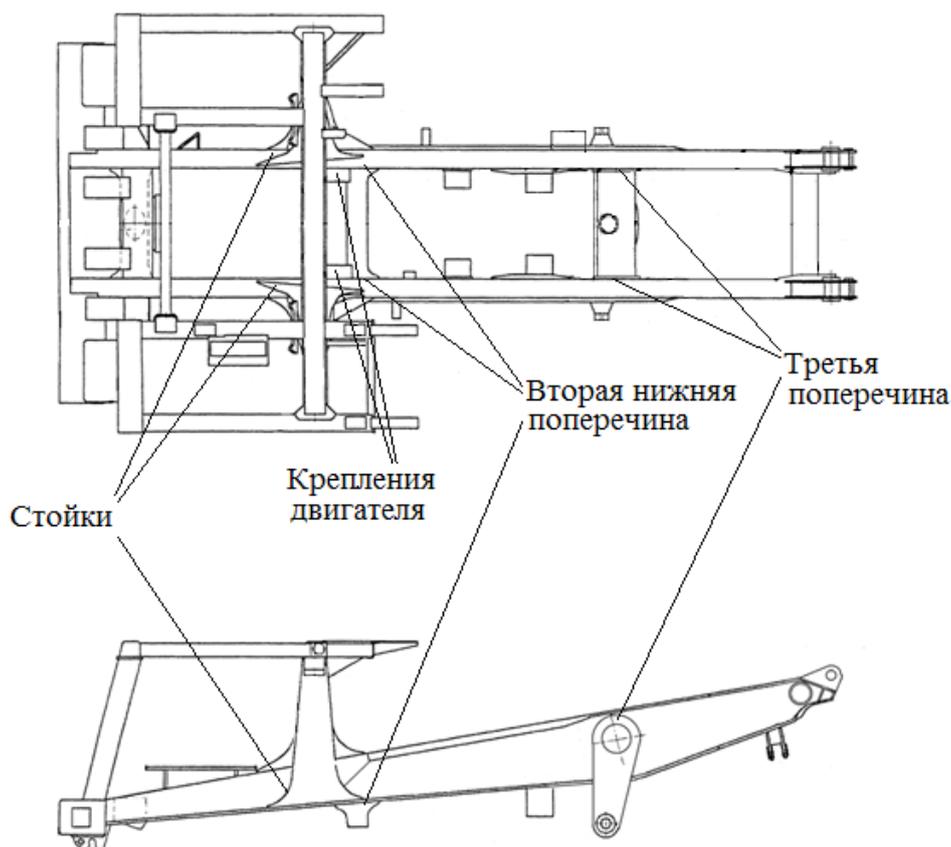


Рис. 4. Наиболее вероятные зоны повышенного трещинообразования

Технический сервис карьерных автосамосвалов построен по схеме периодического проведения ТО с целью поддержания техники в работоспособном состоянии, обеспечения надёжности и экономичности работы, безопасности движения, выполнения контрольных, регулировочных, смазочных и крепежных работ. Именно в рамках проведения технического обслуживания целесообразно обратить особое внимание на выявленные зоны повышенного трещинообразования (рис. 2), поскольку сво-

временное и качественное устранение зарождающихся дефектов значительно сокращает затраты на ремонт и продлевает полезный срок службы.

Таким образом, система технического обслуживания, включающая комплекс диагностических мероприятий по своевременному обследованию проблемных зон металлоконструкции рамы позволит поддерживать высокую техническую готовность автосамосвалов, тем самым снизив до минимума вероятность аварийных простоев техники.

Литература:

1. Паначев, И.А. Анализ напряженно-деформированного состояния металлоконструкций балки заднего моста большегрузных автосамосвалов/И.А. Паначев, И.В. Кузнецов // Вестник КузГТУ. — 2014. — №1. — С. 49–52.
2. К.Ю. Анистратов, Л.В. Борщ/Компониец Исследование показателей работы карьерных самосвалов для обоснования структуры парка и норм выработки автотранспорта.
3. Положение о техническом обслуживании и ремонте подвижного состава автомобильного транспорта.
4. Паначев, И.А. Взаимосвязь напряжений в металлоконструкциях заднего моста большегрузных автосамосвалов и удельных затрат энергии при транспортировании горной массы/И.А. Паначев, И.В. Кузнецов // Вестник КузГТУ. — 2014. — №1. — С. 45–49.

Оксо-биоразлагаемые полимеры как материал для создания современной упаковки

Бахаева Анастасия Николаевна, студент;

Ивановский Сергей Константинович, студент

Магнитогорский государственный технический университет им. Г. И. Носова (Челябинская область)

Ежегодно в мире отмечается стремительный рост потребления упаковки. В России ежегодный рост составляет 5–6%. Все это делает актуальной проблему утилизации упаковки [8]. В большей степени это касается утилизации полимерной упаковки, т.к. ее доля быстро увеличивается — более 60% упаковки в Европе состоит из полимерных материалов [1,3].

Однако, объемы утилизации отходов в России находятся на низком уровне. Так, в 2003 г. в России было утилизировано 1,18 млн т макулатуры, что составляет 57,4% от общего объема этих отходов, 0,18 млн т стеклобоя (84,1%), а полимерных отходов — всего 0,61 млн т (7,7%), что заметно меньше, чем в 1990 г. (0,72 млн т и 23,5% соответственно).

В целом, только 3% всех отходов перерабатывается промышленными методами, остальные вывозятся на полигоны или сжигаются. Под полигоны и свалки твердых бытовых отходов ежегодно отчуждается до 10 тыс. га земель, включая плодородные земли, изымаемые из сельскохозяйственного оборота [1,7].

Несколько лет тому назад тема биоразлагаемых полимеров и их производство казались совершенно иллюзорными. Резкие скачки цен на углеводороды привели к тому, что биологическое сырье для производства пластика сегодня является вполне конкурентоспособным (цены на сельскохозяйственное сырье и продукты его производства, не столь подвержены мировым колебаниям).

Отходы полимеров, в том числе и упаковочных материалов, подвергают либо захоронению в земле, либо утилизации, которая осуществляется по одному из трех направлений: сжигание, пиролиз, рециклинг. Одним из наиболее эффективных способов решения проблемы полимерного мусора является производство биоразлагаемых полимеров, способных разрушаться в природе с образованием безвредных веществ.

Биоразлагаемые полимеры отличаются от всех других полимеров тем, что могут относительно быстро разлагаться под влиянием химических, биологических или физических воздействий. Биоразлагаемость — это способность материала подвергаться разложению на углекислый газ, метан, воду, неорганические компоненты или биомассы, при котором преобладающим механизмом является энзимное действие микроорганизмов [6].

Большинство синтетических полимеров не являются биоразлагаемыми. Такие полимеры, как полиэтилен и полипропилен, могут существовать в окружающей среде после своего поступления на свалку на протяжении не-

скольких десятков лет. Биоразлагаемые полимеры обычно получают с помощью полимеризации сырьевых материалов на биологической основе. Такие сырьевые материалы либо выделяют из растений и животных, либо синтезируются с использованием современных промышленных технологий. Многие полимеры в окружающей среде разлагаются в течение длительного времени, поэтому создание биodeградируемых материалов — такая же важная задача, как и их стабилизация.

Применяемые в быту полимеры, пленочные материалы и пластмассы после их использования должны достаточно быстро деградировать под воздействием факторов окружающей среды: химических (кислород, воздух, вода); физических (солнечный свет, тепло); биологических (бактерии, грибы, дрожжи, насекомые) факторов.

Способность полимерных материалов разлагаться под действием бактерий и грибов зависит от физических и химических свойств. Для полимеров биологическое разложение протекает в два этапа:

1) под действием химических, биохимических и других агентов происходит разрушение кристаллической макромолекулярной структуры, которое в некоторых случаях происходит вплоть до образования мономеров;

2) происходит усвоение остатков макромолекул биологическими организмами, которые разрушают вещество до воды, углекислого газа, метана (при анаэробном брожении). Способность к биологическому разложению, прежде всего, обусловлена размером макромолекул: полимеры с большой молекулярной массой устойчивы к воздействию организмов. Молекулы с низким молекулярным весом усваиваются легче. Также более быстрому биологическому разложению подвергаются полимеры, содержащие заместители, связи, легко поддающиеся гидролизу. Скорость разложения зависит и от кристаллической структуры полимера. Устойчивость традиционных полимеров биологическому разложению связана именно с прочностью кристаллической структуры и большими размерами макромолекул. Аморфные материалы более доступны для проникновения ферментов и воды, которая вызывает набухание. В наибольшей мере разложению подвержены полимеры, полученные из натурального сырья. При разложении смешанных материалов разложение начинается с натурального компонента, который разлагается полностью и тем самым разрушает всю структуру. Однако при этом неизбежно встает вопрос о синтетическом остатке.

Биоразлагаемые полимеры по своей структуре похожи на традиционные синтетические полимеры, а стан-

дартные способы переработки могут быть использованы для трансформации их в разнообразные виды продукции. Процесс производства состоит из нескольких стадий. Технология производства материалов из биополимеров аналогична способам переработки обычных полимеров. Применяются методы экструзии, ламинирования и т.д. На конечный продукт может быть нанесена печатью или этикетка. Решающим фактором для выбора материалов и процессов является способность биополимеров к разложению. Проблема придания свойств биоразлагаемости хорошо освоенным промышленным полимерам (полиэтилен, полипропилен, поливинилхлорид, полистирол, полиэтилентерефталат) занимает основное место в исследованиях.

Активно разрабатываются три основных направления:

- введение в структуру биоразлагаемых молекул содержащих в своем составе функциональные группы, способствующие фоторазложению полимера;
- получение композиций полимеров с биоразлагаемыми природными добавками, способными в определенный момент инициировать распад основного полимера;
- направленный синтез биodeградируемых пластических масс на основе промышленно освоенных синтетических продуктов [5].

Преимущества биоразлагаемых полимеров:

- возможность обработки, как и обычных полимеров, на стандартном оборудовании;
- высокие барьерные свойства.
- стойкость к разложению в обычных условиях;
- быстрая и полная разлагаемость при специально созданных условиях или естественных — отсутствие проблем с утилизацией отходов;
- независимость от нефтехимического сырья.

Недостатки биоразлагаемых полимеров: ограниченные возможности для крупнотоннажного производства; высокая стоимость.

Биоразлагаемые пластики, изготовленные с применением биоразлагаемой добавки d2w (дитиокарбонат железа или никеля), относят к классу оксо-биоразлагаемых, так как их разрушение происходит в два этапа: окисление и биоразложение.

Использование добавки обеспечивает следующий процесс: в полимер поступает продеградант, который выступает в качестве катализатора, способствующего относительно быстрому разрушению длинных молекулярных цепей. Данный продеградант представляет собой соль металла, вызывающую разрушение углеродных связей в молекулярных цепочках — таким образом активируется распад. Длинные цепочки рвутся, в результате чего образуется большое количество коротких цепочек. Молекулярная масса стремительно уменьшается до показателя менее 40 тысяч единиц атомной массы. На этой стадии пластиковые изделия становятся хрупкими и быстро распадаются на мелкие хлопья, материал становится смачиваемым, вследствие увеличения адгезии. Короткие цепочки способны более легко гидратироваться, подвер-

гаться окислению, а также действию микроорганизмов (стадия биологического распада), в результате образуется углекислый газ, вода и побочные вещества (сложные эфиры, карбоновые кислоты, этанол (этиловый спирт), альдегиды, кетоны). Побочные вещества со временем усваиваются микроорганизмами.

При введении 1 % добавки в процессе производства изделия (пленки, пакета, контейнера и т.д.) получается точно такое же изделие, как и без добавки: с теми же физико-механическими характеристиками, таким же внешним видом и т.д. С одной лишь разницей: через определенный промежуток времени, заложенный рецептурой добавки (обычно 1–2 года), изделие в результате сначала окислительных реакций, а затем и биораспада начнет менять свои свойства: постепенно утрачивать прочность, охрупчиваться, распадаться на фрагменты, а затем и вовсе исчезнет, оставив небольшое количество воды, биомассы и углекислого газа [2,4].

В отличие от биополимеров на растительной основе, которые подвержены разложению только в специальных условиях промышленного компостирования, пластмассам с добавкой d2w не нужны особые условия по температуре, влажности, давлению. Единственное, что необходимо — свет и наличие микроорганизмов. Другими словами, пакет, выброшенный на берегу реки или попавший на свалку, непременно «исчезнет» через год-полтора. Изделия, хранящиеся в складских условиях, дольше сохраняют свои первоначальные свойства, и процесс разложения будет активизирован после того, как изделие использовано и выброшено. Такая «гибкость» процесса разложения выгодна всем: и производителю упаковки, и тому, кто ее использует для упаковки своего продукта, и конечному потребителю.

Добавка d₂w производится английской компанией Symphony (Великобритания) и применяется в производстве изделий из полиэтилена и полипропилена, основных материалов для изготовления упаковки. Она успешно используется в 60 странах мира, среди которых Канада, Великобритания, США, Франция, Италия, Бразилия, Индия и др.

Крупнейшими потребителями добавки являются предприятия-производители пленок и пакетов, поставляющие свою продукцию розничным сетям, сетям отелей, ресторанам. Упаковкой, содержащей добавку d2w, пользуются такие крупные компании, как Wal-Mart, Tesco, KFC, Pizza Hut, Marriott, Nescafe, ZARA, WWF и многие-многие другие.

Важно отметить, что наличие добавки никак не меняет свойства базового полимера и, соответственно, готового изделия. Упаковка, изготовленная с применением добавки, будет такой же прочной, хорошо окрашиваемой, при необходимости прозрачной и т.д.

Важное преимущество нового продукта в том, что пластики с добавкой d₂w исчезнут в любых условиях, в отличие от биополимеров, для распада которых требуются определенные условия по свету, воздуху, влажности, тем-

пературе и т.д. При этом продукты разложения — углекислый газ, вода, гумус — абсолютно безопасны для человека и окружающей среды.

Сфера применения добавки d_2w обширна: пакеты для различных нужд; перчатки, фартуки, бахилы в медицинских учреждениях; пищевые пленки для замороженных продуктов, хлеба; полимерные пленки для упаковки различных изделий (одежды, журналов, сигарет

и т.д.); укрывные, упаковочные (пузырьковые) пленки; жесткая упаковка: одноразовая посуда, бутылки и т.д.; любые другие изделия, которым необходимо придать свойство «быстро исчезнуть».

Эффективность добавки d_2w , ее безопасность, допуск к контакту с пищевыми продуктами, экологичность подтверждены сертификатами ведущих лабораторий и испытательных центров мира (например, RAPRA).

Литература:

1. Власов, С. В., Ольхов В. В. Биоразлагаемые полимерные материалы // Полимерные материалы. 2006, № 7. с. 23–26.
2. Ершова, О. В., Пономарев А. П., Бахаева А. Н. Влияние факторов окружающей среды на механические свойства полиэтилена низкого давления с оксо-биоразлагаемой добавкой D2W // Молодой ученый. — 2014. — № 20. с. 125–128
3. Ершова, О. В., Чупрова Л. В., Муллина Э. Р., Мишурина О. В. Исследование зависимости свойств древесно-полимерных композитов от химического состава матрицы // Современные проблемы науки и образования. — 2014. — № 2. с. 26; URL: www.science-education.ru/116-12363 (дата обращения: 20.02.2015).
4. Ершова, О. В. Шайбакова Ю. А., Пономарев А. П. Исследование факторов влияния окружающей среды на механические свойства биоразлагаемых полимеров: /Десятая Санкт-Петербургская конференция молодых ученых с международным участием; — СПб, 2013 — 116 с.
5. Легонькова, О. А., Сухарева Л. А. Тысяча и один полимер от биостойких до биоразлагаемых. — М.: РадиоСофт, 2004. — 272 с.
6. Пластиковая упаковка не должна жить вечно: о добавках для самопроизвольного разрушения полимеров. / [Электронный ресурс] — режим доступа: <http://article.unipack.ru/23419/>
7. Фомин, В. А., Гузеев В. В. Биоразлагаемые полимеры, состояние и перспективы использования // Пластические массы. 2001, № 2. с. 42–46.
8. Чупрова, Л. В., Муллина Э. Р., Мишурина О. В., Ершова О. В. Исследование возможности получения композиционных материалов на основе вторичных полимеров // Современные проблемы науки и образования. — 2014. — № 4. — с. 212; URL: www.science-education.ru/118-14200 (дата обращения: 20.02.2015)

Расчёт стержня с распределенными продольными связями

Гарькин Игорь Николаевич, кандидат исторических наук, ассистент;

Еркин Дмитрий Валерьевич, студент

Пензенский государственный университет архитектуры и строительства

Рассматриваются варианты методов расчёта полу бесконечных стержней, которые могут являться моделями различных строительных конструкций (например, свай в грунте).

Ключевые слова: *методы расчёта, строительные конструкции, полу бесконечный стержень, упругие связи, жёсткость.*

Усовершенствование методов расчёта и создание (совершенствование) различных строительных конструкций является актуальной задачей. В Пензенском государственном университете архитектуры на протяжении долгого времени активно занимаются (на различных кафедрах) решением данных проблем, с результатами исследований можно познакомиться в работах [1...5].

Полубесконечный стержень постоянной жесткости EF нагружен на конце силой P (рис. а). Упругие распределенные связи, прикрепляющие его к жесткому основанию,

имеют постоянный коэффициент жесткости k (k — интенсивность суммарной распределенной реакции в связях от единичного смещения поперечных сечений стержня относительно основания). Получить зависимость распределения продольных сил по длине стержня и вычислить перемещение его концевое сечения.

Эта система статически неопределимая. Так как неизвестной является функция $N(z)$ или $u(z)$, то для ее определения необходимо составить не алгебраическое, а дифференциальное уравнение. Воспользуемся диффе-

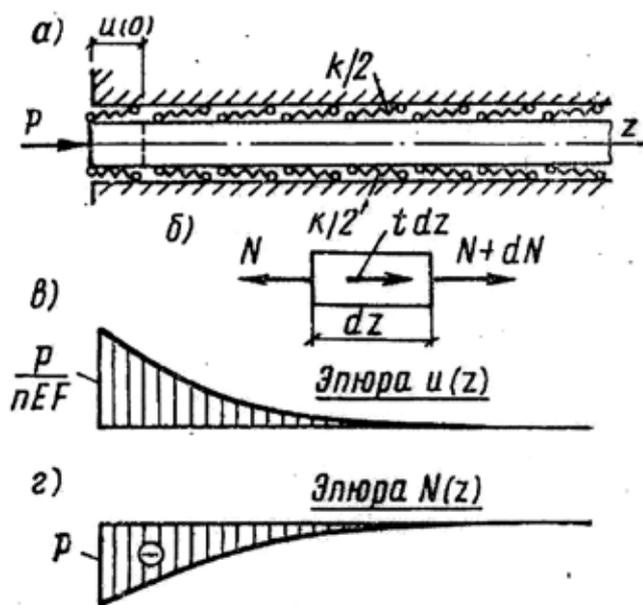


Рис. 1. Полубесконечный стержень

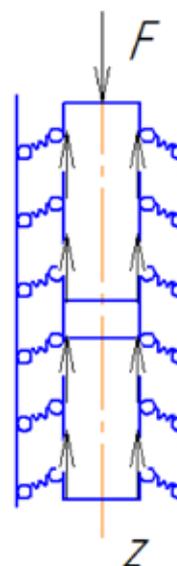


Рис. 2. Модель сваи в грунте

ренциальными зависимостями для стержня при растяжении (сжатии):

$$N = EF \frac{du}{dz} = EFu'; \quad (a)$$

$$\frac{dN}{dz} = -t, \quad (б)$$

где u — продольное перемещение сечения стержня; t — интенсивность суммарной продольной распределенной нагрузки. В общем случае при наличии внешней нагрузки q и упругих связей значение t состоит из двух слагаемых: $t = q - ku$. Дифференцируя выражение (а) и используя соотношение (б), получим дифференциальное уравнение равновесия, выраженное через перемещения u :

$$EFu'' - ku = -q. \quad (в)$$

В нашем случае $q=0$. Поэтому уравнение (в) запишется так:

$$u'' - n^2u = 0,$$

где $n^2 = k/(EF)$. Его общий интеграл имеет вид $u = C_1 e^{-nz} + C_2 e^{nz}$. Так как при $z \rightarrow \infty, u \rightarrow 0$, то $C_2 = 0$. Значение C_1 найдем из условия, что при $z = 0$ выражение $N = EFu' = -C_1 nEF e^{-nz}$ должно быть равно $(-P)$; отсюда $C_1 = P/(nEF)$. Тогда искомые зависимости будут: $u = [P/(nEF)]e^{-nz}$ и $N = -Pe^{-nz}$. Их графики изображены на рис. в и з. При $z = 0$ перемещение $u(0) = P/(nEF)$.

В случаи если, температура стержня, рассмотренного (выше), изменяется на Δt° . Получить выражения для

перемещений и продольных сил; коэффициент температурного расширения α .

Суммарное состояние стержня можно получить путем наложения двух состояний: первого — при $u \equiv 0$ и, следовательно, $N = -\alpha EF \Delta t$; второго — от действия нагрузки, обеспечивающей первое состояние и имеющей обратный знак. В данном случае это будет действие растягивающей силы, приложенной к концу стержня: $P = \alpha EF \Delta t$.

$$u = -(\alpha \Delta t / n) e^{-nz}; \quad N = -\alpha EF \Delta t (1 - e^{-nz}).$$

Таким образом мы получили зависимость распределения продольных сил по длине стержня и вычислить перемещение его конечного сечения, плюс к этому рассмотрели возможность изменения температуры стержня.

Предложим методы по распределению нагрузок и проектированию конструкций (в т.ч. машиностроительных):

а) простые конструкции необходимо проектировать с минимальным количеством деталей;

б) вместо того чтобы вводить отдельный элемент для каждой концентрированной нагрузки, элементы надо расположить таким образом, чтобы нести несколько видов нагрузки [6];

в) нагрузки могут быть более эффективно восприниматься элементами, работающими на растяжение или сжатие, чем элементами, работающими на изгиб или кручение;

г) самый короткий путь является самым лёгким как для элемента, несущего нагрузку [7]

Применение описанных выше методик расчёта и методов совершенствования конструкций может существенно помочь проектировщикам на стадии проектирования и как следствие повысить их производительность труда и безопасность конструкций.

Литература:

1. Нежданов, К. К., Лаштанкин А. С., Гарькин И. Н Сборные подкрановые балки из прокатных профилей // Строительная механика и расчёт сооружений.: №3 — 2013, с. 69–75 Москва ЦНИСК им. Курчереико
2. Нежданов, К. К., Железняков Л. А., Гарькин И. Н. Эффективный способ проката уголкового профиля // Строительная механика и расчёт сооружений №1 — 2014, с. 71–75 Москва ЦНИСК им. Курчереико
3. Арискин, М. В., Гуляев Д. В., Агеева И. Ю., Гарькин И. Н Теоретические исследования напряженно-деформированного состояния элементов соединений на вклеенных шайбах [Текст] // Молодой ученый. — 2013. — №2. — с. 27–31.
4. Данилов, А. М., Гарькин И. А., Гарькин И. Н. Управление объектами на подвижном основании: оптимизация конструктивной и структурной схем // Региональная архитектура и строительства. — 2014. — №3. с. 102–108
5. Гарькин, И. А., Гарькин И. Н. Идентификация и аппроксимация колебаний конструктивных элементов [Текст] // Молодой ученый. — 2013. — №3. — с. 44–48.
6. Фадеева, Г. Д. Методы усовершенствования конструкций [Текст] / Г. Д. Фадеева, К. С. Паршина, Е. В. Родина // Молодой ученый. — 2013. — №6. — с. 158–160.
7. Хейвуд, Р. Б. (Heywood R. B.) Проектирование с учётом усталости (Designing against fatigue. london. 1962). Перевод с английского докторов техн. наук В. П. Григорьева и В. А. Марьина, кандидатов техн. наук Б. В. Заславского и Э. Д. Скурлатова, инж. И. Н. Земляных. Под редакцией чл. корр. АН СССР И. Ф. Образцова. Издательство «Машиностроение», Москва, 1969. 504 с.

Применение интегрального драйвера в схеме управления шаговым двигателем

Григорьев Алексей Валерьевич, кандидат технических наук, доцент;

Кочегаров Игорь Иванович, кандидат технических наук, доцент;

Юрков Николай Кондратьевич, доктор технических наук, профессор;

Горячев Николай Владимирович, доцент

Пензенский государственный университет

Схема управления униполярным шаговым двигателем представляет собой массив транзисторных ключей, управляемых подаваемым на них импульсами. Недостатками такого подхода являются большие габариты схемы управления и необходимость использования параллельной передачи данных. Исходя из этого перед нами стоит задача реализовать схему одноканального управления униполярным шаговым двигателем с использованием интегральной микросхемы ULN2003а и реализация управления микросхемой при помощи микроконтроллера.

Управление углом поворота униполярного шагового двигателя осуществляется подачей тока на обмотки статора в определенной последовательности. Отводы от середины обмоток подключаются к источнику питания. Остальные 4 вывода шагового двигателя должны в определенной последовательности подключаться к минусу источника питания.

Аппаратная реализация заключается в осуществлении коммутации выводов в определенной последовательности. Для этого используем специальную интегральную микросхему ULN2003а, разработанную компанией Texas Instruments. Микросхема содержит в себе 7 транзисторных ключей, собранных по схеме Дарлингтона. Также на выводах данной микросхемы уже содержатся защитные

диоды и резисторы в базовых цепях. За счет применения данной микросхемы мы получаем возможность управлять шаговым двигателем при помощи обычных цифровых микросхем без использования дополнительных дискретных элементов в схеме управления. Структурная схема микросхемы ULN2003а показана на рисунке 1, а.

Для управления микросхемой требуется параллельная передача 4 бит данных, что является не удобным. Для реализации одноканального управления удобно использовать микроконтроллер. С этой целью нами был применен унифицированный модуль Arduino, выполняющий роль контроллера. В итоге мы получаем законченную схему управления, показанную на рисунке 1, б.

Для реализации обработки внешних данных и формирования необходимой последовательности импульсов была написана управляющая программа. Программа написана на языке C++ в Arduino-совместимой среде ArduinoIDE. Данные об угле поворота и скорости вращения подаются на цифровой вход модуля Arduino. В соответствии с этими данными на цифровых выводах модуля формируется требуемая последовательность импульсов. Таким образом, в ходе работы удалось добиться минимальных габаритов схемы и простоты реализации схемы управления углом поворота шагового двигателя.

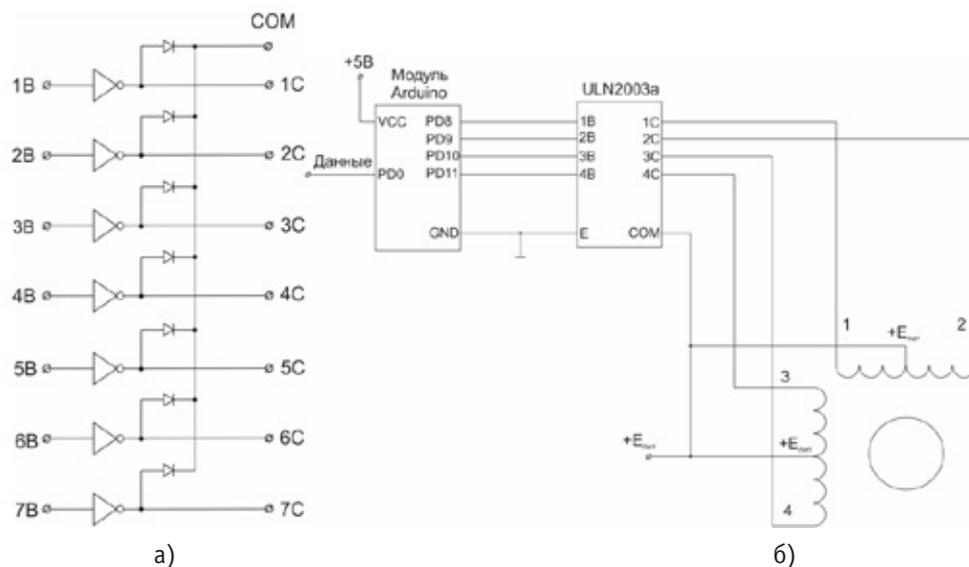


Рис. 1: а — Структура интегральной схемы ULN2003а; б — схема подключения к модулю Arduino

Литература:

1. Одноканальное управление шаговым двигателем/Д. В. Воробьев и др. // Молодой ученый. — 2015. — №3. — с. 110–113.
2. Бростилов, С. А. Метрологический анализ измерительной подсистемы информационно-измерительной системы для исследования средств воздушного охлаждения/С. А. Бростилов, Н. В. Горячев, Т. Ю. Бростилова // Труды международного симпозиума Надежность и качество. 2014. Т. 2. с. 127–129.
3. Емашкина, Т. С. Подводные камни импортозамещения в электронике/Т. С. Емашкина, Н. В. Горячев, Н. К. Юрков // Молодой ученый. — 2015. — №3. — с. 132–135.
4. Горячев, Н. В. Исследование и разработка средств и методик анализа и автоматизированного выбора систем охлаждения радиоэлектронной аппаратуры/Горячев Н. В., Танатов М. К., Юрков Н. К. // Надежность и качество сложных систем. 2013. №3. с. 70–75.
5. Горячев, Н. В. Комплексы и системы теплофизического проектирования электронной аппаратуры/Н. В. Горячев, Ю. А. Сивагина, Е. А. Сидорова // Цифровые модели в проектировании и производстве РЭС. 2011. №16. с. 178.
6. Горячев, Н. В. Методика формирования контура печатной платы в САПР электроники с помощью сторонней механической САПР/Н. В. Горячев, Н. К. Юрков // Цифровые модели в проектировании и производстве РЭС. 2010. №15. с. 127.
7. Горячев, Н. В. Концептуальная схема разработки систем охлаждения радиоэлементов в интегрированной среде проектирования электроники/Н. В. Горячев, Н. К. Юрков // Проектирование и технология электронных средств. 2009. №2. с. 66–70.
8. 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.
9. Петрянин, Д. Л. Анализ систем защиты информации в базах данных/Д. Л. Петрянин, Н. В. Горячев, Н. К. Юрков // Труды международного симпозиума Надежность и качество. 2013. Т. 1. с. 115–122.
10. Подложенов, К. А. Разработка энергосберегающих технологий для теплиц/К. А. Подложенов, Н. В. Горячев, Н. К. Юрков // Современные информационные технологии. 2012. №15. с. 193–194.
11. Шуваев, П. В. Формирование структуры сложных многослойных печатных плат/П. В. Шуваев, В. А. Трусов, В. Я. Баннов, И. И. Кочегаров, В. Ф. Селиванов, Н. В. Горячев // Труды международного симпозиума Надежность и качество. 2013. Т. 1. с. 364–373.
12. Grab, I. D., Sivagina U. A., Goryachev N. V., Yurkov N. K. Research methods of cooling systems. Innovative Information Technologies: Materials of the International scientific — practical conference. Part 2. — М.: HSE, 2014, 443–446 pp.
13. Стрельцов, Н. А. SDR-трансиверы и их применение/Н. А. Стрельцов, Н. В. Горячев, В. А. Трусов // Труды международного симпозиума Надежность и качество. 2014. Т. 1. с. 281–282.
14. Воробьев, Д. В. Характеристики и источники механических воздействий на радиоэлектронные средства/Д. В. Воробьев, Н. С. Реута, Н. В. Горячев // Молодой ученый. — 2014. — №19. — с. 182–185.

15. Трусов, В. А. Программно-определяемые приемопередатчики и их применение/В. А. Трусов, Н. В. Горячев, В. Я. Баннов // Молодой ученый. — 2014. — №21. — с. 234–236.
16. Воробьев, Д. В. Применение унифицированных электронных модулей при создании генератора гармонических колебаний/Д. В. Воробьев, Н. В. Горячев, Н. К. Юрков // Молодой ученый. — 2014. — №20. — с. 114–117.
17. Шишкин, Ф. Д. Особенности программируемых логических устройств/Ф. Д. Шишкин, Н. В. Горячев, В. А. Трусов // Молодой ученый. — 2015. — №1. — с. 115–117.
18. Прошин, А. А. Разработка цифрового секундомера/А. А. Прошин, С. А. Бростилов, Н. В. Горячев // Молодой ученый. 2015. №2. с. 187–190.
19. Горячев, Н. В. Тепловая модель учебной системы охлаждения/Н. В. Горячев, Д. Л. Петрянин // Прикаспийский журнал: управление и высокие технологии. 2014. №2. с. 197–209.
20. Петрянин, Д. Л. Побайтный анализ файлов/Д. Л. Петрянин, Н. В. Горячев, Н. К. Юрков // Современные информационные технологии. 2014. №20. с. 124–132
21. Горячев, Н. В. Концепция создания автоматизированной системы выбора теплоотвода электрорадиоэлемента/Н. В. Горячев, Н. К. Юрков // Современные информационные технологии. 2010. №11. с. 171–176.
22. 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.
23. Граб, И. Д. Алгоритм функционирования компьютерной программы стенда исследования теплоотводов/И. Д. Граб, Н. В. Горячев, А. В. Лысенко, Н. К. Юрков // Труды международного симпозиума Надежность и качество. 2011. Т. 1. с. 244–246.
24. Горячев, Н. В. Уточнение тепловой модели сменного блока исследуемого объекта/Н. В. Горячев, И. Д. Граб, Н. К. Юрков // Труды международного симпозиума Надежность и качество. 2013. Т. 1. с. 169–171.
25. Реута, Н. С. Разновидности механических воздействий в радиоэлектронной аппаратуре/Н. С. Реута, Н. В. Горячев, В. А. Трусов // Молодой ученый. — 2014. — №21. — с. 224–226.

Разработка мероприятий по повышению пропускных способностей путей ЗАО «НефтеХимСервис» при увеличении объемов погрузки

Гришкова Диана Юрьевна, кандидат технических наук, доцент
Сибирский государственный университет путей сообщения (г. Новосибирск)

Нефтеперерабатывающая промышленность России обладает огромным производительным потенциалом. Суммарная мощность заводов по переработке нефти превышает 260 млн. тонн.

Рассмотрим работу недавно начавшего свое функционирование завода по переработке нефти ЗАО «НефтеХимСервис», примыкающего к железнодорожной станции Судженка. В настоящее время мощность завода составляет 3 млн. тонн нефти в год, на официальном сайте предприятия отмечено, что мощность в скором времени составит 6 млн. тонн нефти в год с глубиной переработки до 93%. Это означает, что Кемеровская область сможет обеспечивать себя и другие районы топливом самого высокого мирового уровня, так как средняя глубина переработки нефти на российских заводах составляет 70%.

Рассмотрим детально существующую технологию работы пути необщего пользования ЗАО «НефтеХимСервис». Технологический график обработки состава представлен на рисунке 1. Из общего технологического времени значительная часть приходится на технический, коммерческий осмотра, погрузочные работы и опробование тормозов.

Согласно существующей технологии работы ЗАО «НефтеХимСервис» построены суточные планы-графики обработки двух и трех составов в сутки, которые приведены на рисунках 2 и 3 соответственно.

Определим резервы парков по путям.

Рассчитаем пропускную способность парков по путевому развитию по формуле:

$$N_{\Pi} = \frac{1440 \cdot \Pi}{T_{\text{зан}}}, \quad (1)$$

где Π — число путей в парке, без ходового, без перспективных, путь;

$T_{\text{зан}}$ — простой в парке, мин

$$\text{Для пути приема: } N_{\text{пр}} = \frac{1440 \cdot 1}{(10+5+10+86,4+5+60)} = 8 \text{ поездов в сутки.}$$

$$\text{Для путей отправления: } N_{\text{от}} = \frac{1440 \cdot 2}{(60+1+38,4+10+10+1+90+1,6+0,5+0,2+10)} = 12 \text{ поездов в сутки.}$$

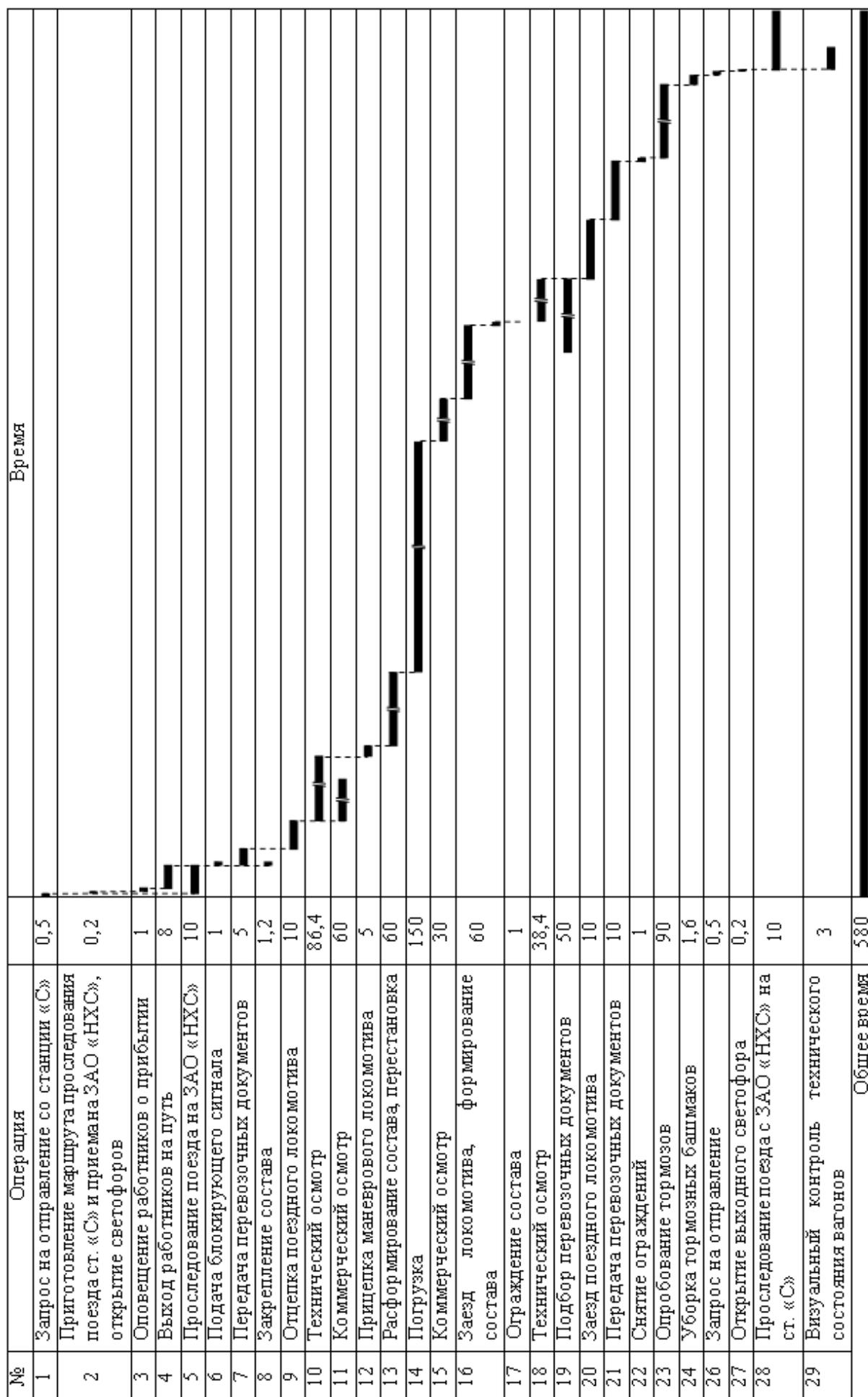
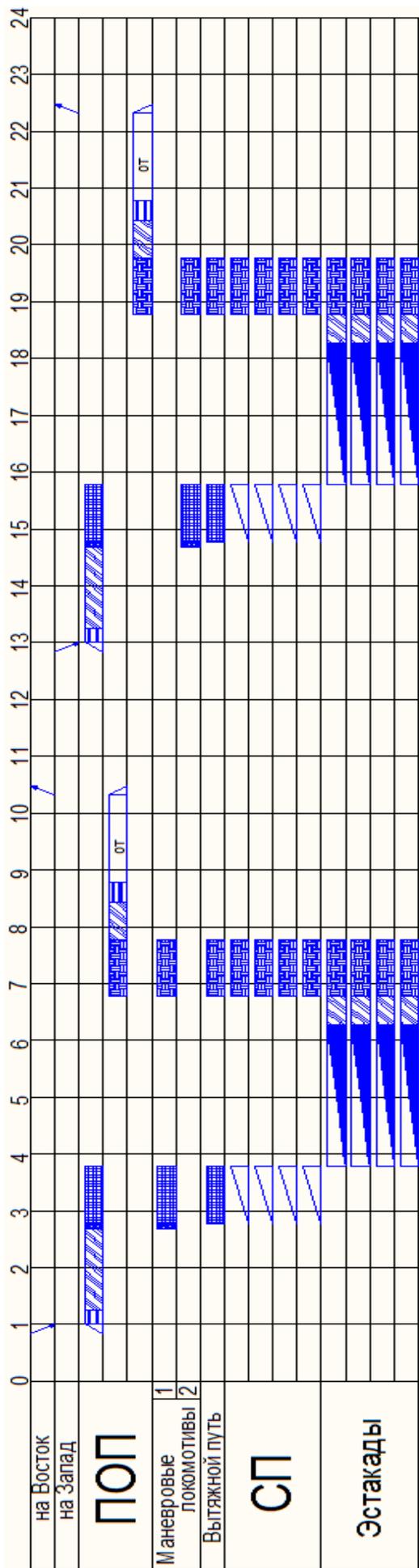


Рис. 1. Технологический график обработки состава на пути необщего пользования ЗАО «НефтеХимСервис»



Условные обозначения:

- OT - опробывание тормозов;
- ▨ - технический, коммерческий осмотры;
- ▩ - прицепка маневрового локомотива и опробывание тормозов;
- ▧ - расформирование;
- ▧ - накопление под грузовые операции и перестановка на эстакады;
- ▧ - погрузка;
- ▧ - формирование;
- ▧ - заезд/отцепка поездного локомотива передача документов.

Рис. 2. Суточный план-график обработки двух составов на пути необщего пользования ЗАО «НефтеХимСервис» при существующей технологии: ПОП — приемо-отправочные пути; СП — сортировочные пути

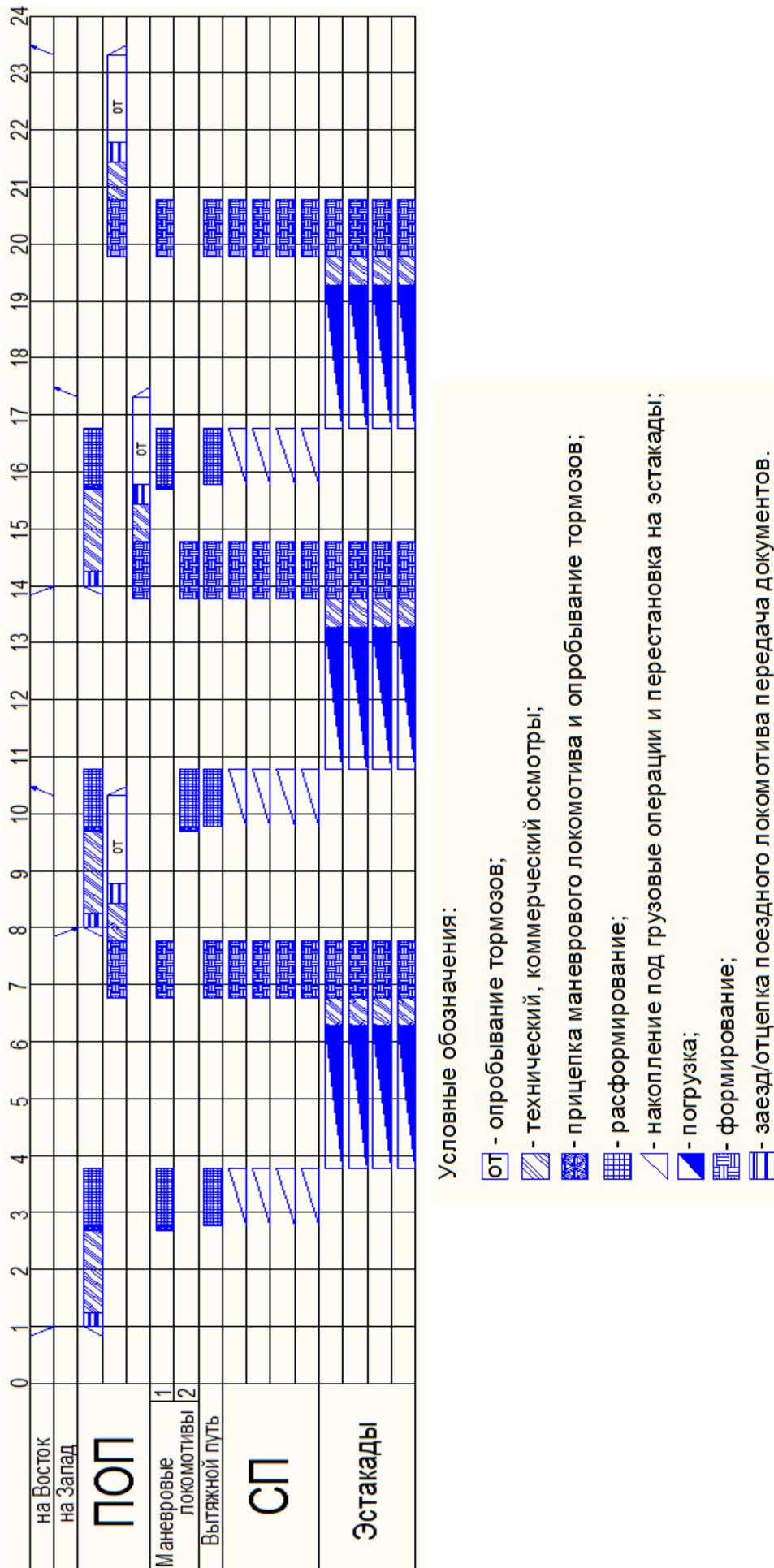


Рис. 3. Суточный план-график обработки трех составов на пути необщего пользования ЗАО «НефтеХимСервис» при существующей технологии

Перерабатывающая способность эстакад:

$$N_{\text{эст}} = \frac{1440 \cdot 4}{(150+30+60)} = 24 \text{ группы вагонов в сутки.}$$

Для оценки пропускной и перерабатывающей способностей каждого элемента, определяется величина её резерва P (%) по формуле:

$$P = \left(1 - \frac{N_{\text{обсл}}}{N}\right) 100 \%, \quad (2)$$

где N — пропускная (перерабатывающая) способность данного элемента в поездах (составах, локомотивах);

$N_{\text{обсл}}$ — фактическое число обслуживаемых на данном элементе составов.

Резерв парков по путям при обработке двух составов в сутки:

$$\text{Путь приема: } P = \left(1 - \frac{2}{8}\right) \cdot 100 = 75 \%, \text{ резерв достаточен.}$$

$$\text{Пути отправления: } P = \left(1 - \frac{2}{12}\right) \cdot 100 = 83,33 \%, \text{ резерв достаточен.}$$

$$\text{Эстакады: } P = \left(1 - \frac{8}{24}\right) \cdot 100 = 66,67 \%, \text{ резерв достаточен.}$$

Резерв парков по путям при обработке трех составов в сутки:

$$\text{Путь приема: } P = \left(1 - \frac{3}{8}\right) \cdot 100 = 62,5 \%, \text{ резерв достаточен.}$$

$$\text{Пути отправления: } P = \left(1 - \frac{3}{12}\right) \cdot 100 = 75 \%, \text{ резерв достаточен.}$$

$$\text{Эстакады: } P = \left(1 - \frac{12}{24}\right) \cdot 100 = 50 \%, \text{ резерв достаточен.}$$

Из вышеприведенного расчета видно, что путевое развитие позволяет увеличивать объемы переработки на пути не общего пользования ЗАО «НефтеХимСервис». По существующей технологии обработку состава в техническом отношении производят два осмотра-ремонтника вагонов (ОРВ), в коммерческом отношении — один приемосдатчик. На рисунке 4 приведен суточный план график обработки четырех составов в сутки при существующей технологии. В таком случае резерв парков по путям при обработке четырех составов в сутки будет равен:

$$\text{Путь приема: } P = \left(1 - \frac{4}{8}\right) \cdot 100 = 50 \%, \text{ резерв достаточен.}$$

$$\text{Пути отправления: } P = \left(1 - \frac{4}{12}\right) \cdot 100 = 66,67 \%, \text{ резерв достаточен.}$$

$$\text{Эстакады: } P = \left(1 - \frac{16}{24}\right) \cdot 100 = 33,33 \%, \text{ резерв достаточен.}$$

При увеличении объема переработки до пяти составов в сутки наблюдаются следующие значения резерва парков по путям:

$$\text{Путь приема: } P = \left(1 - \frac{5}{8}\right) \cdot 100 = 37,5 \%, \text{ резерв достаточен.}$$

$$\text{Пути отправления: } P = \left(1 - \frac{5}{12}\right) \cdot 100 = 58,3 \%, \text{ резерв достаточен.}$$

$$\text{Эстакады: } P = \left(1 - \frac{20}{24}\right) \cdot 100 = 16,67 \%, \text{ резерв не достаточен.}$$

Анализируя вышеприведенный расчет, можно сделать вывод, что для увеличения объемов переработки на пути не общего пользования ЗАО «НефтеХимСервис» необходимо увеличить перерабатывающую способность, для этого требуется либо увеличить количество путей (что требует больших капитальных вложений), либо сократить время на операции, выполняемые на данных путях.

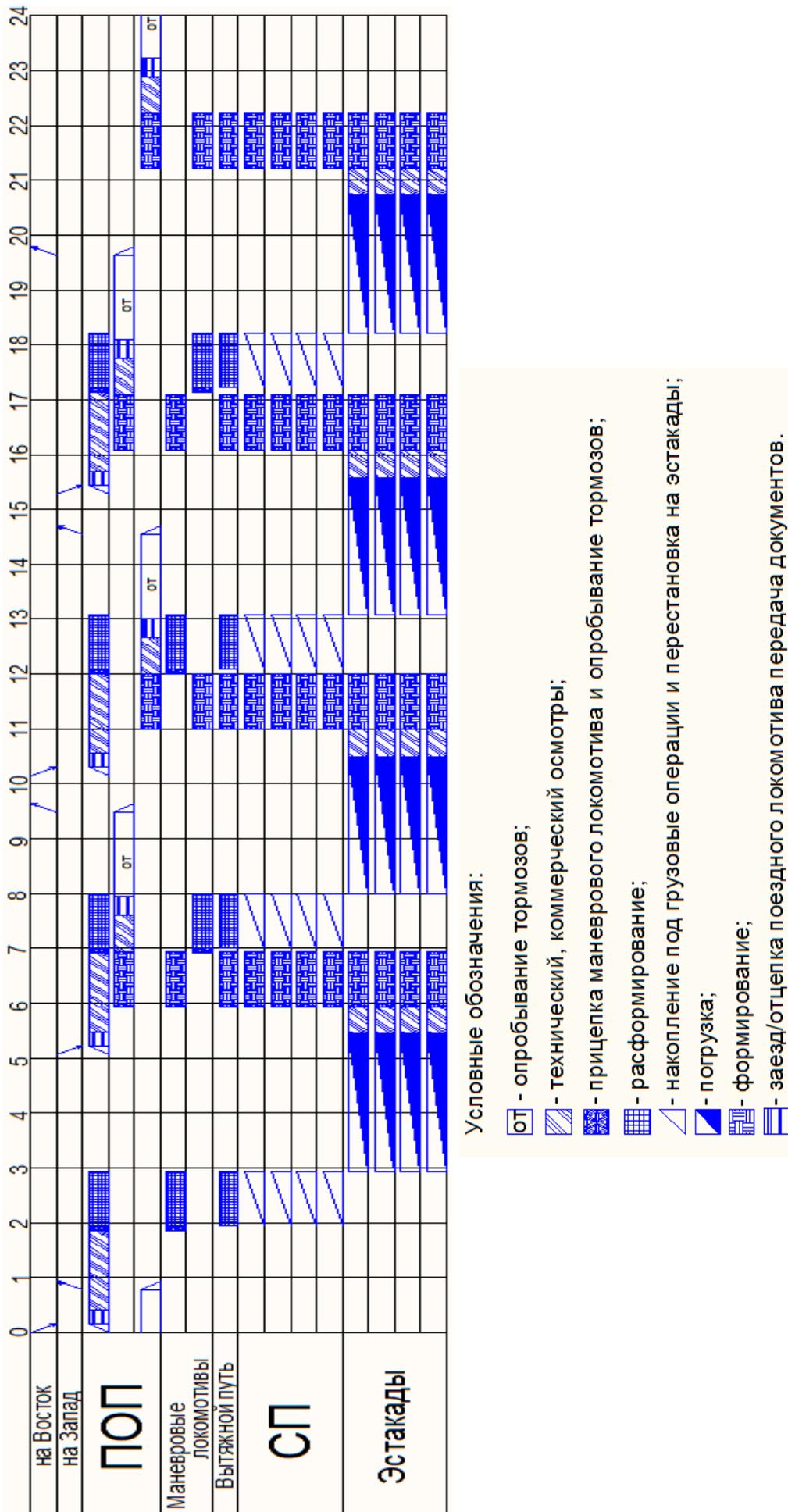


Рис. 4. Суточный план-график обработки четырех составов на пути необщего пользования ЗАО «НефтеХимСервис» при существующей технологии

Проанализируем работу ЗАО «НефтеХимСервис» при предполагаемом увеличении штата работников, занятых на техническом и коммерческом осмотрах составов. При этом, согласно новой технологии, осмотр состава в техническом отношении будут производить три ОРВ, вместо двух (по старому варианту), а в коммерческом отношении — два приемосдатчика, вместо одного.

При осуществлении данных мероприятий сократится время на технический и коммерческий осмотр, которое определяется по формуле:

$$T_{\text{нов}} = \frac{T_{\text{то(ко)}} \cdot N_{\text{сущ}}}{N_{\text{нов}}}, \quad (3)$$

где $T_{\text{то(ко)}}$ — время, необходимое для выполнения технического (коммерческого) осмотра при существующей технологии, мин;

$T_{\text{нов}}$ — время, необходимое для выполнения технического (коммерческого) осмотра после проведения предложенных мероприятий, мин;

$N_{\text{сущ}}$ — количество человек, задействованных в обработке состава при существующей технологии, чел;

$N_{\text{нов}}$ — количество человек, задействованных в обработке состава после проведения предложенных мероприятий, чел.

Технический осмотр на пути приема:

$$T_{\text{нов}}^{\text{то}} = \frac{86,4 \cdot 2}{3} = 57,6 \text{ мин.}$$

Технический осмотр на путях отправления:

$$T_{\text{нов}}^{\text{то}} = \frac{38,4 \cdot 2}{3} = 25,6 \text{ мин.}$$

Коммерческий осмотр на пути приема:

$$T_{\text{нов}}^{\text{то}} = \frac{60 \cdot 1}{2} = 30 \text{ мин.}$$

Коммерческий осмотр на эстакадах:

$$T_{\text{нов}}^{\text{то}} = \frac{30 \cdot 1}{2} = 15 \text{ мин.}$$

Технологический график обработки поезда на пути необщего пользования ЗАО «НефтеХимСервис» представлен на рисунке 5.

Как видно из технологических графиков обработки состава на пути необщего пользования ЗАО «НефтеХимсервис» (рисунки 1 и 5), время на обработку составов при увеличении количества работников можно сократить с 580 мин до 523 мин, т. е. на 57 мин.

Суточные планы-графики обработки четырех и пяти составов в сутки с учетом предлагаемых мероприятий по увеличению штата работников представлены на рисунках 6 и 7 соответственно.

Рассчитаем пропускную способность парков по путевому развитию после проведения мероприятий по увеличению штата:

Для пути приема:

$$N_{\text{шт}} = \frac{1440 \cdot 1}{(10+5+10+57,6+5+60)} = 9 \text{ поездов в сутки.}$$

Для путей отправления:

$$N_{\text{шт}} = \frac{1440 \cdot 2}{(60+1+25,6+10+10+1+90+1,6+0,5+0,2+10)} = 13 \text{ поездов в сутки.}$$

Перерабатывающая способность эстакад:

$$N_{\text{эст}} = \frac{1440 \cdot 4}{(150+15+60)} = 25 \text{ группы вагонов в сутки.}$$

Резерв парков по путям при обработке четырех составов в сутки после проведения мероприятий:

$$\text{Путь приема: } P = \left(1 - \frac{4}{9}\right) \cdot 100 = 55,56 \%, \text{ резерв достаточен.}$$

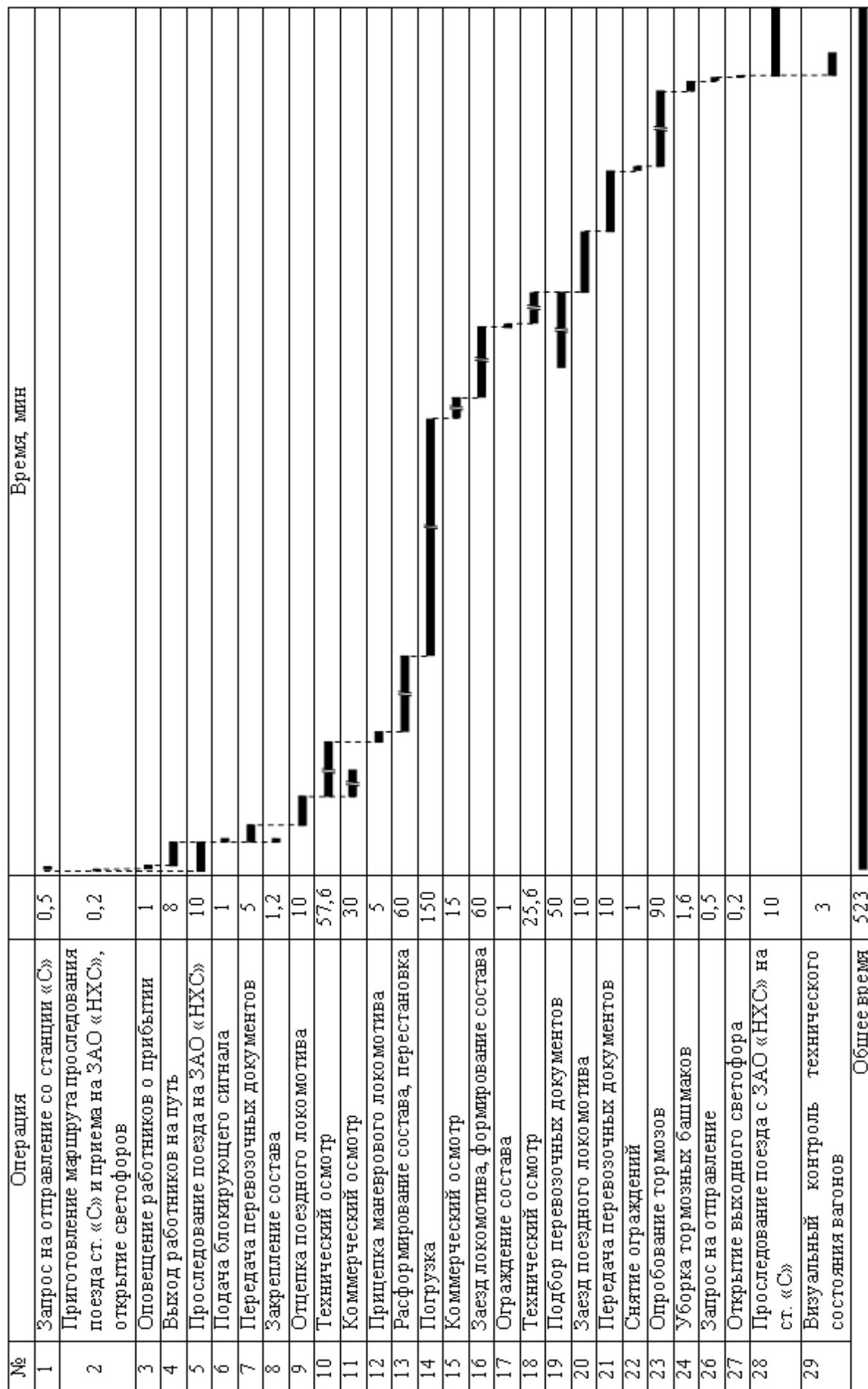


Рис. 5. Технологический график обработки состава на пути необщего пользования ЗАО «НефтеХимсервис» (новый вариант)

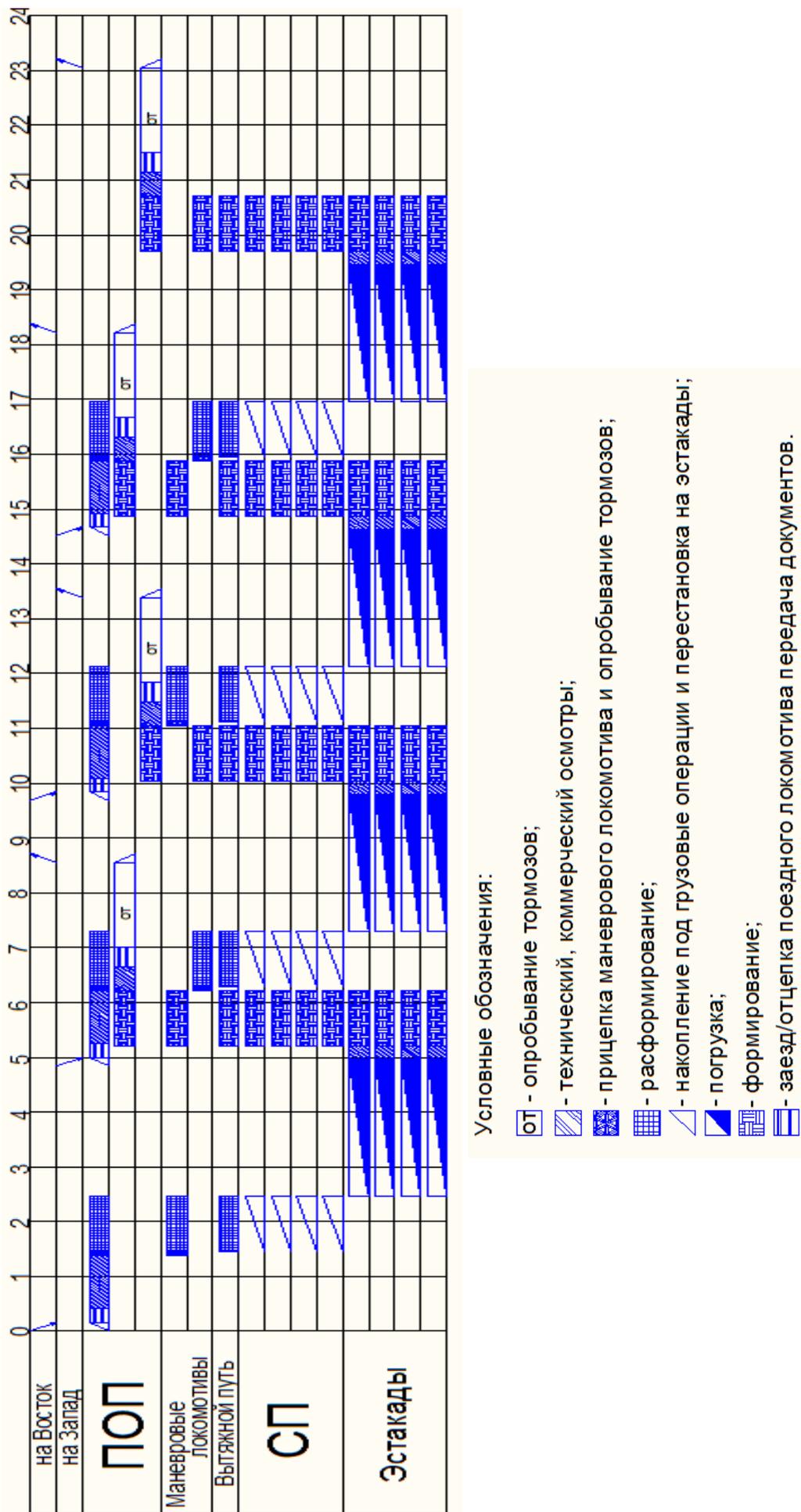


Рис. 6. Суточный план-график обработки четырех составов на пути необщего пользования ЗАО «НЕФтехимСервис» после проведения мероприятий

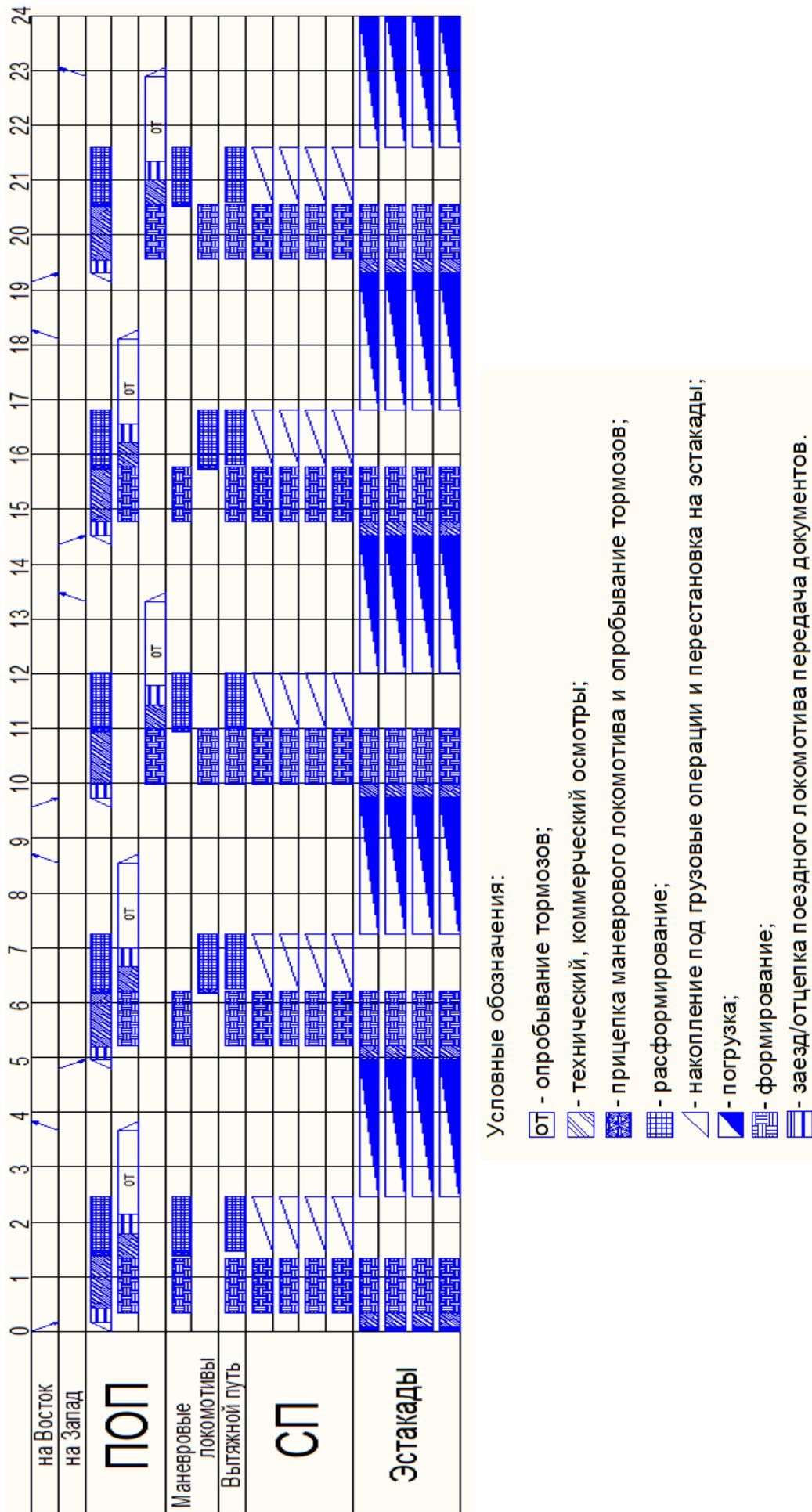


Рис. 7. Суточный план-график обработки пяти составов на пути необщего пользования ЗАО «НефтеХимСервис» после проведения мероприятий

Пути отправления: $P = \left(1 - \frac{4}{13}\right) \cdot 100 = 69,23\%$, резерв достаточен.

Эстакады: $P = \left(1 - \frac{16}{25}\right) \cdot 100 = 36\%$, резерв достаточен.

Резерв парков по путям при обработке пяти составов в сутки после проведения мероприятий:

Путь приема: $P = \left(1 - \frac{5}{9}\right) \cdot 100 = 44,44\%$, резерв достаточен.

Пути отправления: $P = \left(1 - \frac{5}{13}\right) \cdot 100 = 61,54\%$, резерв достаточен.

Эстакады: $P = \left(1 - \frac{20}{25}\right) \cdot 100 = 20\%$, резерв исчерпан.

Анализируя предложенные мероприятия и вышеприведенные расчеты, определяется максимальный годовой объем погрузки ЗАО «НефтехимСервис» по формуле:

$$Q_{\text{год}} = N_{\text{сут}} \cdot m \cdot q_{\text{ст}} \cdot k_{\text{мес}}, \quad (4)$$

где $N_{\text{сут}}$ — суточный объем переработки на ЗАО «НефтеХимСервис», сост;

m — количество вагонов в составе, 71 ваг/сост;

$q_{\text{ст}}$ — статическая нагрузка цистерны, т/ваг;

$k_{\text{дн}}$ — количество дней в году.

$$Q_{\text{год}} = 5 \cdot 71 \cdot 50 \cdot 365 = 6478750 \text{ т/год.}$$

Исходя из выполненных расчетов, можно сделать вывод, что планируемая погрузка вполне может быть обеспечена при реализации предложенных мероприятий при увеличении количества принимаемых составов до четырех.

Однако, как видно из расчетов резервов путей приема и отправления для обработки пяти составов в сутки достаточно, но начинают лимитировать погрузочные эстакады.

Следовательно, при увеличении объемов работы ЗАО «НефтеХимСервис» до пяти составов в сутки, необходимо также разработать дополнительные меры по увеличению перерабатывающей способности погрузочных эстакад.

Литература:

1. Правила перевозок опасных грузов по железным дорогам. М., 1997.
2. Аварийные карточки на опасные грузы, перевозимые по железным дорогам СНГ, Латвийской Республики, Эстонской Республики., М., 2001.
3. Система транспортной классификации и маркировки опасных грузов./В. В. Наперов, И. О. Тесленко — Новосибирск, 2010.
4. Исследование и разработка мероприятий по повышению безопасности перевозок наливных грузов: дис. канд. техн. наук/С. В. Черняков. — Новосибирск: СГУПС, 1999. — 200 с.
5. Правила перевозок грузов железнодорожным транспортом. — М., 2003. Ч. 1.
6. Межотраслевые нормы времени на погрузку, разгрузку вагонов, автотранспорта и складские работы. — М., 2000. — 151 с.
7. Семенов, В. М. Организация перевозок грузов: учебник./В. М. Семенов, В. А. Болотин, В. Н. Кустов и др. — М.: Академия, 2008. — 304 с.
8. Троицкая, Н. А. Транспортно-технологические схемы перевозок отдельных видов грузов: учеб. пособие для вузов по спец. «Организация перевозок и управление на транспорте»/Н. А. Троицкая, М. В. Шилимов. — М., 2010. — 231 с.

Линейные математические модели, учет неопределенностей

Давыдов Александр Станиславович, студент;
 Данилов Александр Максимович, доктор технических наук, профессор
 Пензенский государственный университет архитектуры и строительства

Определяются основные неопределенности в описании динамических систем в рамках линейных математических моделей; приводится метод их эффективной оценки, прошедшие практическую апробацию.

Ключевые слова: динамические системы, линейные модели, учет неопределенностей, оценка параметров.

При решении большинства практических задач (виброзащита, сейсмостойкость, мониторинг конструкций и сооружений, эргатические системы и др. [1,2]) при проектировании требуются эффективные, удобные в применении и доступные инженерные методы анализа и расчета процессов, протекающих в линейных процессах. Наибольшую трудность представляют собой анализ и синтез нестационарных систем. Прежде всего, трудности математического характера: дифференциальные уравнения с переменными коэффициентами не интегрируются в квадратурах; необходимость использования методов приближенных вычислений. Неизмеримо эти трудности возрастают при переходе к вероятностным задачам. В связи с большим разнообразием решаемых задач *актуальной* является разработка единого подхода к рассмотрению как стационарных, так и нестационарных систем в рамках теории непрерывных линейных систем.

При описании линейными моделями объект, хотя бы приближенно, должен быть линейным. Модель описывается некоторым числом параметров. Их значения должны быть выбраны так, чтобы, подавая на вход модели тот же входной сигнал, что и на вход объекта, можно было получить на ее выходе сигнал, отличающийся как можно меньше от того, который наблюдается на выходе объекта. Модель не должна содержать источников шумов, некоррелированных с соответствующими шумами объекта

(при усреднении они только увеличат среднеквадратичное значение между выходными сигналами). Предполагается, что имеется информация, содержащаяся в конечных во времени реализациях на входе и выходе, для определения передаточной функции объекта. Так же предполагается, что на выходной сигнал объекта накладывается шум (рис. 1,2); источники шума имеются как в самом объекте, так и в измерительных приборах.

Разность между выходными сигналами реальной системы и модели определится в виде

$$l(t) = y(t) + n(t) - q(t).$$

Передаточная функция модели $W(j\omega)$ определяется параметрами a_i .

После подстройки параметров получается наилучшая из практически реализованных моделей. Естественно, модель не будет абсолютно точной: *помехи и конечность времени наблюдения* сделают ее *параметры* до некоторой степени *неопределенными*. Поэтому актуальны оценка неопределенности произвольного параметра и получение аналитических зависимостей, связывающих неопределенность параметров с основными факторами при решении задачи синтеза модели. Эти зависимости могут использоваться для ответа на вопросы:

— каким должен быть период наблюдения для получения заданной точности модели;



Рис. 1. Структура сигналов в реальной системе: $x(t)$ — входной сигнал объекта, $y(t)$ — неслучайная часть выходного сигнала, $n(t)$ — случайная часть выходного сигнала



Рис. 2. Линейная модель: $x(t)$ — входной сигнал, $q(t)$ — выходной сигнал

— при каких входных сигналах достигается наименьшая неопределенность в значениях параметров?

Что же касается природы входного сигнала, то на этом этапе никакие специальные предположения не требуются.

Если этот сигнал записан и, таким образом, полностью известен, то не важно, генерируется он детерминированным или случайным источником. Можно показать, для случайных сигналов на входе объекта не требуется записей отдельных реализаций, а достаточно знать статистические характеристики источника этих сигналов. В качестве меры неопределенности значения параметра естественно принять среднеквадратичное значение дисперсии параметра a_i :

$$\overline{da_i^2} = \frac{2\pi \int_{-\infty}^{\infty} d\omega \cdot S_{xx}(\omega) \cdot S_{nn}(\omega) \cdot \left[\left(\frac{\partial W(j\omega)}{\partial a_i} \right)_{a_{i0}} \right]^2}{T \left[\int_{-\infty}^{\infty} d\omega \cdot S_{xx}(\omega) \cdot \left| \left(\frac{\partial W(j\omega)}{\partial a_i} \right) \right|^2 \right]^2}.$$

Здесь:

a_i — i -й параметр в передаточной функции модели $W(j\omega)$;

a_{i0} — значение параметров $W(j\omega)$, при которых модель и объект оказываются идентичными (фактически определенные значения параметров a_i);

$da_i = a_i - a_{i0}$ — отклонения параметров;

$\overline{da_i^2}$ — среднеквадратичное значение дисперсии параметра,

S_{xx} — спектральная плотность $x(t)$;

S_{nn} — спектральная плотность $n(t)$.

Как видим:

Литература:

1. Прошин, А. П., Данилов А. М., Королев Е. В., Смирнов В. А. Динамические модели при исследовании кластерообразования в композиционных материалах. Предельные системы/Известия высших учебных заведений. Строительство. — 2002. — №3. — с. 32.
2. Данилов, А. М., Гарькина И. А., Гарькин И. Н. Спектральные методы при анализе динамических систем/Региональная архитектура и строительство. — 2014. — №3. — с. 109–113.
3. Гарькина, И. А., Данилов А. М., Прошин И. А. Тренажеры модульной архитектуры для подготовки операторов транспортных систем/XXI век: итоги прошлого и проблемы настоящего плюс. — 2013. — №12 (16). — с. 37–42.
4. Гарькина, И. А., Данилов А. М., Пылайкин С. А. Практические методы идентификации транспортных эргатических систем/Альманах современной науки и образования. — 2013. — №8 (75). — с. 50–52.
5. Гарькина, И. А., Данилов А. М., Пылайкин С. А. Имитаторы движения транспортных средств/Альманах современной науки и образования. — 2013. — №7 (74). — с. 40–42.
6. Тюкалов, Д. Е., Данилов А. М. Моделирование и подготовка операторов транспортных эргатических систем/Молодой ученый. — 2015. — №3 (83). — с. 247–249

— входной сигнал $x(t)$ должен быть мощным и, насколько это возможно, лежать в частотном диапазоне, определяемом функцией влияния параметра;

— выходной шум должен быть слабым и, по возможности, находиться вне указанного выше диапазона.

— предпочтительнее пользоваться большим временем наблюдения T (неопределенность обратно пропорциональна квадратному корню из T).

Непосредственно из предыдущего вытекает необходимость:

— математического определения понятия непрерывной линейной системы (с сосредоточенными параметрами и классификация процессов, протекающих в системе),

— преобразования исходной системы уравнений динамики к видам, удобным для расчета и анализа процессов (в том числе, к одному линейному дифференциальному уравнению (порядок совпадает с порядком исходной системы)),

— разработки методов определения характеристик линейной (как колебательной, так и апериодической) системы; свободные колебания стационарных систем могут определяться на базе обобщенного характеристического уравнения.

Что касается вынужденных колебаний, то при их исследовании, как правило, сложность решения зависит от того, являются ли они следствием детерминированных или случайных воздействий. Наиболее сложный класс представляют собой системы со случайными параметрами.

Указанные вопросы наиболее четко проявились и успешно решались при анализе и синтезе транспортных систем (в том числе при разработке комплексов для подготовки операторов [3..6]).

Обучение аппаратному моделированию на базе микроконтроллерных плат

Данилов Олег Евгеньевич, кандидат педагогических наук, доцент
Глазовский государственный педагогический институт имени В. Г. Короленко (Удмуртская Республика)

В статье кратко описывается методика обучения аппаратному моделированию, основанная на тинкере.

Ключевые слова: микроконтроллер, аппаратное моделирование, обучение, микропроцессор, тинкеринг, Arduino, Freeduino, Processing.

Иногда обучение в школе проходит таким образом, что представляет собой уроки, на которых в больших объемах изучается теория без демонстрации применения полученных знаний на практике. Но чаще, все же, переход к практике осуществляется после изучения теории. Можно построить обучение иначе, начав с практических действий. Например, известным является факт, когда дети, чтобы разобраться в устройстве каких-то сложных конструкций, пытаются их разобрать. Также они проявляют значительный интерес, собирая различные поделки из деталей конструкторов. М. Банци предлагает использовать в обучении будущих инженеров тинкеринг (в буквальном переводе на русский — лужение) [1, с. 10]. Так иногда называют процесс создания чего-либо, без понимания того, как это можно сделать, под влиянием внезапного порыва, игры воображения и любопытства. Это предполагает произвольное комбинирование, стыковку деталей без каких-либо инструкций и разгадывание принципов работы различных устройств.

Именно на таких принципах можно построить раннюю стадию изучения микропроцессорных устройств и их программирования. В настоящее время широкое распространение среди радиолюбителей получила аппаратная платформа Arduino, которая содержит простой интерфейс

ввода-вывода и поддерживает среду программирования, реализующую язык Processing. Такая платформа может служить основой для разработки устройств, работающих под управлением программного обеспечения, установленного на соединенном с этим устройством компьютере. Соединение, чаще всего, осуществляется посредством USB-интерфейса. Открытыми являются как архитектура самой платформы, так и программное обеспечение, способное работать в операционных системах Windows, Mac OS и Linux.

Важной частью в методике обучения аппаратному моделированию, которым должен владеть современный инженер, является обучение интерактивному проектированию. Оно представляет собой процесс создания ряда прототипов с постоянно возрастающей степенью приближения к задуманной модели. Аппаратное моделирование применяется для создания прототипов устройств. В нашем случае это электронные устройства на базе микроконтроллеров. Как правило, они представляют собой интерактивные устройства, то есть такие, которые предполагают взаимодействие с людьми. Взаимодействие осуществляется с помощью различных датчиков и механизмов, управляемых микропроцессором. Все это работает согласно написанной создателем устройства компьютерной программе.

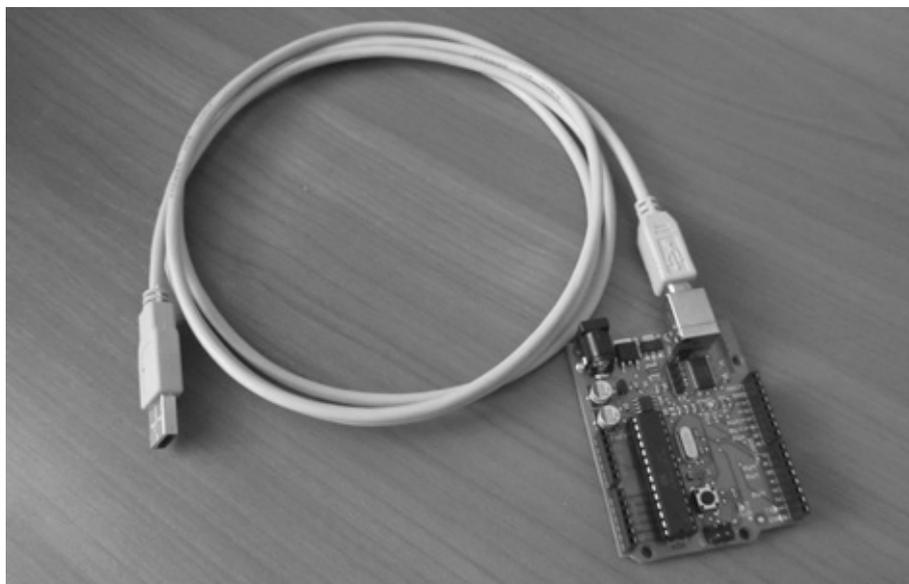


Рис. 1. Плата Freeduino с USB-кабелем

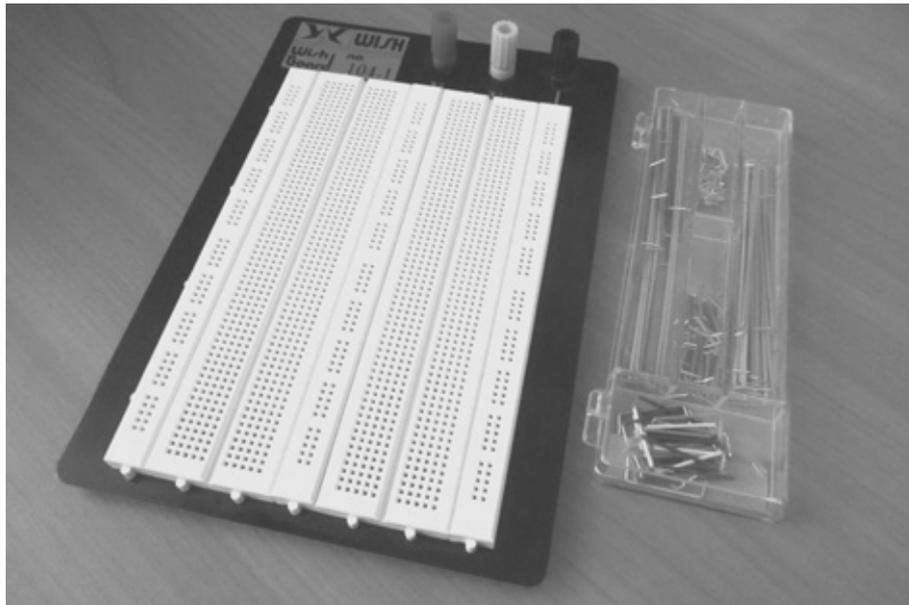


Рис. 2. Макетная плата и соединительные проводники

Создание платформ, подобных Arduino, позволило сделать аппаратное моделирование доступным даже школьникам, так как этот процесс стал простым и понятным даже тем, кто не владеет языками программирования высокого уровня.

В своей практике мы используем платы Freeduino, которые функционально соответствуют плате Arduino (рис. 1) [2, с. 26]. Для размещения дополнительных компонентов устройств мы используем платы расширения и макетные платы (рис. 2). Среда программирования для раз-

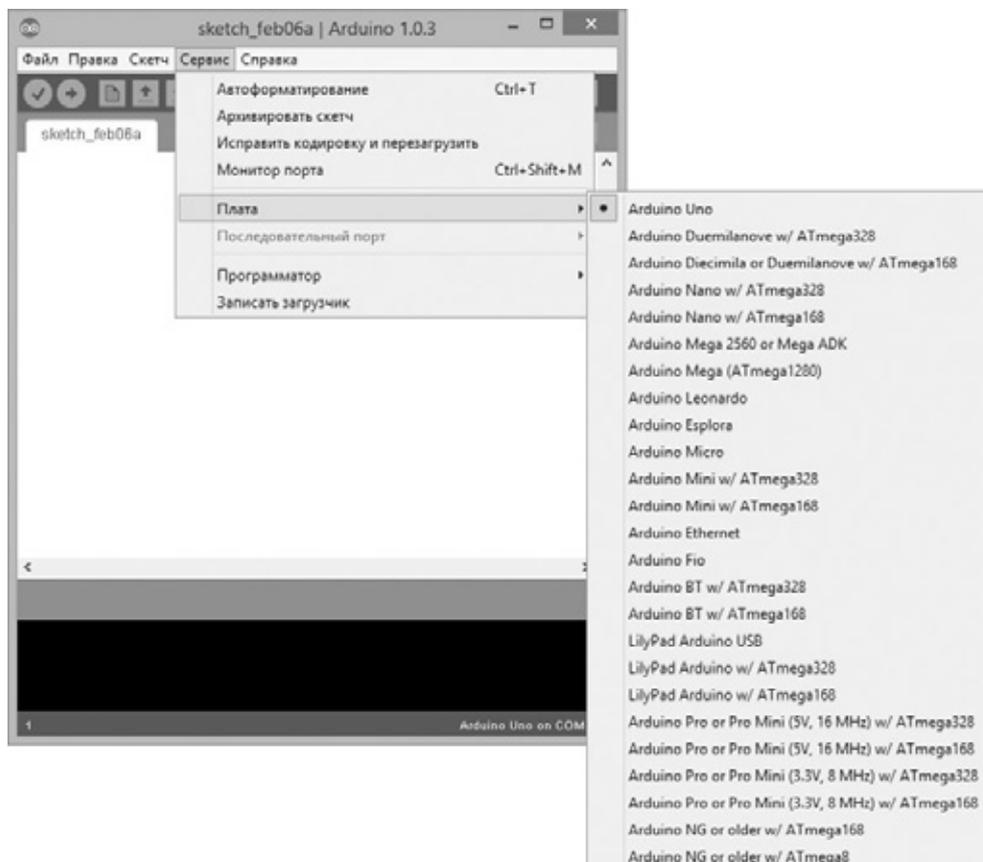


Рис. 3. Среда программирования

личных плат, аналогов Arduino, имеет внешний вид, представленный на рис. 3. Используемый в ней язык программирования Processing, о котором уже было сказано ранее, представляет собой простой подязык известного языка программирования C. Считается, что он специально разработан для пользователей, не являющихся профессиональными программистами.

Фактически основной идеей тинкеринга является игра в технологию. Иногда эта игра даже не имеет цели, зато всегда имеет какой-то результат (пусть даже и отрицательный). В процессе такой игры учащиеся могут использовать старые электронные (а иногда и не электронные)

игрушки, предметы быта и т.п. Важным является то, что использование среды программирования, которую используют учащиеся в моделировании, позволяет им узнать о новых способах программирования. Эти способы предполагают применение инструментов визуализации функций в виде боксов, из которых программист конструирует модули программы, соединяя их в различные комбинации. Это является своеобразным программным экспериментированием (или экспериментальным программированием), что, как правило, нехарактерно для традиционного программирования.

Литература:

1. Банци, М. Arduino для начинающих волшебников/М. Банци. — М.: Рид Групп, 2012. — 128 с.
2. Соммер, У. Программирование микроконтроллерных плат Arduino/Freduino/У. Соммер. — СПб.: БХВ-Петербург, 2012. — 256 с.

О работе конструкции с основанием под действием динамических нагрузок

Жураев Тойир Омонович, старший преподаватель
Бухарский инженерно-технологический институт (Узбекистан)

Муродов Машраб Ашрабович, преподаватель
Бухарский колледж нефтяной и газовой промышленности (Узбекистан)

Хасанова Шаходат Юсуфовна, студент
Бухарский инженерно-технологический институт (Узбекистан)

В работе предложено решение вертикального и крутильного колебания вязкоупругого полупространства при применении идеи комплексных модулей упругости. Уравнение движения механической системы получено на основе принципа Даламбера.

Ключевые слова: колебания, волны расширения, вязкоупругое полупространство, скальная порода, уравнение движения.

Колебания основания - одна из главных задач, имеющих всестороннее техническое применение, например, в таких областях, как фундаменты под стенки, разного вида конструкции дорожных покрытий и аэродромов и т. п. Решение проблемы вертикального и крутильного колебаний упругого полупространства было представлено, в частности, в работе О.Я. Шехтер [1]. В настоящей работе предложено решение проблемы вертикального и крутильного колебания вязкоупругого полупространства при применении идеи комплексных модулей упругости. Предлагаемая работа посвящена проблеме динамической совместной работы конструкции с основанием при сейсмических действиях, распространяющихся из уровня горного массива через слоистую групповую среду по направлению к конструкции. Внимание сосредоточивается на экстремальном случае действия вертикально распространяющихся поперечных сейсмических волн, их отражений и переходов через слоистую среду грунта. Уравнение движения распространения волн имеет следующий вид:

$$\frac{\partial^2 \mathcal{G}}{\partial t^2} - c^2 \frac{\partial^2 \mathcal{G}}{\partial z^2} = 0, \quad c = \sqrt{\frac{G}{\rho}} \quad (1)$$

где G — модуль сдвига; ρ — плотность материала. Решение дифференциального уравнения (1) [1] запишем следующим образом:

$$\mathcal{G}(z, t) = f_1\left(t - \frac{z}{c}\right) + f_2\left(t + \frac{z}{c}\right). \quad (2)$$

На границе $z = 0$: $\mathcal{G}(o, t) = f_1(t) + f_2(t)$, т.е. $f_1(t) = f_2(t)$, тогда $\mathcal{G}(o, t) = 2f_1(t)$.

$$\alpha_{ik} = \frac{2}{1 + \frac{\rho_k c_k}{\rho_i c_i}}; \alpha_{ki} = \frac{2}{1 + \frac{\rho_i c_i}{\rho_k c_k}}; \beta_{ik} = \frac{\frac{\rho_i c_i}{\rho_k c_k} - 1}{\frac{\rho_i c_i}{\rho_k c_k} + 1}; \beta_{ki} = \frac{\frac{\rho_k c_k}{\rho_i c_i} - 1}{\frac{\rho_k c_k}{\rho_i c_i} + 1}.$$

Решения разработано для n -слойной системы в печение исследования изменений во времени приходящих и отходящих волн от гранулы слоев, на скальной породе и на поверхности грунта. Для одно- и двухслойной системы решение приспособлено для вычислительной точки зрения менее трудной версии, при которой исследуются изменения во времени колебаний на уровне скального массива, и на поверхности грунта. Для строительной конструкции — жесткого фундамента при горизонтально действующем сейсмическом движении разработаны две версии расчета. В первой версии, проблема колебаний жесткого фундамента решается классическим способом, т.е. отдельно при нагружении сейсмическим ускорением на поверхности грунта $\ddot{x}(t)$ по отношению

$$\ddot{x}(t) = \alpha_{01} \sum_{j=1}^{j_{\max}} 2\beta_{01}^{j-1} e^{-\varepsilon H_1(2j-1)} \ddot{x}_0 \left(t - \frac{H_1(2j-1)}{C_1} \right).$$

Вторая версия состоит в том, что в нагрузочном сейсмическом ускорении $\ddot{x}(t)$ учитываются и действия вторичных отраженных волнений в грунтовой среде, вызванных колебанием конструкции. Расчет колебания фундамента осуществляется с помощью уравнений

$$\begin{aligned} m\ddot{u}(t) + k_{11}\dot{u}(t) + k_{12}\dot{\phi}(t) + C_{11}u(t) + C_{12}\phi(t) &= -m\ddot{\alpha}(t) \\ I\ddot{u}(t) + k_{21}\dot{u}(t) + k_{22}\dot{\phi}(t) + C_{21}u(t) + C_{22}\phi(t) &= 0 \end{aligned} \tag{3}$$

где $k_{11}, k_{12}, k_{21}, k_{22}$, — коэффициенты демпфирования; $C_{11}, C_{12}, C_{21}, C_{22}$, — коэффициент жесткости. Уравнения (3) являются линейными и легко решаются аналитическим путем. Результаты расчетов представлены в таблице.

ξ	$u_m \cdot 10^{-3}$	$\dot{u}_m \cdot 10^{-1}$	$\ddot{u} \text{ м/с}$	$\varphi \text{ град} \cdot 10^{-4}$
0,30	0,206	0,047	0,238	0,128
0,15	0,198	0,058	0,256	0,136
0,0	0,210	0,079	0,288	0,146

Для получения численного решения мы использовали следующие исходные данные $\Delta t = 0,005 \text{ с}$; $\varepsilon = 0,005$; $j_{\max} = 5$. Таким образом в работе разработаны методы для расчета многослойного фундамента, при воздействии динамических нагрузок.

Литература:

1. О. Я. Шехтер. Об учете инерционных свойства грунта при расчете вертикальных вынужденных колебаний массивных фундаментов//НИИ Симн. 12, Вибрации оснований и фундаментов, Москва, 1948.
2. G. N. Vucroft. Forced Vibrations of rigid circular plate on a semi infinite elastic space and on an elastic stratum// Phil. Trans. Roy. Soc. London, Sen. A, 248, 1956, 327–368.
3. Рашидов, Т.Р. Динамическая теория сейсмостойкости сложных систем подземных сооружений.-Ташкент. Фан. 1973.–182 с.
4. Бозоров, М. Б., Сафаров И. И., Шокин Ю. И. Численное моделирование колебаний диссипативно однородных и неоднородных механических систем. СО РАН, Новосибирск, 1966. — 188 с.
5. Рашидов, Т. Р., Хожиметов Г. Х., Мардонов Б. М. Колебания сооружений, взаимодействующих с грунтом. — Ташкент. Фан. 1975. — 174 с.
6. Т. О. Жўраев. Жураев Т. О. Нестационарные колебания деформируемого полупространства при воздействии взрывных нагрузок. — Т.: «Fan va texnologiya», 2013, 112стр.
7. Жўраев, Т. О. Цилиндрические защитные сооружения при воздействии взрывных нагрузок // Проблемы механики, № 1, 2005. — с. 52–55.

8. Сафаров, И. И., Едгоров У.Т., Жураев Т. О., Джумаев З.Ф. Об установившихся колебаниях трехслойных цилиндрических тел // Проблемы механики. 2000. № 1, — с. 31–34.
9. Сафаров, И.И., Едгоров У.Т., Жураев Т. О Численный анализ статической жесткости амортизаторов-втулок // Проблемы механики. 1999 № 1, — с. 42–46
10. Ахмедов, Ш.Р., Жураев Т.О., Жумаев З.Ф. Воздействие плоской продольной упругой волны на выемки треугольного профиля // Проблемы механики. — №3. — 2000. — с. 53–55.

Восстановление рабочей поверхности гильз цилиндров двигателей внутреннего сгорания автомобилей

Захаров Юрий Альбертович, кандидат технических наук, доцент;

Булатов Руслан Рафаэлевич, студент

Пензенский государственный университет архитектуры и строительства

Гильзы цилиндров ДВС подвергается значительным нагрузкам в процессе работы. Жесткие условия эксплуатации гильз цилиндров приводят к появлению разнообразных дефектов, которые необходимо устранять для обеспечения работоспособности ДВС. Для каждого вида дефектов гильз существуют различные способы и устройства для их устранения, в частности для восстановления геометрии и размеров изношенной рабочей поверхности. Все эти способы и устройства для их применения имеют свои достоинства и недостатки, которые необходимо учитывать при выборе рационального способа восстановления рабочей поверхности гильз цилиндров.

Ключевые слова: гильза, цилиндр, восстановление, ремонт, рабочая поверхность гильзы, износ, осаднение, наплавка.

Рабочая поверхность гильз цилиндра ДВС представляет собой внутреннюю цилиндрическую поверхность, обработанную по пятому качеству качества. Такой качество обработки является наивысшим, применяемым в машиностроении и обеспечивает очень низкую шероховатость. В связи с этим рабочую поверхность гильз цилиндров называют «зеркалом» цилиндра или гильзы.

В процессе эксплуатации ДВС, рабочая поверхность гильз цилиндров испытывает значительные нагрузки при высоких температурах, что приводит к появлению таких дефектов как: износ рабочей поверхности, увеличение шероховатости, изменение макрогеометрии (овальность конусность седлообразность и т.д.), нагар, раковины, трещины и сколы. При дефектации рабочей поверхности гильз цилиндров ДВС определяют геометрические размеры и форму изношенной гильзы, а также шероховатость ее зеркала. Наличие трещин, сколов, раковин и т.д. приводит к отбраковке гильзы [1–3].

В основном, восстанавливают рабочую поверхность гильзы цилиндров механической обработкой под ремонтный размер, но может применяться нанесение слоя металла или изменение геометрии гильзы за счет пластического деформирования.

Механическая обработка рабочей поверхности гильз цилиндров под ремонтный размер осуществляется растачиванием, хонингованием, шлифованием или комбинацией этих обработок.

Растачивание и хонингование гильз цилиндров в основном применяется при износе внутренней поверхности до диаметра, превышающего предельное значение, при овальности и конусности на рабочем участке более допустимых размеров.

По величине износа внутренней поверхности гильзы сортируют на три группы. Первая группа гильз — с внутренним диаметром в пределах допуска на новую гильзу; вторая группа — с внутренним диаметром, превышающим номинальный не более чем на 0,2 мм, и третья группа — с внутренним диаметром, превышающим номинальный на 0,15...0,2 мм, но не более чем на 0,4 мм [1–3].

Гильзы первой группы могут быть использованы без ремонта или после хонингования внутренней поверхности до удаления неровностей и следов коррозии. Хонингование гильз производят на хонинговальных станках, например на станке ЗГ833 головками ПТ-1085А с шлифовальными брусками К36–5 СМ1-С1К и К33-М20 СМ1-С1К. В качестве охлаждающей жидкости рекомендуется применять керосин. Иногда к нему добавляют 10...20% веретенного масла.

Также для хонингования цилиндров применяются бруски из синтетических алмазов, обеспечивающие значительное повышение производительности процесса, точности обработки, уменьшение шероховатости поверхности. Стойкость брусков из синтетических алмазов в десятки раз выше стойкости обычных брусков. Для предварительного хонингования могут быть ис-

пользованы бруски АС12М1, а для окончательного АСМ40М1.

Гильзы второй группы ремонтируют хонингованием или шлифованием на внутришлифовальном станке с последующим окончательным хонингованием.

Гильзы третьей группы ремонтируют растачиванием внутренней поверхности с последующим предварительным и окончательным хонингованием до ремонтного размера. В процессе растачивания и хонингования нагрев гильзы допускается не более 50...60° С.

Растачивают гильзы на вертикально-расточных станках, на пример на алмазно-расточном станке –278Н расточными резцами с пластинками из твердого сплава ВК2 или ВКЗМ. Гильзы на станке центрируют при помощи оправки, вставленной в шпиндель станка. Шаровой конец оправки должен входить в цилиндр на глубину 3... 4мм. При установке резца для растачивания необходимо учесть припуск на хонингование в пределах 0,06...0,12мм на диаметр. Внутренняя рабочая поверхность расточенной гильзы может иметь овальность не более 0,04мм, конусность не более 0,05мм, шероховатость поверхности должна быть не ниже 6-го класса чистоты [1, 4–5].

Для того чтобы получить высокую чистоту рабочей поверхности, гильзу хонингуют. Для хонингования гильзы применяют подпружиненную хону, в которой каждый брусок прижимается к поверхности гильзы отдельной пружиной. Обработка такими хонами служит не для изменения размеров, а для придания поверхности нужной шероховатости.

При предварительном хонинговании расточенной гильзы до ремонтного размера оставляют припуск на окончательное хонингование в пределах 0,01...0,03мм на диаметр. После предварительного хонингования на внутренней поверхности гильзы не должно быть следов износа, неровностей. Овальность не должна превышать 0,04мм, а конусность — 0,05мм.

После окончательного хонингования диаметр внутренней поверхности гильзы должен находиться в пределах допуска на ремонтный размер, а овальность и конусность не должны превышать 0,03мм. Шероховатость поверхности должна быть не ниже 9-го класса чистоты.

Данный способ широко применяют при ремонте цилиндро-поршневой группы двигателей, однако при износе внутренней поверхности гильз больше последнего ремонтного размера деталь обычно выбраковывают, тем самым увеличиваются затраты на приобретение новой детали.

При небольшой величине износа растачивание можно заменить шлифованием. Внутреннюю рабочую поверхность гильзы шлифуют до выведения следов износа. Овальность рабочей поверхности гильзы в нижнем и верхнем поясах, а также конусность поверхности на длине гильзы допускается не более 0,06мм. Разрешается наличие нетронутой шлифовальным камнем выработки от верхнего поршневого кольца. Кроме того, допу-

скается наличие нетронутого камнем площадок на высоте не более 50мм от нижнего края гильзы, общей площадью не более 20см².

Для шлифования гильзы применяют круг ПП-125–50–50 на керамической связке СМ1, зернистостью 12...16. После шлифования рабочей поверхности гильзы наружную поверхность подвергают пескоструйной очистке и цинкованию [1–2, 5].

Такая последовательность выполнения операций принята потому, что на некоторых гильзах в процессе шлифования не удается устранить следы износа. Эти гильзы бракуют. Следовательно, цинкование наружной поверхности гильз до шлифования рабочей поверхности нецелесообразно.

Один из недостатков восстановления гильз обработкой под ремонтный размер — резкое (на 20...30%) снижение их ресурса из-за уменьшения твердости поверхности. Для его повышения гильзы упрочняют пластическим деформированием, электромеханическим способом, плосковершинным хонингованием, закалкой ТВЧ, лазерной обработкой и т. д.

При восстановлении гильз возможно использование способа электроимпульсного нанесения покрытий. Электроимпульсное нанесение покрытий основано на импульсном разряде конденсатора через проволоку напыляемого металла. При этом происходит взрывное плавление проволоки и осаждение расплавленных мелких частиц металла на внутренней поверхности гильзы. Такой способ применяется редко ввиду невысокого качества получаемого покрытия и возникновения местного нагрева гильзы, который может привести к короблению и (или) возникновению внутренних напряжений [1, 6].

Применяется восстановление рабочей поверхности гильзы цилиндров гальваническими покрытиями. Сущность способа состоит в том, что при прохождении постоянного электрического тока через раствор солей металла в воде (электролит) в нем образуются положительно и отрицательно заряженные ионы [1–2, 5]. Положительно заряженные ионы перемещаются к отрицательному электроду-катоде, которым является металлическая деталь, и осаждаются на ее поверхности, прочно с ней сцепляясь. Отрицательно заряженные ионы перемещаются к положительному электроду-аноду и выделяются на нем. В качестве электролитов, как правило, применяются водные растворы солей, кислот и щелочей.

Осажденные при электролизе металлы отличаются по своим свойствам от литых металлов тем, что кристаллическая решетка их искажена вследствие различных условий кристаллизации. Недостатком восстановления гильз электролитическими покрытиями является небольшая толщина наносимого покрытия, большая продолжительность нанесения покрытия, неравномерность наносимого слоя и недостаточная прочность сцепления покрытия с основой (рабочей поверхностью).

Для устранения этих недостатков применяют гальваномеханическое осаждение покрытий. Отличительной

его особенностью является то, что в процессе электролиза покрываемая поверхность подвергается механическому активированию (царапанию) абразивными или алмазными инструментами в виде лент или брусков, которые перемещаются в межэлектродном пространстве [7]. Механическое активирование способствует снижению перенапряжения разряда осаждаемого металла за счет уменьшения концентрационных ограничений, интенсивного удаления с поверхности катода пассивирующей плёнки, гидроокисей и газообразного водорода. Все это позволяет значительно увеличивать рабочие плотности тока при нанесении хрома, никеля, кобальта, меди и существенно повышать скорость их осаждения. Недостатком данного способа является сложность приобретения необходимого оборудования, сравнительно высокая стоимость материалов, используемых при восстановлении.

Кроме перечисленных способов восстановления применяют способ пластического деформирования [1–3]. Способ заключается в нагреве наружной поверхности гильзы в индукторе в течение нескольких секунд до температуры 700...7500С и последующем быстром охлаждении в масле. При этом рабочая часть гильзы сокращается

на величину до 0,1 мм, что позволяет дальнейшей механической обработкой восстановить требуемый размер. Нагрев и охлаждение детали ведут в процессе перемещения детали, относительно источников со скоростью не более 3...4 мм/с.

Таким образом, существующие технологии позволяют восстанавливать изношенную рабочую поверхность гильз цилиндров ДВС, однако при выборе способа восстановления работоспособности гильзы необходимо учитывать следующее:

1. Величину износа.
2. Вид износа, его форма и характер повреждений.
3. Первичное состояние гильзы (новая или ремонтная).
4. Тип и материал гильзы.
5. Наличие дефектов других поверхностей гильзы.
6. Стоимость работ по восстановлению.
7. Производительность восстановления и годовую программу ремонта.

На сегодняшний день наибольшее распространение получил способ механической обработки под ремонтный размер, ввиду его простоты, доступности оборудования и стабильности.

Литература:

1. Воловик, Е. Л. Справочник по восстановлению деталей [Текст]/Е. Л. Воловик. — М: Колос, 1991 г.
2. Одинцов, Л. Г. Упрочнение и отделка деталей поверхностным пластическим деформированием [Текст]/Л. Г. Одинцов. — М: Машиностроение, 1997 г.
3. Захаров, Ю. А. Упрочнение деталей автомобилей типа «вал» и «ось» [Текст]/Ю. А. Захаров, Е. В. Ремизов, Г. А. Мусатов // Молодой ученый. — 2014. — №20. — с. 141–143.
4. Китаев, Ю. А. Восстановление деталей с последующей ФАБО [Текст]/Ю. А. Китаев, И. А. Спицын, А. Ю. Китаев // Механизация и электрификация сельского хозяйства. — 1995. — №1 — с. 25.
5. Молодык, К. В. Восстановление деталей машин [Текст]/К. В. Молодык, А. С. Зенкин. — М.: Машиностроение, 1993 г.
6. Технология электромеханической обработки материалов [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://www.vstu.ru/razrabotka/tekhnologiya-elektromekhanichesk.html>
7. Захаров, Ю. А. Преимущества гальваномеханического осаждения металлов при восстановлении деталей мобильных машин [Текст]/Ю. А. Захаров, Е. В. Ремизов, Г. А. Мусатов // Молодой ученый. — 2015. — №1. — с. 66–68.

Основные эксплуатационные дефекты гильз цилиндров двигателей внутреннего сгорания автомобилей

Захаров Юрий Альбертович, кандидат технических наук, доцент;

Булатов Руслан Рафаэлевич, студент

Пензенский государственный университет архитектуры и строительства

Техническое состояние гильз цилиндров во много определяет тягово-экономические показатели двигателя и его ресурс. Различают несколько основных эксплуатационных дефектов гильз ДВС, классификация и причины возникновения, которых, а также способы устранения рассмотрены в данной статье.

Ключевые слова: гильза цилиндра, двигатель внутреннего сгорания, эксплуатационный дефект, расход топлива, компрессия, износ, трещины.

Гильза цилиндра двигателя внутреннего сгорания представляет собой цилиндрическую вставку, формирующую рабочий объем двигателя и определяющая положение поршня при его движении. От технического состояния гильз цилиндра ДВС зависят такие параметры как мощность, расход топлива, компрессия, расход масла и так далее [1–3].

Основные дефекты гильз цилиндров ДВС, образующиеся при эксплуатации: трещины, износ наружной поверхности, излом бурта, износ посадочных поясков, износ внутренней (рабочей) поверхности.

8. Трещины.

Трещины на поверхности гильз цилиндров могут возникать от перегрева ввиду превышения предельно допустимой нагрузки на двигатель, неполноценной работы системы охлаждения, под воздействием ударных нагрузок, из-за «размораживания» охлаждающей жидкости двигателя или при нарушении технологии ремонта (перетяжка болтов, перекосы при запрессовке и так далее) [4–6].

В результате чрезмерного нагрева, а иногда и от резкого охлаждения в гильзах появляться микротрещины, которые под действием температуры и ударных нагрузок могут привести к физическому разрушению гильзы, что в конечном итоге вызовет потерю работоспособности цилиндропоршневой группы и двигателя в целом.

При дефектации трещины в гильзах можно обнаружить с помощью рентгенографического исследования, с помощью ориентирования металлических опилок вдоль трещины под воздействием магнитных полей или путем применения смазок и жидкостей, имеющих высокую проникающую способность. При обнаружении трещин гильзы не подлежат ремонту или восстановлению и выбраковываются [4, 7].

9. Износ наружной поверхности.

Как правило, большая часть наружной поверхности находится в непосредственном контакте с охлаждающей жидкостью, в связи с этим, основными причинами повреждения этой поверхности гильз является квантованное изнашивание и коррозионные процессы. Величина повреждений наружной поверхности может быть значительно снижена путем применения специализированных охлаждающих

жидкостей (антифризов), имеющих в своем составе антикоррозионные, противопенные и другие присадки [2, 5–8].

Наличие дефектов наружной поверхности гильз может приводить к протечкам охлаждающей жидкости в картер двигателя и взаимодействия с моторным маслом, в результате чего образуется масляная эмульсия, не способная полноценно выполнять свою работу. Либо возможно загрязнение охлаждающей жидкости моторным маслом.

Устранение таких дефектов возможно путем нанесения полимерных композиций на изношенные поверхности [1–3, 7–8].

10. Излом бурта.

Основными причинами излома бурта гильзы являются: наличие посторонних частиц при запрессовке; неровности и перекосы в области седла буртика в блоке цилиндров; неподходящая по высоте и размерам прокладка головки блока цилиндров; нарушения технологии обработки при ремонте и восстановлении.

Иногда головка блока цилиндров имеет канавку по всему периметру, в которую входит противопожарный борт, причем головка и гильза цилиндра не должны соприкасаться. Если вследствие перекоса или повреждения головка блока требует выравнивания, канавка должна быть пропорционально увеличена. В противном случае есть опасность того, что усилие будет направлено не на прокладку, как должно быть, а на противопожарный борт гильзы цилиндра.

Если данный дефект гильзы не будет вовремя обнаружен, то после пуска двигателя сломанная гильза сдвинется в направлении коленчатого вала, и как только место излома окажется на высоте первого поршневого кольца, поршневое кольцо выскочит выше места излома. При обратном ходе поршня он вдавит гильзу цилиндра. Вращающийся коленчатый вал разобьет гильзу, поршень и шатун также будут повреждены.

Устранить такой дефект можно с помощью пластической деформации, наплавки или приварки стальной ленты с последующей механической обработкой.

11. Износ посадочных поясков гильзы.

Износ посадочных поясков частично связан с кавитационным изнашиванием. Признаком дефекта гильз явля-

ются глубокие раковины на поверхности поясков, что является следствием явления кавитации или коррозии.

В процессе работы возникает вибрация гильзы, что также вызывает износ посадочных поясков гильзы.

В реальных условиях эксплуатации двигателей возможно появление овальности посадочных поясков гильзы, вызванное кавитационным разрушением или отложением накипи в зазорах посадочных поясков гильзы в блоке.

Устранить подобный дефект можно также с помощью пластической деформации, наплавки или приварки стальной ленты с последующей механической обработкой.

12. Износ внутренней поверхности цилиндров.

Во время работы двигателя зеркало цилиндров подвергается абразивному и механическому изнашиванию вследствие проникновения в двигатель пыли. Много пыли попадает в цилиндры с воздухом через впускной трубопровод, если имеются неплотности в месте его крепления, или с топливом и маслом при их небрежном хранении.

Механическое изнашивание зеркала гильзы цилиндра больше в верхней части, чем в нижней, так как в верхней части давление значительно выше. Когда в конце такта сжатия в цилиндре сгорает рабочая смесь, то резко повышается давление образовавшихся горячих газов, и первое компрессионное кольцо сильно прижимается к зеркалу цилиндра.

В ВМТ скорость поршня снижается до нуля, масляная пленка выгорает, и первое поршневое кольцо вступает непосредственно в контакт с зеркалом цилиндра. При движении поршня вниз (в первый момент) происходит интенсивное изнашивание зеркала цилиндра и поршневого кольца.

Кроме износа по длине также наблюдается износ в направлении, перпендикулярном оси коленчатого вала, т.е. овализация гильз. Овализация гильз цилиндров вызывается как неравномерностью изнашивания, так и остаточными деформациями, возникающими от сил давления газов и бокового усилия поршня. Наибольшая овальность гильзы происходит в верхнем поясе в зоне расположения верхнего поршневого кольца при положении поршня в верхней мертвой точке.

Устранить износ внутренней поверхности гильзы можно с помощью растачивания, хонингования, шлифования, наплавки, осаждением гальванопокрытий, металлизацией [8].

Таким образом, гильзы цилиндров двигателей внутреннего сгорания при работе испытывают большие нагрузки, они подвержены пяти основным эксплуатационным дефектам, каждый из которых имеет свои причины для появления и может быть устранён тем или иным способом, применяемым в авторемонтном производстве.

Литература:

1. Захаров, Ю.А. Анализ способов восстановления корпусных деталей транспортно-технологических машин и комплексов [Текст]/Ю.А. Захаров, Е.В. Ремизов, Г.А. Мусатов // Молодой ученый. — 2014. — №19. — с. 202–204.
2. Захаров, Ю.А. Основные дефекты корпусных деталей автомобилей и способы их устранения, применяемые в авторемонтном производстве [Электронный ресурс]/Ю.А. Захаров, Е.В. Ремизов, Г.А. Мусатов // Инженерный вестник Дона: электронный научный журнал. №4, 2014. URL: www.ivdon.ru/uploads/article/pdf/IVD_48_Zaharov.pdf_b512b82f57.pdf
3. Захаров, Ю.А. Упрочнение деталей автомобилей типа «вал» и «ось» [Текст]/Ю.А. Захаров, Е.В. Ремизов, Г.А. Мусатов // Молодой ученый. — 2014. — №20. — с. 141–143.
4. Захаров, Ю.А. Основные способы упрочнения рабочей поверхности гильз цилиндров двигателей автомобилей [Текст]/Ю.А. Захаров, Л.А. Рыбакова // Молодой ученый. — 2015. — №2. — с. 157–160.
5. Голубев, И.Г. Мониторинг технологических процессов восстановления деталей [Текст]/И.Г. Голубев, В.В. Быков, А.Н. Батищев, В.В. Серебровский, И.А. Спицын, Ю.А. Захаров // Технический сервис в лесном комплексе/Сб. материалов. науч.-практ. конф. — Москва: МГУЛ, 2000. — с. 31.
6. Обеспечение работы мобильных машин в условиях отрицательных температур [Текст]/Ю.А. Захаров, Е.Г. Рылякин, И.Н. Семов [и др.] // Молодой ученый. — 2014. — №17. — с. 56–58.
7. Захаров, Ю.А. Устройство для гальваномеханического осаждения покрытий на внутренние цилиндрические поверхности деталей автомобилей [Электронный ресурс]/Ю.А. Захаров, И.А. Спицын, Е.В. Ремизов, Г.А. Мусатов // Инженерный вестник Дона: электронный научный журнал. №4, 2014. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/N4y2014/2676 (дата обращения 12.01.2015).
8. Захаров, Ю.А. Устройство для восстановления внутренних цилиндрических поверхностей деталей мобильной техники гальваномеханическим осаждением покрытий [Электронный ресурс]/Ю.А. Захаров, И.А. Спицын, Г.А. Мусатов // Инженерный вестник Дона: электронный научный журнал. №1, 2015. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n1y2015/2752 (дата обращения 04.02.2015).

Нечетко-логическая система регулирования температурным режимом химического реактора

Измайлова Рената Николаевна, старший преподаватель
Ташкентский государственный технический университет (Узбекистан)

Приводится эффективный алгоритм синтеза нечетко-логического регулятора и нечеткой системы автоматического регулирования температурным режимом химического реактора, инвариантной к изменениям в широком изменении параметрических и внешних возмущений.

Ключевые слова: нечетко-логический регулятор, химического реактора, нечеткой системы.

Анализ состояния проблемы проектирования систем управления сложными технологическими объектами показывает, что традиционные методы построения моделей объектов и систем управления ими не приводят к удовлетворительным результатам, когда исходное описание подлежащей решению проблемы заведомо является неточным и неполным [1,2,7,9]. Известно, что слабоструктурированные или плохо определенные объекты обладают такими свойствами, как нестационарность параметров, неполнота информации, отсутствие формального описания объекта управления и др. [1,6,8,12]. В этих случаях целесообразным является использование методов интеллектуального управления, позволяющих учитывать неполноту и неточность исходных данных.

Рассмотрим химический реактор, входными параметрами которого являются: расход пара и обессоленной воды; начальная температура в рубашке и реакторе; начальная концентрация компонентов реакционной смеси. Остальные воздействия являются возмущающими, в качестве основного возмущающего воздействия можно принять давление греющего пара.

Входным регулирующим воздействием для температуры реактора является расход греющего пара, а остальные воздействия являются возмущающими [3,9].

Одним из важнейших параметров, характеризующих качество технологического процесса, является концентрация и рабочая вязкость прядильного раствора на выходе реактора. Измерение данных параметров возможно только лабораторным путем. Анализ литературных источников [3,8,9] и опыт промышленной эксплуатации показали, что для получения прядильного раствора заданного качества необходимо поддерживать определенный температурный режим. Поэтому в качестве выходного параметра выбирается температура реактора T_{peak} . Температура реактора, в свою очередь, является управляемым параметром, и она управляется с помощью температуры рубашки реактора $T_{руб}$.

При наличии на объекте внешних или параметрических возмущающих воздействий (например, изменение давление пара более чем на 15%, изменение концентрация компонентов реакционной смеси на 10%), существенно ухудшаются качественные показатели переходного процесса и может привести систему управления к неустойчивому состоянию

Поэтому решение подобных задач предлагается искать с применением теории нечеткой логики, позволяющей оперировать лингвистическими нечеткими высказываниями. Таким образом, ставится задача синтеза робастной нечеткой системы управления температурным режимом химического реактора, инвариантной к внешним и параметрическим возмущениям.

Для решения поставленной задачи на основе предлагаемого подхода рассмотрим замкнутую систему автоматического регулирования температуры химического реактора с нечетким логическим контроллером (НЛР)

На нечеткий регулятор возлагается задача выработки управляющего воздействия в диапазоне изменения динамической ошибки регулирования и ее производной относительно ее пороговых значений. Входной вектор НЛР преобразуется в нечеткую форму $E^* = (e_1^*, e_2^*)$ с помощью блока фаззификации, затем выполняется нечеткий логический вывод в базе правил, в результате чего получается нечеткая выходная переменная u^* . Перевод значений вектора управления u^* из нечеткой области в четкую u осуществляются блоком дефаззификации.

Предобработка входного сигнала ошибки регулирования и ее производной осуществляется по формуле:

$$e_i^N = \begin{cases} e_i, & |e_i| < e_i^{\max}; \\ e_i^{\max} \text{sign}(e_i), & |e_i| \geq e_i^{\max}. \end{cases}$$

Постобработка выходного управляющего сигнала u осуществляются решением задачи денормализации u :

$$u = u_N DN = u_N |u_{\max}|,$$

где u_{\max} — максимальное значение управления, подаваемого объект.

Как правило, база знаний НЛР содержит описание термов лингвистических переменных (ЛП), которые должны быть определены заранее для каждой входной и выходной переменной.

Для этого введем следующие лингвистические переменные $e_1 = ("Ошибка\ управления", T_{e_1}, E_1)$, $e_2 = ("Произв.ошибки", T_{e_2}, E_2)$ и $u = ("Управление", T_u, U)$, где $T_{e_i} = \{T^1_{e_i}, T^2_{e_i}, \dots, T^k_{e_i}\}$, $i = \overline{1, k}$, $T_u = \{T^1_u, T^2_u, \dots, T^k_u\}$, — терм-множества значений лингвистических переменных e_1, e_2 и u с соответствующими функциями принадлежности (ФП) $T^l_{e_i} = \mu^l_{e_i}(e_i)$, $T^l_u = \mu_l(u)$, $l = \overline{1, k}$, заданными соответственно на универсальных множествах $E_i = [E_{i\min}, E_{i\max}]$ и $U = [U_{\min}, U_{\max}]$.

Предположим, что каждой входной и выходной лингвистической переменной $T_x = \{T_e, T_{e/dt}, T_u\}$ соответствуют 7 термов: $T_x = \{NB', NM', NS', ZE', PS', PM', PB'\}$ с треугольными функциями принадлежностями:

$$\mu_{T_x}(x, a, b, c) = \begin{cases} 0 & \text{если } x \leq a, \\ (x-a)/(b-a) & \text{если } a \leq x \leq b, \\ (c-x)/(c-b) & \text{если } b \leq x \leq c, \\ 0 & \text{если } c \leq x. \end{cases}$$

Тогда результатом фаззификации являются лингвистические переменные:

$$e_1 = \langle \text{Ошибка} \rangle = [\mu_{NB_e}(e)/NB_e, \mu_{NM_e}(e)/NM_e, \mu_{NZ_e}(e)/NZ_e, \mu_{PS_e}(e)/PS_e, \mu_{PM_e}(e)/PM_e, \mu_{PB_e}(e)/PB_e];$$

$$e_2 = \langle \text{Скорость изменения ошибки} \rangle = [\mu_{NB_{e/dt}}(e/dt)/NB_{e/dt}, \mu_{NM_{e/dt}}(e/dt)/NM_{e/dt}, \mu_{NS_{e/dt}}(e/dt)/NS_{e/dt}, \mu_{ZE_{e/dt}}(e/dt)/ZE_{e/dt}, \mu_{PS_{e/dt}}(e/dt)/PS_{e/dt}, \mu_{PM_{e/dt}}(e/dt)/PM_{e/dt}, \mu_{PB_{e/dt}}(e/dt)/PB_{e/dt}];$$

$$u^* = \langle \text{Управление} \rangle = [\mu_{NB_u}(u)/NB_u, \mu_{NM_u}(u)/NM_u, \mu_{NS_u}(u)/NS_u, \mu_{ZE_u}(u)/ZE_u, \mu_{PS_u}(u)/PS_u, \mu_{PM_u}(u)/PM_u, \mu_{PB_u}(u)/PB_u].$$

Далее формируем базы правил логического вывода НЛР в виде:

$$\text{Если } (T_{e_1}^j \times T_{e_2}^j) \text{ ТО } T_u^j, \quad j = \overline{1, 7},$$

где $(T_{e_1}^j \times T_{e_2}^j)$ - декартово произведение нечётких множеств E_1 и E_2 , заданных на шкалах E_1 и E_2 , с функцией принадлежности:

$$\mu_{(T_{e_1}^j \times T_{e_2}^j)}(e_1, e_2) = \mu_{T_{e_1}^j}(e_1) \wedge \mu_{T_{e_2}^j}(e_2),$$

T_u^j — соответствующее выходное нечёткое множество, определяемое нечётким отношением

$$R^j = (T_{e_1}^j \times T_{e_2}^j) \times T_u^j, \quad j = \overline{1, 7} \text{ с функцией принадлежности:}$$

$$\mu_{R^j}((e_1, e_2), u^*) = (\mu_{T_{e_1}^j}(e_1) \wedge \mu_{T_{e_2}^j}(e_2)) \wedge \mu_{T_u^j}(u^*).$$

Совокупность всех правил, соответствующих нечёткому отношению $R = \bigcup_{j=1}^7 R^j$ с функцией принадлежности

$$\mu_R((e_1, e_2), u^*) = \bigvee_{j=1}^7 [(\mu_{T_{e_1}^j}(e_1) \wedge \mu_{T_{e_2}^j}(e_2)) \wedge \mu_{T_u^j}(u^*)],$$

определяет базу знаний НЛР и задает закон функционирования нечёткой системы.

Таким образом, при заданных значениях входных лингвистических переменных $T_{e_1}^j$ и $T_{e_2}^j$ выходное значение нечетко-логического регулятора T_u^j можно определить на основе следующего композиционного правила [10]:

$$B^j = (T_{e_1}^j \times T_{e_2}^j) \bullet R$$

со степенью принадлежности:

$$\mu_{T_u^j}(u^*) = \bigvee_{e_1 \in E_1, e_2 \in E_2} [(\mu_{T_{e_1}^j}(e_1) \wedge \mu_{T_{e_2}^j}(e_2)) \wedge \mu_R(e_1, e_2, u^*)].$$

В случае, когда лингвистическим переменным входных сигналов e_1 и e_2 соответствуют нечёткие множества T_{e_1}' и T_{e_2}' , нечёткое множество T_u' лингвистической переменной сигнала управления u^* определяется следующим образом:

$$\mu_{T_u'}(u^*) = \max_{e_1, e_2} \left\{ \left[\prod_{i=1}^n \mu_{T_{e_i}'}(e_i) \right] \cdot \left[\min_{j=1}^m \left[\prod_{i=1}^n \mu_{T_{e_i}^j}(e_i) \right] \cdot \mu_{T_u^j}(u^*) \right] \right\}.$$

Для получения реального значения выходного сигнала нечёткого регулятора осуществляется процесс дефаззификации [12]:

$$u = \sum_{n=1}^9 u_n^* \mu_{T_u}(u_n^*) / \sum_{n=1}^9 \mu_{T_u}(u_n^*).$$

Функцию принадлежности нечеткого значения T_u' можно представить в виде:

$$\mu_{T_u'}(u) = \begin{cases} \prod_{i=1}^n \mu_{T_{e_i}^j}(e_i), & u = \lambda^j \\ 0, & u \neq \lambda^j \end{cases},$$

где λ^j — дискретные численные значения выходного сигнала.

Тогда определяющее значение выходного сигнала НЛР на этапе дефаззификации можно вычислить следующим образом:

$$u = \sum_{j=1}^m \lambda^j \left[\prod_{i=1}^n \mu_{T_{e_i}^j}(e_i) \right] / \sum_{j=1}^m \prod_{i=1}^n \mu_{T_{e_i}^j}(e_i),$$

или

$$u(\bar{e}, \bar{\lambda}) = \sum_{j=1}^m \lambda^j \zeta_j(\bar{e}),$$

$$\text{где } \zeta_j(\bar{e}) = \prod_{i=1}^n \mu_{T_{e_i}^j}(e_i) / \sum_{j=1}^m \prod_{i=1}^n \mu_{T_{e_i}^j}(e_i).$$

Таким образом, в случае полноты и непротиворечивости базы правил нечеткого логического вывода, закон функционирования НЛР определяется видом и распределением по диапазону регулирования функций принадлежности и выбранным алгоритмом нечёткого вывода.

Рассмотренный алгоритм синтеза нечетко-логического регулятора отличается простотой, поскольку позволяет использовать стандартную форму описания лингвистических переменных и минимальный набор управляющих правил. Синтезированный нечеткий логический регулятор придает системе автоматического регулирования способность поддерживать на заданном уровне температуры реактора при наличии внешних возмущений, а также качественно управлять технологическим процессом полимеризации при широком диапазоне изменения его параметров во времени.

Литература:

1. Алиев, Р.А., Алиев Р.Р. Теория интеллектуальных систем. — Баку, Издательство «Чашыоглы», 2001. — 720 с.
2. Васильев, В.И., Ильясов Б.Г. Интеллектуальные системы управления: Теория и практика. — М.: Радиотехника, 2009. — 392 с.
3. Голдинг, Б. Химия и технология полимеров. М.: Издательство «Химия», 1973. — 357 с.
4. Гостев, В.И. Проектирование нечетких регуляторов для систем автоматического управления — СПб.:БХВ-Петербург, 2011. — 416 с.
5. Интеллектуальные системы автоматического управления/Под ред И.М. Макарова, В М Лохина — М ФИЗМАТЛИТ, 2001—576 с — ISBN 5—9221—0162—5.
6. Кафаров, В.В., Мешалкин В.П. Принципы разработки интеллектуальных систем в химической технологии // Докл. АН. — 1989. — Т. 306. — №2. — с. 409—413.
7. Пегат, А. Нечеткое моделирование и управление. М.: Бином. Лаборатория знаний, 2009. — 798 с.

8. Ульянов, С.В., Литвинцева Л. В и др. Интеллектуальное робастное управление: технологии мягких вычислений. — М.: ВНИИгеосистем, 2011. — 408 с.
9. Mamdani, E.H. Rule-based Fuzzy Approach to the Control of Dynamic Processes II IEEE Trans, on Comput. — 1981. — № 12. — P. 432–440.
10. Rotach, V. The Analysis of Traditional and Fuzzy PID Rigulators. Proceeding 8-th Zittau Fuzzy Colloquium, 2000. — P. 165–172.
11. Zadeh, L. Fuzzy logic, neural network and soft computing. Communications of the ACM. — 1994. — Vol. 37. — №3. — P. 30–39.
12. Zimmerman, Y.J. Fuzzy set Theory and its applications. Second Revised Edition, 1990. — 398 p.

Математическое описание объектов управления

Карев Максим Николаевич, студент;

Гарькина Ирина Александровна, доктор технических наук, профессор
Пензенский государственный университет архитектуры и строительства

Определяются предпосылки для использования аналитических методов математического описания динамических систем. Приводится пример моделирования объекта транспортной эргатической системы.

Ключевые слова: управляемые объекты, динамические системы, математическое моделирование, аналитические методы.

Аналитические методы математического описания позволяют создавать математические модели, качественно отражающие происходящие в объекте явления [1,2], правда, требуют экспериментальной проверки. Точное математическое описание характеризует динамику процессов в объекте и их статику, то есть периоды времени, когда производные по времени независимых и зависимых переменных равны нулю. Учитывая сложность такого описания и его громоздкость при практическом использовании, используются упрощения, состоящие в предположении линейности объекта в области малых изменений входящих в описание величин. При активных экспериментальных методах в процессе эксперимента создаются специальные воздействия на объект, которые вызывают изменения выходных координат (полезная информация, подлежащая обработке). Если используются пассивные методы, то специальные воздействия не предусматриваются и ограничиваются данными нормального функционирования. При решении практических задач определяются зависимости, в общих чертах правильно отражающие происходящие в объекте процессы. Что касается точности результатов, то, как правило, используется метод итераций. В основе анализа и синтеза изучаемых систем лежат динамические характеристики, которыми описывается поведение системы и отдельных ее элементов в переходных процессах (во время движения). Эти характеристики задаются в виде дифференциального уравнения или системы, кривых изменения выходной величины, при изменении входной величины определенной аperiodической формы, частотной характеристики как функции ω . Первоначально определяются динамические характеристики отдельных элементов,

а по ним находятся характеристики системы в целом. Возможен и другой подход к анализу и синтезу системы, когда сразу экспериментально определяются динамические характеристики системы в целом. В этом случае достигается большая достоверность получаемых характеристик. Основной недостаток — отсутствие данных о динамических характеристиках отдельных элементов. Обычно применяется поэлементное исследование регулирующей части системы, а объект исследования изучается в целом. Динамические связи между входными и выходными величинами определяются между каждым из m входов и n выходов. Характеристическая матрица, описывающая все динамические свойства системы, будет иметь вид

$$\|W_{ij}\| = \begin{bmatrix} W_{11} & W_{12} & \dots & W_{1m} \\ W_{21} & W_{22} & \dots & W_{2m} \\ & & \dots & \\ W_{n1} & W_{n2} & \dots & W_{nm} \end{bmatrix}.$$

При любом методе экспериментального исследования динамическая характеристика W_{ij} по полученным значениям x_j, y_j на протяжении одного и того же промежутка времени. Погрешности, вносимые соседними входными величинами, можно значительно уменьшить, если во время эксперимента осуществлять их стабилизацию около выбранных значений и непрерывно вести регистрацию для проверки их стабильности. Во избежание нарушения режима функционирования объекта и обеспечения линейности системы большие отклонения выходных величин не допускаются. Для получения достоверных данных необходимо, чтобы отклонения при испытаниях

не превышали максимальных отклонений при регулировании (обычно определяется требованиями к системе).

Отметим, используемые в экспериментах приборы обычно не являются идеальными усилительными звеньями. Поэтому реально в ходе испытаний вместо x_i, y_j определяются x_{i1}, y_{j1} ; вместо кривых $x_i(t), y_j(t)$ будут получены кривые $x_{i1}(t), y_{j1}(t)$. Естественно, приборы должны быть подобраны так, чтобы их инерционностью можно было пренебречь по сравнению с инерционностью объекта; в зоне пропускаемых объектом частот приборы должны быть близки к усилительному звену:

$$\begin{aligned}x_{i1}(t) &= k_{i1}x_i(t), \\y_{j1}(t) &= k_{j1}y_j(t).\end{aligned}$$

При измерениях выходной величины рационально использовать прибор, который предполагается использовать как входное устройство регулятора, а возмущение по каналу регулирующих воздействий наносить регулирующим органом, например, с помощью исполнительного механизма. Желательно, чтобы шкалы приборов по измерению входных и выходной величин были равномерными.

Указанный подход к анализу и синтезу систем использовался при разработке тренажеров как сложных технических устройств, с определенной степенью точности реализующих математическую модель реального объекта. Здесь изменение состояния объекта на временном интервале $T = \{t, t_0 \leq t \leq t_1\}$ с хорошим приближением описывается системой обыкновенных дифференциальных уравнений. В нормальной форме Коши:

$$\dot{\mathbf{x}}(t) = \mathbf{A}\mathbf{x}(t) + \mathbf{B}\mathbf{u}(t), \quad (1)$$

\mathbf{x} — вектор состояния, \mathbf{u} — вектор управления, \mathbf{A}, \mathbf{B} — матрицы параметров объекта. Поведение вектора \mathbf{u} может быть произвольным. Ход управляемого процесса определяется на некотором интервале $t_0 \leq t \leq t_1$, если на этом интервале вектор \mathbf{u} задан в виде

$$\mathbf{u} = \mathbf{u}(t).$$

Вектор-функция $\mathbf{u}(t)$ определяет программное управление; вектор-функцией $\mathbf{u}(\mathbf{x}, t)$ определяется закон

управления. При заданных начальных условиях уравнение (1) имеет решение

$$\begin{aligned}\mathbf{x}(t) &= e^{\mathbf{A}(t-t_0)}\mathbf{x}(t_0) + \mathbf{x}_N(t-t_0), \\ \mathbf{x}_N(t-t_0) &= \int_{t_0}^t \mathbf{\Gamma}(t-\tau)\mathbf{B}\mathbf{u}(\tau)d\tau; \\ \mathbf{\Gamma}(t-\tau) &= e^{\mathbf{A}(t-\tau)}.\end{aligned} \quad (2)$$

Таким образом, движение объекта описывается уравнением (1) в некоторой области изменения параметров, определяемой эксплуатационным диапазоном его применения. Решение системы (1) в виде (2) характеризует опорные траектории, соответствующие заданным начальным условиям при выбранном векторе управления $\mathbf{u} = \mathbf{u}_c(t)$. Соотношением

$$\hat{\mathbf{x}}(t) = \mathbf{x}_c(t) - \mathbf{x}_T(t)$$

определяется подобие тренажера имитируемому реальному объекту. Для оценки точности воспроизведения характеристик объекта в тренажере можно $\hat{\mathbf{x}}(t)$ про- нормировать в виде

$$\|\hat{\mathbf{x}}\| = \max_i \max_t |x_{ic}(t) - x_{iT}(t)|, \quad (3)$$

где $x_{ic}(t)$ — характеристики, полученные в результате натурных испытаниях объекта; $x_{iT}(t)$ — расчетные характеристики объекта при тех же начальных условиях в соответствии с (1).

Сравнение расчетных и реальных характеристик по критерию (3) производилось по статистическим, квази-статическим и динамическим характеристикам [3..6]. Методика испытаний тренажера соответствовала методам испытания реального объекта. Удалось получить значительный экспериментальный материал по определению управляющих движений оператора на тренажере и реальном объекте; выявить процесс приспособления оператора к специфике управления тренажером. Примечательно, чтобы избежать формирования на тренажере ложных навыков управления объектом, число тренировок оператора на нем не должно превышать определенного значения (обычно ограничиваются 7).

Литература:

1. Данилов, А. М., Гарькина И. А. Идентификация сложных систем: состояние и перспективы/Отраслевые аспекты технических наук. — 2011. — № 10. — с. 06–09.
2. Гарькина, И. А., Данилов А. М., Пылайкин С. А. Идентификация объекта эргатической системы/Молодой ученый. — 2013. — № 4. — с. 14–17.
3. Данилов, А. М., Гарькина И. А., Махонин А. С. Определение требований к характеристикам имитаторов объектов управления/Московское научное обозрение. — 2012. — № 4–1. — с. 04–07.
4. Данилов, А. М., Гарькина И. А., Будылина Е. А. Практические методы идентификации эргатической системы/Отраслевые аспекты технических наук. — 2013. — № 6 (30). — с. 03–05
5. Гарькина, И. А., Данилов А. М., Прошин И. А. Тренажеры модульной архитектуры для подготовки операторов транспортных систем/XXI век: итоги прошлого и проблемы настоящего плюс. — 2013. — № 12 (16). — с. 37–42.

6. Гарькина, И. А., Данилов А. М., Петренко В. О. Решение приближенных уравнений: декомпозиция пространственного движения управляемого объекта/Современные проблемы науки и образования. — 2014. — №5. — с. 190.

Оценка качества макаронных изделий

Кекк Владимир Валерьевич, студент;

Прохасько Любовь Савельевна, кандидат технических наук, доцент;

Аптрахимов Денис Рафаилович, аспирант;

Боган Владимир Иванович, старший преподаватель

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

Потребление макаронных изделий увеличивается, разрабатываются новые рецептуры и совершенствуются технологии, при этом возрастает необходимость в оценке качества, конкурентоспособности и потребительских предпочтений продуктов питания, в том числе макаронных изделий [1–11].

Показателями качества макаронных изделий являются: внешний вид, вкус и запах, наличие ломаных, деформированных изделий, а также крошки, влажность продуктов, их кислотность, развариваемость, прочность, отсутствие в них амбарных вредителей и металлопримесей. Качество макаронных изделий оценивается следующими показателями: пищевая и биологическая ценность, органолептические показатели, безопасность.

Макаронные изделия имеют высокую питательную ценность, хорошую усвояемость, быстро развариваются. Пищевая ценность зависит от сорта муки и пищевых добавок.

Влажность изделий не должна превышать 13% (в изделиях для детского питания 12%). Для макаронных изделий, направляемых в отдаленные районы (Крайний Север, Сахалин и др.), содержание влаги должно быть не более 11%. Кислотность изделий должна быть не более 3,5–4. Повышенная кислотность изделий возникает при нарушении режима сушки, использовании недоброкачественной муки.

Органолептические показатели. Цвет изделий однотонный, с кремовым или желтоватым оттенком, без следов не промеса, и заметных точек и крапин от присутствия отрубистых частиц. Цвет зависит от основного и дополнительного сырья и условий проведения технологического процесса. Изделия, приготовленные из твердых сортов пшеницы, имеют желтый цвет. Белый или слегка кремовый — изделия из хлебопекарной муки, или из муки мягких стекловидных пшеницы. Макаронные изделия должны иметь правильную форму. Но допускаются небольшие изгибы и искривления изделий. Поверхность изделий сорта «высший» должна быть гладкой, у остальных сортов допускается шероховатость. Излом изделий должен быть стекловидным. Вкус и запах свойственный данному виду, без привкуса горечи, кислоты, плесени и т. д. Изделия должны иметь свойственный им вкус и запах, без горечи, кислотности и других посторонних привкусов, затхлости, плесени и других посторонних запахов. Вкус и запах изделий определяют до, и после варки. Несвойственные изделиям вкус и запах могут возникать в результате порчи их при хранении, сушки (прокисания теста) или при использовании недоброкачественной муки. Важный показатель — состояние макарон после варки. При варке до готовности изделия не должно потерять форму, склеиваться, образовывать комья, разваливаться по швам. Варочная вода не должна быть мутной, т. к. это свидетельствует о потере макаронными изделиями ценных питательных веществ. Показателями качества изделий являются их развариваемость и прочность. Макаронные изделия после варки в течение 10–20 мин. (в зависимости от вида) до готовности должны увеличиться в объеме не менее чем в два раза (фактически они увеличиваются в 3–4 раза), быть эластичными, не липкими, не образовывать комьев. Развариваемость изделий несколько понижается с увеличением их срока хранения. При варке до готовности изделия не должны терять форму, склеиваться, образовывать комья, разваливаться по швам.

Физико-химические показатели. Деформированные изделия получают при нарушении технологии производства или использовании муки, дающей неэластичное тесто. В макаронных изделиях стандартом нормируется содержание деформированных изделий и крошки. Лом, крошка, деформированные изделия ухудшают внешний вид и снижают качество макаронной продукции. Изделия, не отвечающие нормам прочности для данного класса и диаметре, а так же деформированные относят к макаронному лому. К крошке относят обломки макарон длиной менее 5 см, вермишель, лапшу, рожки менее 1,5 см, рожки «любительские» — менее 3 см. К деформированным изделиям относят трубчатые изделия, потерявшие форму, с продольным разрывом, с мятыми концами и фигурные изделия, имеющие не свойственные данному виду форму, смятые, собранные в складки. Ломкость (прочность) определяется только у размерных макарон. С этой целью макаронную трубку кладут на две стойки — опоры, а середину трубки подвергают нагрузке до излома.

Ломкость соломки 1-го сорта должна быть не менее 200 г. Зараженность макаронных изделий амбарными вредителями не допускается. Металлопримесей в изделиях может быть не более 3 мг.

Показатели безопасности. Содержание токсичных элементов, пестицидов и патогенных микроорганизмов в макаронных изделиях не должно превышать допустимые уровни, установленные нормами.

Макаронные изделия могут подвергаться технологической фальсификации по качеству: мука высшего сорта частично или полностью заменяется мукой пониженного сорта; при фасовке у изготовителя и продавца возможна добавка лома и крошки сверх установленных норм.

С целью выявления качества макаронных изделий, представленных на рынке города Челябинска, нами были отобраны образцы макаронных изделий нескольких производителей. Выбранные образцы исследовали в лаборатории прикладной биотехнологии. Были определены такие показатели качества, как кислотность, влажность и пр. Данные лабораторного исследования занесены в таблицу 1.

Таблица 1. Показатели качества макаронных изделий

Показатели качества	Макфа	Donna Vera	Fine Life	Щербинские	СоюзПищепром	Кэф-т весомости
	образец 1	образец 2	образец 3	образец 4	образец 5	
Внешний вид	5	5	4	3	3	0,1
Пищевая ценность 100г	338 ккал	254 ккал	344 ккал	350 ккал	340 ккал	0,05
Запах изделия	5	5	5	5	2	0,1
Цвет изделия	5	5	5	5	3	0,1
Кислотность, рН	3,2±0,2	3,2±0,2	3,5±0,2	2±0,2	3,1±0,2	0,15
Влажность %	11,1±0,5	8,9±0,5	10,1±0,5	10±0,5	10,1±0,5	0,15
Вкус изделия	5	5	5	5	4	0,15
Сохранность формы изделия	5	5	5	5	5	0,15
Маркировка, упаковка	5	4	5	5	5	0,05

Отл-5 хор-4 норм-3 удовлет-2 плохо-1

$Q_i = P_i / P_{i\text{баз}}$ — формула для использования, когда увеличение P_i соответствует увеличению качества

$Q_i = P_{i\text{баз}} / P_i$ — формула для использования, когда при увеличении P_i качество ухудшается

где:

Q_i — относительный показатель качества i -того образца;

P_i — численное значение единственного i -того показателя качества оцениваемого товара;

$P_{i\text{баз}}$ — численное значение единичного i -того показателя качества базового образца.

Q1 (1) =1	Q1 (2) =1	Q1 (3) =0.8	Q1 (4) =0.6	Q1 (5) =0.6
Q2 (1) =0.9	Q2 (2) =0.7	Q2 (3) =1	Q2 (4) =1	Q2 (5) =1
Q3 (1) =1	Q3 (2) =1	Q3 (3) =1	Q3 (4) =1	Q3 (5) =0.2
Q4 (1) =1	Q4 (2) =1	Q4 (3) =1	Q4 (4) =1	Q4 (5) =0.6
Q5 (1) =1	Q5 (2) =1	Q5 (3) =0.7	Q5 (4) =1.6	Q5 (5) =1
Q6 (1) =0.9	Q6 (2) =1.1	Q6 (3) =1	Q6 (4) =1	Q6 (5) =1
Q7 (1) =1	Q7 (2) =1	Q7 (3) =1	Q7 (4) =1	Q7 (5) =0.8
Q8 (1) =1	Q8 (2) =1	Q8 (3) =1	Q8 (4) =1	Q8 (5) =1
Q9 (1) =1	Q9 (2) =0.8	Q9 (3) =1	Q9 (4) =1	Q9 (5) =1

$$Y_{\text{min}} = \sum_{i=1}^m a_i q_i + a_2 q_2 + a_3 q_3 + a_4 q_4 + a_5 q_5$$

$$Y_{\text{min}1} = 0.1 + 0.045 + 0.1 + 0.1 + 0.15 + 0.14 + 0.15 + 0.15 + 0.1 = 0.925$$

$$Y_{\text{min}2} = 0.1 + 0.035 + 0.1 + 0.1 + 0.15 + 0.15 + 0.16 + 0.15 + 0.08 = 0.915$$

$$Y_{\text{min}3} = 0.08 + 0.05 + 0.1 + 0.1 + 0.105 + 0.15 + 0.15 + 0.15 + 0.1 = 0.885$$

$$Y_{\text{min}4} = 0.06 + 0.05 + 0.1 + 0.1 + 0.24 + 0.15 + 0.15 + 0.15 + 0.1 = 0.955$$

$$Y_{\text{min}5} = 0.06 + 0.05 + 0.02 + 0.06 + 0.15 + 0.15 + 0.12 + 0.15 + 0.1 = 0.76$$

Формула конкурентоспособности:

$$\text{Конкурентоспособность } Y_{\text{min}} / C_{\text{min}}$$

где: C_{\min} цена товара

В соответствии с ГОСТ Р 51865–2010 показатель кислотности изделий высшего сорта не должен превышать 4 град. Кислотность всех исследуемых образцов менее 4.0 (что говорит о том, что они изготовлены с соблюдением технологического процесса, без задержек и перерывов, а замес теста происходил из свежих ингредиентов. Самый низкий показатель кислотности, $pH = 2$ имеет 4-ый образец ТМ «Щербинские» макаронные изделия, а самая высокая кислотность $pH = 3,5$ у третьего образца «Fine Life»

В соответствии с ГОСТ Р 51865–2010 показатель влажности изделий высшего сорта не должен превышать 13%. Показатель влажности у всех образцов в пределах нормы, то есть не превышает 13%, следовательно, макароны могут храниться до 1 года и не терять при этом своих товарных качеств. Наиболее низкая влажность у второго образца макаронных изделий марки «Донна Вега», выше других показатель влажности у образца 1 «Макфа». После варки 100% форму сохранили все контрольные образцы, это признак хорошего качества изделий.

Физико-химические свойства всех исследуемых образцов соответствуют нормативным требованиям, что говорит о стабильном качестве макаронных изделий на потребительском рынке Челябинска. Однако, оценив все потребительские показатели, лучшими можно признать макаронные изделия Торговых марок: 1 «Макфа»; 2 «Donna Vera»; 3 «Fine Life»; 4 «Щербинские».

Литература:

1. Кекк, В. В., Прохасько Л. С., Аптрахимов Д. Р. Исследование рынка макаронных изделий в г. Челябинске. Молодой ученый. 2015. №4 (84). С. 200–202.
2. Аптрахимов, Д. Р., Ребезов М. Б. Обзор рынка макаронных изделий. Современное бизнес-пространство: актуальные проблемы и перспективы. 2014. №2 (3). с. 116–118.
3. Рузанкин, Е. С., Прохасько Л. С., Аптрахимов Д. Р. Исследование полноты маркировки лапши быстрого приготовления. Молодой ученый. 2015. №3 (83). с. 222–224.
4. Белик, Е. М., Ребезов М. Б., Чупракова А. М., Максимюк Н. Н. О безопасности пищевых продуктов. Молодой ученый. 2015. №3 (83). с. 94–97.
5. Загирова, Л. Р., Ребезов М. Б., Альхамова Г. К., Асенова Б. К., Оксханова Э. К. О развитии производства халляль в мире. Молодой ученый. 2015. №3 (83). с. 143–146.
6. Кожевникова, Е. Ю., Ребезов М. Б. Описание бизнес-процесса согласования возврата продукции с признаками производственного брака. Международный научно-исследовательский журнал. 2013. №10 (17). Ч. 2. с. 45–47.
7. Белокаменская, А. М., Максимюк Н. Н., Наумова Н. Л., Зинина О. В. Оценка методов инверсионной вольтамерометрии, атомно-абсорбционного и фотометрического анализа токсичных элементов в продовольственном сырье и пищевых продуктах. Челябинск: ИЦ ЮУрГУ, 2012. 94 с.
8. Боган, В. И., Ребезов М. Б., Гайсина А. Р., Максимюк Н. Н., Асенова Б. К. Совершенствование методов контроля качества продовольственного сырья и пищевой продукции. Молодой ученый. 2013. №10. с. 101–105.
9. Белокаменская, А. М., Ребезов М. Б., Мазаев А. Н., Ребезов Я. М., Зинина О. В. Применение физико-химических методов исследований в лабораториях Челябинской области. Молодой ученый. 2013. №4. с. 48–53.
10. Прохасько, Л. С., Ребезов М. Б., Асенова Б. К. Современные проблемы науки и техники в пищевой промышленности: учебное пособие. Алматы: МАП 2015. 112 с.
11. Ребезов, М. Б., Губер Н. Б., Касымов К. С. Основы законодательства и стандартизации в пищевой промышленности: учебное пособие. Алматы: МАП, 2015. 208 с.

Перспективы использования мелованных видов бумаг и картона в качестве упаковочного материала

Корниенко Наталья Дмитриевна, студент;

Жерякова Ксения Владимировна, студент

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

В статье рассматривается использование, а также производство мелованных видов бумаг и картона. Рассматриваются основные факторы, влияющие на качество мелованного покрытия и прочностные характеристики готовой продукции. Представлены основные области применения мелованных видов бумаги и картона.

Ключевые слова: бумага, картон, пигменты, связующие, свойства, покрытие.

Мелованный гофрокартон применяют как на крупных промышленных предприятиях, в торговых организациях, на заводах и фабриках, так и в менее масштабных размерах, например, частные лица применяют гофроупаковку при ремонте квартиры или дачи.

В качестве основных потребителей мелованного гофрокартона выступают следующие отрасли промышленности:

— Ликероводочное производство, пивоваренное производство. В данном секторе, как правило, используется упаковка сложной конструкции для автоматических линий с многоцветной печатью для выставления в торговых сетях. Учитывая, что реклама данных продуктов имеет ряд серьезных ограничений, производители крепкого и слабого алкоголя рассматривают упаковку как важный элемент продвижения своей продукции.

— Кондитерское производство. В качестве транспортной упаковки используется как обычный четырехклапанный ящик с одно — двух цветной печатью, так и сложная упаковка, изготавливая методом высечки с много цветной печатью для выставления в торговых залах или прикассовой зоне.

— Бытовая химия. В отличие от развитого европейского рынка с более высоким уровнем дохода у населения, в России используется обычный четырехклапанный ящик с минимальным количеством цветов. Требования к упаковке жесткие и обусловлены параметрами технологических линий заказчика [3, 5].

— Табачная отрасль. Также используются четырехклапанные ящики с минимальным количеством цветов.

Мелованный картон выгодно отличается от обычного, прежде всего, внешним видом. Литое мелование придаёт ему почти зеркальный глянец, снижает пористость лицевого слоя, что гарантирует лучший результат при нанесении печати: на поверхности картона остается качественное яркое изображение.

Благодаря своим свойствам, мелованный картон широко используется для изготовления самых различных изделий: наборов для детского развития и творчества, настольных игр, полиграфической продукции. И, конечно, одним из направлений использования мелованного картона является производство тары и упаковки.

Картон хромэрзац широко используется при изготовлении упаковки для пищевых продуктов, медицинских препаратов, компакт-дисков, комплектующих компьютеров и аксессуаров, а также для бытовой техники небольших размеров. Обычно на внешние стороны коробки из хромэрзаца наносится полиграфическое или другое изображение. Для более крупных товаров применяют упаковку из коробочного картона, имеющего большую, чем у хромэрзаца, толщину и массу от 170–2500 г/м².

Высококачественный мелованный картон — незаменимый материал для производства подарочной упаковки. При этом особые требования предъявляются к таким качествам, как белизна и гладкость поверхности, возможность нанесения печати и глянцевого покрытия. При изготовлении пищевой тары важна устойчивость картона к внешнему физико-химическому воздействию, например, влагостойкость, жиронепроницаемость. Эти качества достигаются благодаря нанесению на одну из сторон специального покрытия [1, 4, 6].

Мелованием называется процесс нанесения на бумагу или картон покрытия, придающего материалу глянец и ряд специальных свойств. В состав покрытия входят клеящие и пластифицирующие вещества, а также пигмент, в качестве которого используется мел или каолин [6].

Существует несколько способов мелования: машинное, внемашиное и литое. Из них лишь первый осуществляется непосредственно на бумагоделательной машине, для двух других необходимо отдельное оборудование.

В зависимости от назначения, картон может проходить мелование в один или несколько слоёв. Многослойность покрытия обеспечивает привлекательный внешний вид, белизну и глянец поверхности.

По российским нормам мелованный картон обозначается с помощью буквы «М» и ряда других, указывающих на дополнительные характеристики. Например, М — картон, мелованный по верхнему слою из белой целлюлозы, МНО — картон мелованный по небеленой основе, МО — мелованный обложечный [9].

Мелованный картон состоит из нескольких слоёв, количество и качество которых зависят от сорта, вида и на-

значения материала. Различают картон с односторонним мелованием — дуплекс — и с двусторонним — триплекс.

Дуплекс имеет нижний слой, вкладыш, верхний слой и мелованное покрытие. Нижний слой выполнен из довольно качественного сырья — беленой или небеленой целлюлозы или макулатуры. За ним следует довольно толстый вкладыш, изготавливаемый из целлюлозы, макулатуры или древесная массы низкого качества. Для верхнего слоя берется беленая или небеленая целлюлоза, древесная масса или отбеленная макулатура.

При изготовлении триплекса структура несколько отличается. Вкладыш остается таким же, а вот сырьё для окружающих его слоёв должно быть довольно качественным. Мелованное покрытие наносится на обе стороны картона, поэтому готовый лист имеет две «лицевые» поверхности [8].

Бумага мелованная книжно-журнальная применяется для производства иллюстрированных журналов, проспектов, рекламных каталогов и книг с многокрасочной печатью. Ее отличительной особенностью является низкая массовость (50–80 г/м²).

Тонкая мелованная бумага вырабатываются с использованием механической, термомеханической (ТММ) и термомеханической (ХТММ) древесной массы, чем объясняются высокие показатели непрозрачности (92...96 %), деформационной устойчивости и перерабатываемости тонкой мелованной бумаги. Бумага с легким (7–10 г/м²) покрытием (LWC) имеет белизну 68...78 % (ISO), глянец 40...68 % (HUNTER), плотность 1,1... — 1,2 г/см³.

Бумага мелованная для высокохудожественных изданий выпускается трех типов: гляцевая, высокогляцевая и матовая (с двух- или трехкратным мелованием). Для отделки гляцевой и высокогляцевой мелованной бумаги используют суперкаландры, а для отделки матовой мелованной бумаги — специальные каландры [2, 7].

В качестве этикеточной выпускаются три вида мелованной бумаги. Чистоцеллюлозная невлагодостойкая этике-

точная бумага — трехслойного мелования лицевой стороны, высокогляцевая, используется для печати особенно ответственной этикеточной и упаковочной продукции для предметов элитарного назначения. Глянец — 90 %, белизна — 86 %, непрозрачность — 82...87 %. Масса бумаги 80,0 г/м.

Чистоцеллюлозная влагодостойкая этикеточная бумага — двухслойного мелования лицевой стороны обладает высокими показателями пухлости, белизны, непрозрачности, истирания во влажном состоянии, стабильностью размеров. Применяется для этикеток на бутылки, в том числе возвратные, а также в производстве подарочной упаковки. Шероховатая сторона обеспечивает беспроблемное приклеивание. Отсутствие эффекта слипания этикеток позволяет использовать ее на высокоскоростных упаковочных линиях. Бумага может поставляться гладкой, с тиснением «Лен», а также цвета «слоновая кость». Глянец — 40 %, белизна — 91 %, непрозрачность — 86 %. Масса бумаги 70–75 г/м.

Чистоцеллюлозная влагодостойкая бумага — двухслойного мелования лицевой стороны, гляцевая предназначена для офсетной и флексопечати, может подвергаться различным методам последующей обработки — ламинированию, тиснению, лакированию. Превосходная гладкость и хорошие оптические свойства позволяют добиться исключительных результатов печати. Применяется при изготовлении высококачественных традиционных этикеток, этикеток на разовую тару, пэт-бутылки, жестяные банки, а также для производства упаковки для шоколада, печенья, сигарет, мыла. Не содержит вредных химических добавок, поэтому применяется для упаковки пищевых продуктов. Глянец — 70 %, белизна — 92 %, непрозрачность — 86 %. Масса бумаги 70...80 г/м² [8].

Таким образом, мелованные виды бумаг и картонов являются одними из самых популярных материалов при производстве различных видов тары и упаковки. Их гладкая белая поверхность обеспечивает качественную печать и придает готовой продукции привлекательный внешний вид.

Литература:

1. Бондарев, А. И. Производство бумаги и картона с покрытием/А. И. Бондарев. — М.: Лесная промышленность, 1985. — 192 с.
2. Мелованная бумага [Электронный источник]: Журнал «ЛесПромИнформ»/2011. — Режим доступа: <http://lesprominform.ru/jarchive/articles/itemshow/1113>
3. Мишурина, О. А., Чупрова Л. В., Муллина Э. Р. Исследование влияния химического состава углеводородной части различных видов целлюлозных волокон на физико-механические свойства бумаг для гофрирования // Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук. 2013. №8. с. 52–55.
4. Мишурина, О. А., Тагаева К. А. Исследование влияния композиционного состава по волокну на влагонепрочностные свойства исходного сырья при производстве картонных втулок // Актуальные проблемы современной науки, техники и образования. — 2013. — Т. 1. №71. — с. 286–289.
5. Мишурина, О. А., Чупрова Л. В., Муллина Э. Р., Ершова О. В. Исследование влияние качества исходного сырья на прочностные свойства картонных втулок // Современные проблемы науки и образования. — 2014. — №1. С 254; URL: www.science-education.ru/115-12226 (дата обращения: 24.02.2015).
6. Муллина, Э. Р., Мишурина О. А., Чупрова Л. В., Ершова О. В. Влияние химической природы проклеивающих компонентов на гидрофильные и гидрофобные свойства целлюлозных материалов // Современные проблемы науки и образования. — 2014. — №6. — с. 250; URL: www.science-education.ru/120-16572 (дата обращения: 24.02.2015).

7. Состав суспензии для мелования [Электронный источник]: Научно — популярный портал «История книги»/2013. — Режим доступа: <http://maxbooks.ru/paper/paper14.htm>
8. Российский рынок упаковки — 2004. Справочник/Сост. Рычило Б. П., Кулинченко С. В., Бойко А. Г. — М.: НП «Упаковочные инициативы», ООО «Инфопак плюс», 2004. — 320 с.
9. Технология для производства гофрокартона [Электронный источник]: ТД «Век Упаковки»/2014. — Режим доступа: <http://vekupakovki.ru/useful-information/technologya-proizvodstva-gofrokartona/>

Мониторинг новых продуктов по сегменту функциональные пищевые добавки в производстве хлебобулочных изделий

Коробанов Константин Алексеевич, студент;
Попов Кирилл Александрович, аспирант;
Нур Фатима Ибрагим, аспирант;
Шарова Мария Вадимовна, студент
Московский государственный университет пищевых производств

Питание населения и его образ жизни — важнейшие факторы, определяющие здоровье нации и сохранение ее генофонда, ведь если жители страны не смогут получать свежие, полезные и вкусные продукты — то не только может наступить продовольственный кризис, но и проблемы со стороны здоровья, а так же экономический перекоп в сторону увеличения импорта продовольствия. В нынешних условиях современная наука о питании рассматривает пищу в качестве источника основных пищевых компонентов, включая минеральные вещества, микроэлементы и витамины.

Проблематика применения пищевых и биологических активных добавок а также антибиотиков в сырье для производства пищевых продуктов животного и растительного происхождения является одной из основных тематик исследований профессорско-преподавательским составом МГУПП уже на протяжении долгого периода лет, подтверждением чему является значительный массив научных работ по данной проблематике [1–12]. Вопросы проблем в производстве хлебобулочных изделий, в т. ч. внедрения в них функциональных пищевых добавок, также не является среди профессорско-преподавательского состава данного вуза темой маргинального порядка [13–19].

В данной статье представлен обзор функциональных пищевых добавок, используемых при производстве хлеба и хлебобулочных изделий. Рассматриваются виды добавок и способы их применения в современной промышленности.

Пищевые добавки — Любое вещество или смесь веществ, не употребляемых человеком непосредственно в качестве пищи, преднамеренно вводимые в пищевой продукт в процессе его производства с технологической целью, включая придание ему определенных органолептических свойств и сохранение качества и безопасности в течение установочного срока годности или хранения [20].

Те или иные пищевые добавки используются уже множество лет при производстве, практически, всех пищевых продуктов. Количество пищевых добавок, огромно, только

на сегодняшний день их насчитывается уже больше полторы тысячи. Естественно не составляет большого труда в них запутаться. Именно поэтому в странах Евросоюза, для упрощения классификации, допустимых к употреблению, пищевых добавок, была разработана система нумерации, действующая с 1953 года. У каждой добавки есть свой уникальный номер, начинающийся с буквы «Е». Е — является сокращением от слов Европа (Eurepe) и съедобный (Edible).

В России так же популярность различных пищевых добавок увеличивается с каждым годом, затрагивая все сферы пищевой промышленности, будь то пивоварение, консервирование или производство молока. Благодаря использованию добавок, во всех сферах пищевой промышленности, достигаются похожие цели, но, сделав акцент на хлебобулочном производстве, можно выделить следующие:

- Возможность переработки муки с нестабильными хлебопекарными свойствами;
- Интенсификация технологического процесса, реализация ускоренных технологий приготовления хлеба;
- Формирование определенных реологических свойств теста (повышение газодерживающей способности теста, обеспечение вязко-пластичных свойств теста и тд.);
- Улучшение качества хлебобулочных изделий разнообразного ассортимента;
- Стабилизация качества хлеба при непрерывно-поточных способах приготовления хлеба;
- Предотвращение микробиологической порчи [21].

Контролирование пищевых добавок на территории России осуществляет Роспотребнадзор и санитарные правила Минздрава. Это ведет к тому, что некоторые добавки, допускаемые к употреблению в Евросоюзе, запрещены к использованию в производстве в России и наоборот. Так, к использованию в хлебопекарном производстве на территории России допускаются хлебопекарные добавки с индексом Е, кроме Е924а (бромат калия) и Е 924b (бромат кальция).

Улучшителей бывает множество, это и модифицированные крахмалы (окисленные, набухающие, экструзионные), которые улучшают структурно-механические свойства теста, и ферментные препараты различного принципа действия, позволяющие регулировать спиртовое брожение в тесте, интенсифицирующие созревание теста. Еще к улучшителям можно отнести поверхностно-активные вещества (эмульгаторы), которые стабилизируют свойства эмульсий, органические кислоты (лимонная, уксусная, молочная, виннокаменная и другие), минеральные соли, сухую пшеничную клейковину.

Одним из таких улучшителей можно назвать, например, рапсовый лецитин. Эффективность применения подсолнечных лецитинов линоленового и олеинового, была доказана в работах кафедры технологии жиров, косметики и экспертизы товаров Кубанского государственного технологического университета.

Установлено, что внесение подсолнечных лецитинов в тесто позволяет получить хлебобулочные изделия, обогащенные комплексом физиологически функциональных ингредиентов таких, как фосфолипиды, полиненасыщенные жирные кислоты, токоферолы, -ситостеролы, макро- и микроэлементы [22].

Благодаря его длительному срок хранения, около 18 месяцев, относительной дешевизне и тому, что он способствует интенсификации процесса брожения, можно с уверенностью рекомендовать его использование на производстве. А, учитывая комплексное обогащение муки важными и полезными для человеческого организма веществами, при добавлении лецитина в рецептуру, можно назвать конечный продукт, функциональным.

Среди очень перспективных улучшителей можно выделить ЯГЕЛЬ-Т. Данный улучшитель представляет из себя меланохимический биопрепарат, выделенный из сухих слоевищ лишайника рода *Cladonia*. Этот лишайник довольно часто используется в народной медицине для лечения многих заболеваний. Как хлебопекарный улучшитель его можно рассматривать, благодаря большому содержанию ФАВ (физиологически активных веществ) различных групп, это и углеводы (лихенин и изолихенин), и дубильные вещества, и лишайниковые кислоты, а также большое количество микроэлементов.

Внесение «ЯГЕЛЯТ-Т» в концентрации 0,2–0,5% в изделия из пшеничной и смешанной муки приводит к увеличению сырой клейковины, при этом одновременно улучшаются упругие свойства клейковины. Расплаваемость шарика при добавлении ЯГЕЛЯ-Т снижается, что свидетельствует об увеличении силы муки. Хлебобулочные изделия приобретают улучшенные потребительские свойства, значительно увеличивается срок хранения [23].

ЯГЕЛЬ-Т пока не начал применяться на производствах, но учитывая, что лишайник *Cladonia* широко распространен во всех растительно-климатических зонах, а также, что его использование не влечет за собой изменение технологии приготовления любого хлебобулочного изделия, можно посоветовать его использование в бу-

дущем при производстве хлебобулочных изделий в регионах с пониженным качеством хлебопекарной муки.

Для сложных же технологических процессов, обычно, используют комплексные многокомпонентные хлебопекарные улучшители, сухие закваски (подкислители). Они стали очень популярны в хлебопекарной промышленности, особенно в последние годы.

Комплексная пищевая добавка — Смесь пищевых добавок или пищевой добавки с пищевым сырьем, пищевыми ароматизаторами, пищевыми продуктами и/или их компонентами, выработанная как товарная продукция, оказывающая в конечном пищевом продукте функциональное действие.

Среди разработок комплексных добавок, можно выделить несколько интересных идей. Например, ПДФ (порошковый дрожжевой полуфабрикат). Его, благодаря высокому содержанию глутатиона, можно использовать в качестве основного компонента для комплексных улучшителей, направленных на работу с мукой, содержащей крепкую клейковину.

Установлено, что порошковый дрожжевой полуфабрикат в дозировке до 1% оказывает расслабляющее действие на клейковину пшеничной муки, повышает активность дрожжей, положительно влияет на качество готового изделия, увеличивая его пищевую ценность [24]. Так же, в последнее время стало набирать популярность использование в хлебобулочном производстве гречневого солода. Во время его исследования в качестве функциональной основы комплексного хлебопекарного улучшителя, он показал очень хорошие результаты.

В опытных образцах хлеба (с добавлением улучшителя) по сравнению с контрольными увеличиваются: пористость на 4,0%, показатели, характеризующие объем хлеба — объемный выход на 5,6% и удельный объем на 3,5%, а также кислотность, что свидетельствует о более интенсивном протекании процессов кислотообразования в тесте, оказывающих положительное влияние на вкус и аромат готовых изделий [25].

Именно совокупность положительных воздействий на муку, сделала гречневый солод достаточно популярным функциональным комплексным улучшителем. Но, из-за активированного амилолитического фермента, рекомендуется использовать его в качестве улучшителя для муки с сильной клейковиной.

Анализируя различные литературные источники, можно сделать вывод, что постоянное расширение спроса, неоднородное качество сырья, усовершенствование технологических линий, появление новых способов производства хлебобулочных изделий, экономия на сырье, вынуждают производителей мучных изделий прибегать к различным стабилизаторам, консервантам, улучшителям для сохранения физико-химических и органолептических свойств изделий.

Сегодня это все приводит к увеличению производства этих добавок, будь то комплексные препараты или хлебопекарные улучшители специального назначения.

С каждым годом их количество будет только возрастать. димых продуктов, а вместе с тем и повышение их качества
Итогом будет служить снижение себестоимости произво- и полезности для человека.

Литература:

1. Иванова, Л. А. Применение биологически активных добавок, полученных из дрожжевой биомассы, в хлебопекарной промышленности/Л. А. Иванова, И. С. Иванова, Н. В. Лабутина// Хранение и переработка сельхозсырья. 2003. №2. с. 38–40.
2. Черкасов, О. В. Пищевые волокна и белковые препараты в технологиях продуктов питания функционального назначения/О. В. Черкасов, Д. А. Еделев, А. П. Нечаев и др./Рязань. 2013.
3. Тутельян, В. А. Пищевые ингредиенты в создании современных продуктов питания/В. А. Тутельян, А. П. Нечаев, Д. А. Еделев и др./Москва. 2013
4. Тырсин, Ю. А. Термодинамический подход к оценке эффективности биологически активных веществ/Ю. А. Тырсин, Д. А. Еделев, А. Б. Вишняков и др.// Масложировая промышленность. 2014. №1. с. 21–24.
5. Черкасов, О. В. Пищевые волокна и белковые препараты в технологиях продуктов питания функционального назначения (учебное пособие)/О. В. Черкасов, Д. А. Еделев, А. П. Нечаев и др.// Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. 2013. №11–1. с. 106.
6. Ризаев, Р. М. Анализ рынка биологически активных добавок/Р. М. Ризаев, С. А. Складенко, М. О. Стригина// Молодой ученый. 2014. №3 (62). с. 516–517.
7. Суворов, О. А. Рациональное питание спортсменов на основе принципов «Здоровьесберегающего питания»/О. А. Суворов, А. Г. Тусинов, С. А. Складенко, И. О. Пугачев// Планирование и обеспечение подготовки и переподготовки кадров для отраслей пищевой промышленности и медицины. Сборник материалов заочной конференции. 2013. с. 54–58.
8. Суворов, О. А. Общественное питание и нанотехнологии. Вред или польза?/О. А. Суворов, Е. А. Ефимова, С. А. Складенко, К. А. Гребиниченко// Планирование и обеспечение подготовки и переподготовки кадров для отраслей пищевой промышленности и медицины. Сборник материалов заочной конференции. 2013. с. 50–52.
9. Рокотянская, В. В. Анализ Российского и зарубежного рынка биологически активных добавок/В. В. Рокотянская, Н. А. Сухачева// Экономические аспекты пищевых производств. Сборник материалов научно-практической конференции. 2012. с. 177–180.
10. Кальницкая, О. И. Уровень обнаружения антибиотиков в продуктах убоя, полученных из отечественного и импортного сырья/О. И. Кальницкая, А. Н. Туник, Б. В. Уша// Ветеринария. 2007. №4. с. 48.
11. Кальницкая, О. И. Влияние способа пробоподготовки на степень извлечения антибиотиков из биосубстратов/О. И. Кальницкая// Ветеринария. 2008. №1. с. 58–60.
12. Кальницкая, О. И. Ветеринарно-санитарная оценка мяса животных и птицы, содержащего антибиотика/О. И. Кальницкая// Аграрный вестник Урала. 2008. №7. с. 50–53.
13. Морина, Н. С. Введение биологически активных веществ в пищевые системы при помощи наносистем на основе природных фосфолипидов/Н. С. Морина// Молодой ученый. 2014. №1. с. 100–101.
14. Складенко, С. А. Производственная инфраструктура предприятий хлебопекарной промышленности — вчера, сегодня, завтра/С. А. Складенко, Т. М. Панченко, О. А. Суворов, Н. В. Лабутина// Хлебопечение России. 2012. №2. с. 10–11.
15. Суворов, О. Размораживание частично выпеченных полуфабрикатов/О. Суворов, Н. Лабутина, Ю. Михолап, Г. Малахова// Хлебопродукты. 2007. №4. с. 36–37.
16. Суворов, О. А. Разработка технологии ржано-пшеничного хлеба с использованием замороженных полуфабрикатов высокой степени готовности: дисс. к. т. н./Москва. 2008
17. Лабутина, Н. В. Использование дифференциальной сканирующей микрокалориметрии при оптимизации соотношения ржаной и пшеничной муки в технологии замороженных полуфабрикатов/Н. В. Лабутина, А. Б. Свешникова, О. А. Суворов// Известия высших учебных заведений. Пищевая технология. 2006. №1. с. 108–110.
18. Суворов, О. А. Аналитические измерения в хлебопекарном производстве/О. А. Суворов, Н. В. Лабутина, С. В. Карягина, А. Г. Погорелов// Пищевая промышленность. 2008. №4. с. 24–25.
19. Суворов, О. А. Конкурентные преимущества современных технологий в хлебопечении/О. А. Суворов, Н. В. Лабутина, М. С. Назаретян// Технология и товароведение инновационных пищевых продуктов. 2012. №1. с. 101–104.
20. Labutina, N. V. Технология производства ржано-пшеничного хлеба из замороженных полуфабрикатов/N. V. Labutina, O. A. Suvorov// Хлебопек. 2009. №5. с. 24–27.
21. ГОСТ Р 52499–2005. Добавки пищевые. Термины и определения — Введ. 2007–01–01. — М. Стандартинформ, 2006.

22. Сарафанова, Л. А. Пищевые добавки: Энциклопедия [Текст]/Л. А. Сарафанова — 2-е изд., перераб. и доп. — СПб: ГИОРД, 2004. — 808 с. — ISBN 5–901065–79–4.
23. Пожидаева, Р. С. Рапсовый лецитин — улучшитель хлебопекарных свойств пшеничной муки./Р. С. Пожидаева, Е. В. Лосовая, Н. Б. Тарасова // Новые технологии. — 2012. — №4. — с. 23–27.
24. Аньшакова?, В. В. Повышение качества хлебобулочных изделий с помощью механохимического биопрепарата из лишайников./В. В. Аньшакова, Е. В. Каратаева, Б. М. Кершенгольц // Фундаментальные исследования. — 2011. — №8–3. — с. 593–596
25. Разработка и исследование порошкового дрожжевого полуфабриката в качестве компонента для комплексного хлебопекарного улучшителя/О. Г. Чижикова [и др.] // Известия Дальневосточного федерального университета. Экономика и управление. — 2013. — №2 (66). — с. 94–99.
26. Коршенко, Л. О. Обоснование использования гречневого солода при разработке композиции хлебопекарного улучшителя/Л. О. Коршенко, О. Г. Чижикова, Т. В. Танашкина // Техника и технология пищевых производств. — 2014. — №1 (32). — с. 49–53

Исследование возможности использования карбонатного шлама в технологии сухих шпаклевочных смесей

Коровкин Марк Олимпиевич, кандидат технических наук, доцент;
Ерошкина Надежда Александровна, кандидат технических наук, инженер-исследователь;
Горячев Александр Михайлович, студент
Пензенский государственный университет архитектуры и строительства

Исследовано влияние карбонатного шлама, образующегося при химической очистке воды для паровых котлов, и измельченного отсева дробления известнякового щебня на свойства шпаклевок. Установлено, что из-за высокой водопотребности шлам может применяться в составах шпаклевок вместо карбонатной муки только при использовании пластифицирующих добавок.

Ключевые слова: шпаклевка, портландцемент, карбонатная мука, отход очистки воды, карбонатный шлам, суперпластификатор.

Наиболее перспективными отходами для использования в технологии строительных материалов считаются дисперсные минеральные отходы [1–4]. Это связано с тем, что во многих отраслях промышленности строительных материалов одним из энергоемких технологических переделов является измельчение минеральных сырьевых материалов.

Однако часто свойства отходов не соответствуют требованиям, предъявляемым к кондиционному сырью для строительных материалов. В связи с этим такие дисперсные минеральные отходы обычно используются в небольшом количестве как «разбавители» традиционных вяжущих материалов для экономии более дорогих компонентов. Иногда в процессе такой утилизации преимущества использования отходов становятся очевидными после довольно продолжительной эксплуатации модифицированных материалов. Примером может служить применение в технологии бетона микрокремнезема и летучей золы от сжигания угля [2, 5, 6]. Эти отходы вводились в состав бетона в небольших количествах для снижения его стоимости. Однако опыт производства и эксплуатации бетонов с такими добавками показал, что заметно улучшаются многие характеристики бетона, особенно при их использовании в технологии ВНВ [3, 7]. В последнее время

применение этих материалов, наряду с использованием суперпластификаторов (СП), обеспечило прогресс в технологии бетона, что позволило повысить характеристики цементных строительных материалов [1–6].

Одним из минеральных дисперсных отходов, применение которого при превышении дозировок более 10...15% не дает положительного эффекта в технологии строительных материалов на основе портландцемента, является карбонатный шлам — отход химической очистки воды для паровых котлов. Основной его компонент — карбонат кальция. В значительно меньших количествах содержатся карбонат магния и оксид железа. Этот отход образуется в виде суспензии, которая после естественной сушки в шламонакопителях до влажности 40...50%, вывозится на полигон захоронения промышленных отходов. Основные объемы этого отхода образуются на тепловых электростанциях.

Как показывает зарубежный и отечественный опыт [3, 6, 8, 9], применение измельченных природных карбонатных материалов в цементах эффективно не только с точки зрения экономии клинкера. Использование этих материалов повышает водоудерживающую способность цемента, снижает усадку и ползучесть цемента. Применение карбонатного шлама в цементных материалах приводит к ряду

негативных эффектов: прежде всего, значительно повышается водопотребность и снижается прочность.

Причиной этих эффектов является высокая дисперсность карбонатного шлама. Удельная поверхность высушенного шлама зависит от его степени измельчения. Если шлам измельчить до удельной поверхности по прибору ПСХ-2 до 500...600 м²/кг, то при такой поверхности, при водотвердом отношении около единицы, шлам с водой представляет собой структурированную пасту, а отход камнедробления природной карбонатной породы со сходным химическим составом при том же водотвердом отношении — подвижную суспензию со значительным водоотделением. Таким образом, реальная дисперсность шлама значительно выше. Большое повышение водопотребности шлама в сравнении с карбонатной пылью объясняется, по нашему мнению, пористой структурой его частиц. Эти частицы представляют собой конгломераты мельчайших химически осажденных кристалликов, соединенных между собой связями с различной прочностью. Такие конгломератные частицы обладают развитой удельной поверхностью, которую точно можно оценить по сорбции азота или углекислого газа [6]. Низкая прочность частиц является причиной снижения прочности цементного камня с добавкой шлама в сравнении с цементным камнем с добавкой природного пылевидного карбонатного отхода камнедробления.

Нами были проведены исследования возможности снижения негативных эффектов при использовании карбонатного шлама в качестве наполнителя цементных систем.

В качестве модификатора этих систем был исследован отечественный суперпластификатор С-3.

Исследования проводились на различных шпаклевочных составах, в которых карбонатная мука является обязательным компонентом. В экспериментах карбонатная мука заменялась высушенным карбонатным шламом. В качестве базовых составов были приняты составы, приведенные в проспекте [10]. Исследования проводились на составах для финишной шпаклевки (составы 1, 4), ремонтной шпаклевки (составы 2, 5) и составах для заделки неровностей (составы 3, 6). Составы 1, 2, 3 приготавливались с использованием карбонатной муки, а составы 4, 5, 6 — с применением карбонатного шлама. Расходы компонентов смесей приводятся в таблице 1.

Зависимость консистенции смесей (распływ конуса на встряхивающем столике по ГОСТ 310.4–81 «Цементы. Методы определения предела прочности при изгибе и сжатии») от расхода воды приводится на рисунке.

Как видно из рисунка, замена карбонатной муки на карбонатный шлам во всех составах приводит к значительному повышению водопотребности смесей и соответственно снижению прочности. Введение в составы суперпластификатора С-3 в количестве 0,7% от массы дисперсных материалов значительно снижает расход воды во всех смесях. Наибольшее снижение водопотребности отмечено в составах с карбонатным шламом, особенно при его высоком расходе, тем не менее водопотребность в таких смесях выше, чем в составах с традиционным наполнителем.

Таблица 1. Составы исследуемых материалов

Номер состава	Расход компонентов смеси, %					
	портланд-цемент	гашенная известь	известняковая мука	кварцевый песок фр. 0,1...0,3 мм	кварцевый песок фр. 0,3...0,4 мм	карбонатный шлам
1	40	5	55	-	-	-
2	35	5	10	50	-	-
3	20	-	10	15	55	-
4	40	5	-	-	-	55
5	35	5	-	50	-	10
6	20	-	-	15	55	10

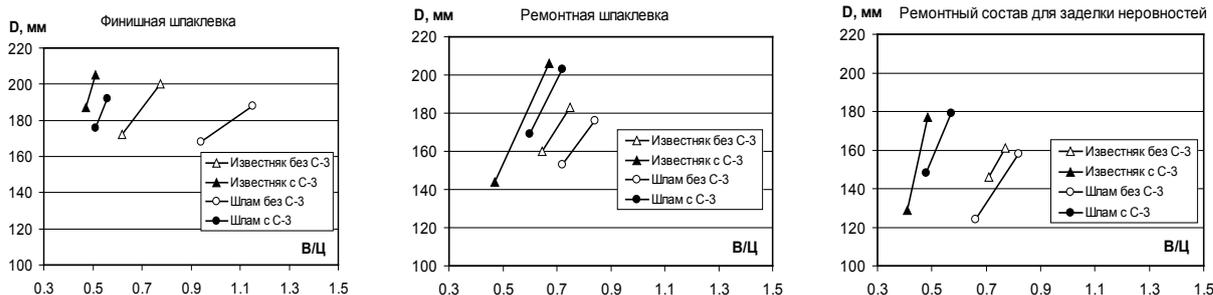


Рис. 1. Зависимость консистенции различных видов шпаклевок от водоцементного отношения

Прочностные характеристики непластифицированных составов с карбонатным шламом ниже, чем у составов с традиционным наполнителем, даже при равных расходах воды, в пластифицированных — показатели прочности сближаются.

Применение СП в составах с высокодисперсными минеральными отходами эффективно, так как это позволяет получить цементное тесто с более однородным распределением минеральных частиц. В непластифицированных системах частицы объединены в микроконгломераты.

Таким образом, физико-химический процесс диспергирования частиц микроконгломератов с помощью суперпластификатора СП в агрегированных минеральных системах является чрезвычайно эффективным технологическим приемом при утилизации высокодисперсных агрегированных материалов. Из-за высокой водопотребности шлам может использоваться в составах шпаклевок вместо карбонатной муки только при использовании пластифицирующих добавок.

Литература:

1. Ozawa, K. Development of high performance concrete based on the durability design of concrete structures/K. Ozawa, et. al. // Proceedings of the second East-Asia and Pacific Conference on Structural Engineering and Construction. — 1999. — Vol. 1. — P. 445–450.
2. Кошкин, А. Г., Коровкин М. О., Уразова А. А., Ерошкина Н. А. Исследование эффективности добавки на основе микрокремнезёма // Современные научные исследования и инновации. 2014. № 12–1 (44). с. 159–162.
3. Коровкин, М. О. Эффективность суперпластификаторов и методология ее оценки/М. О. Коровкин, В. И. Калашников, Н. А. Ерошкина; М-во образования и науки Российской Федерации, Федеральное гос. бюджетное образовательное учреждение высш. проф. образования «Пензенский гос. ун-т архитектуры и стр-ва». Пенза, 2012. — 144 с.
4. Суздальцев, О. В. Новые высокоэффективные бетоны/О. В. Суздальцев, В. И. Калашников, М. Н. Мороз, Г. П. Сехпосян // Новый университет. Серия: Технические науки. 2014. № 7–8 (29–30). с. 44–47.
5. Калашников, В. И. Высокоэкономичный композиционный цемент с использованием золы-уноса/В. И. Калашников, Е. А. Белякова, О. В. Тараканов, Р. Н. Москвин // Региональная архитектура и строительство. — 2014. — № 1 (18). — с. 24–29.
6. Наука о бетоне: физико-химическое бетоноведение/В. Рамачандран, Р. Фельдман, Дж. Бруен. — М.: Стройиздат, 1986. — 287 с.
7. Коровкин, М. О. Исследование эффективности суперпластификатора С-3 в вяжущем низкой водопотребности/М. О. Коровкин // Строительство и реконструкция. 2011. № 2. с. 84–88.
8. Тарасеева, Н. И. Роль безотходных технологий в расширении сырьевой базы для получения эффективных модифицирующих добавок и активных наполнителей в цементные растворы и бетоны/Н. И. Тарасеева, А. В. Воскресенский, А. С. Тарасеева // Новый университет. Серия: Технические науки. 2014. № 10 (32). с. 90–93.
9. Коровкин, М. О., Шестернин А. И., Ерошкина Н. А. Влияние доломитовой муки на свойства растворной составляющей бетона // Современные научные исследования и инновации. 2014. № 12–1 (44). с. 132–136.
10. Добавки для производства сухих строительных смесей: проспект фирмы «Еврохим-1».

Принципы создания и применения самоуплотняющегося бетона

Коровкин Марк Олимпиевич, кандидат технических наук, доцент;

Замчалин Михаил Николаевич, студент;

Ерошкина Надежда Александровна, кандидат технических наук, инженер-исследователь

Пензенский государственный университет архитектуры и строительства (г. Пенза)

Рассмотрены основные принципы создания и применения новой высокой технологической разновидности бетонов. Показаны основные преимущества этих материалов.

Ключевые слова: самоуплотняющийся бетон, суперпластификатор, тонкий наполнитель, дисперсные отходы промышленности.

Концепция самоуплотняющегося бетона была предложена японскими специалистами в конце 80-х годов XX века [1]. Основной целью при разработке этой высо-

котехнологичной разновидности бетона было получение высококачественного материала, не требующего значительных трудозатрат для укладки и уплотнения бетонной

смеси [2]. Этот фактор сыграл основную роль быстрого развития технологии самоуплотняющихся бетонов в начале 90-х годов не только в Японии, но и других промышленно развитых стран мира США, Швеции, Германии, Франции, которые испытывали дефицит квалифицированной рабочей силы в строительной отрасли.

Основополагающие исследования по самоуплотняющимся бетонам были выполнены в конце 80-х годов К. Ozawa и сотрудниками Токийского университета [3]. В соответствии с концепцией самоуплотняющегося бетона [2] он должен удовлетворять следующим требованиям: бетонная смесь способна уплотняться и течь через участки с высокой концентрацией арматуры без вибрации; в уложенном или твердеющем бетоне не должны появляться начальные дефекты; затвердевший бетон должен обладать высокой стойкостью к внешним факторам.

Создание таких бетонов стало возможным благодаря внедрению в технологии бетонов суперпластификаторов и микрокремнезема. Однако в полной мере идея самоуплотняющегося бетона была воплощена после создания японскими учеными нового поколения суперпластификаторов на основе поликарбоксилатных соединений [2].

Механизм действия этих суперпластификаторов основан не только на электростатическом отталкивании, но и на стерическом эффекте [4]. В структуре молекул суперпластификаторов имеются длинные боковые ответвления [4], которые обеспечивают диспергирование частиц цемента. Такие суперпластификаторы характеризуются более продолжительным пластифицирующим эффектом при более низких дозировках.

Кроме применения новых, более эффективных суперпластификаторов, для обеспечения самоуплотнения используются [5] следующие технологические приемы: снижается расход крупного заполнителя и водовяжущее отношение, при этом максимально повышается дозировка суперпластификатора.

Эффект самоуплотнения достигается за счет снижения контактных взаимодействий между зернами крупного и мелкого заполнителя, что обеспечивается высоким объемным содержанием цементного теста. Однако повышение расхода цемента нежелательно не только по экономическим причинам. Бетоны с высоким содержанием вяжущего характеризуются высокими значениями деформаций усадки и ползучести, кроме того, повышенным тепловыделением при твердении, что может вызвать возникновение дефектов структуры бетона.

Получение бетонных смесей с большим содержанием цементного теста при умеренном расходе цемента возможно при замещении части вяжущего высокодисперсными минеральными материалами — микрокремнеземом, золой-уносом, метакаолином, каменной мукой [6, 7, 8] или другими дисперсными минеральными промышленными отходами [9–11]. Замена части цемента позволяет получить текучее цементное тесто без седиментации, водоотделения и расслоения литой бетонной смеси.

Обычные бетоны включают в свой состав минимально три необходимых компонента — цемент, воду и заполнитель. Совместное применение суперпластификатора и тонкого наполнителя (микрокремнезема и др.) позволило получить новые разновидности бетонов, которые в мировой строительной практике получили название высокопрочные бетоны (High Strength Concrete — HSC) и высококачественные бетоны (High-Performance Concrete — HPC). С учетом того, что для получения таких бетонов количество обязательных компонентов должно быть увеличено, такие бетоны считаются пятикомпонентными [6]. В связи с тем, что самоуплотняющиеся бетоны можно считать усовершенствованными высококачественными бетонами, принято говорить о них как о новой стадии развития пятикомпонентных бетонов [6].

По мнению [12] при производстве самоуплотняющихся бетонов необходимо преодолеть три противоречивых фактора: обеспечить высокую текучесть бетонной смеси, исключить ее расслаиваемость и достичь высокой прочности.

Для повышения характеристик самоуплотняющихся бетонов в их состав вводятся, кроме обязательных компонентов — суперпластификаторов и дисперсных материалов, различные высокоэффективные химические добавки, в частности модификаторы вязкости, замедлители схватывания, ускорители твердения. С целью предотвращения водоотделения и расслоения, кроме тонкого наполнителя, при необходимости в состав бетонной смеси вводятся добавки, повышающие вязкость цементного теста. Эти добавки производятся на основе модифицированной целлюлозы, гидролизованного крахмала, полиэтиленгликоля, природных биополимеров и др.

Реологические свойства самоуплотняющихся бетонных смесей значительно отличаются от свойств обычных бетонов. В связи с этим для проектирования состава бетона и контроля его свойств в лабораторных и производственных условиях необходимы специальные методы определения удобоукладываемости бетонной смеси. За сравнительно непродолжительный период исследования самоуплотняющихся бетонных смесей были созданы различные методы определения их свойств. К числу таких методов относят U-испытания (U-Test) [2], V-испытания (V-Funnel Test) [6], метод Оримета (Orimet test), L-испытания (L-box test), испытания с использованием стандартного конуса Адамса с блокирующим кольцом.

Использование исследователями, производителями и потребителями самоуплотняющихся бетонов различных методов привело к тому, что результаты определения удобоукладываемости, полученные такими методами, трудно сопоставить. В связи с этим созрела необходимость принятия гармонизированных стандартов, регламентирующих методики определения способности бетонной смеси к самоуплотнению. В качестве основной, вероятно, будет принята наиболее простая методика — стандартный конус Адамса с блокирующим кольцом.

После создания методологии проектирования самоуплотняющихся бетонов в начале 90-х годов [1–3] и разра-

ботки методик определения их свойств стало возможным широкое применение этой разновидности бетона в строительной практике. В начале 90-х годов самоуплотняющийся бетон в Японии применялся только крупными строительными компаниями. Это было связано с большими затратами на разработку технологии, текущий контроль качества. Доля самоуплотняющегося бетона в общем объеме бетона не превышала 1%. Эта разновидность бетона рассматривалась как специальный бетон, применение которого оправданно на крупных объектах [2].

В промышленном масштабе самоуплотняющийся бетон впервые был применен в 1991 г. при сооружении преднапряженных железобетонных пилонов вантового моста [2]. Положительный опыт использования самоуплотняющегося бетона способствовал увеличению объемов его применения.

В качестве основных причин применения этого бетона называют [2]:

- сокращение сроков строительства;
- обеспечение надежного уплотнения, в том числе в густоармированных конструкциях сложной конфигурации;
- высокое качество бетонной поверхности;
- снижение трудоемкости, устранение шума и вибрации при укладке бетонной смеси.

Немаловажным фактором для расширения объемов производства самоуплотняющегося бетона следует считать применение в его составе дисперсных промышленных отходов, таких, как зола-унос, дисперсные отходы камнедробления, микрокремнезем и др.

Объемы производства самоуплотняющихся бетонов в мировой строительной практике постоянно возрастают. Самая высокая доля этих материалов в объеме производ-

ства бетонов приходится на страны с высокой производительностью труда. К примеру, в Дании объем производства самоуплотняющегося бетона составляет около 50% от общего объема бетона в этой стране.

Самоуплотняющийся бетон — высокотехнологичный материал, его свойства в большей степени, чем для обычного бетона зависят от характеристик сырьевых материалов и точности их дозировки. Для получения материала с гарантированными свойствами необходим четко налаженный лабораторный контроль характеристик исходных материалов и готовой продукции.

Для эффективного применения самоуплотняющегося бетона необходимо учитывать, что его стоимость выше стоимости обычного бетона, и его использование оправданно там, где необходимы высокие темпы бетонирования, гарантированное уплотнение в густоармированных конструкциях, высокое качество поверхности.

Производство самоуплотняющегося бетона в условиях современного уровня развития отечественной строительной отрасли сдерживается низкой стоимостью рабочей силы в России; в структуре себестоимости продукции доля оплаты труда намного ниже, чем в промышленно развитых странах. Очевидно, что по этой причине, а также из-за неразвитости рынка дисперсных материалов и высокой стоимости суперпластификаторов зарубежного производства новый вид бетона не находит такого широкого применения, как в Европе, США и Японии. Тем не менее, в тех регионах, где ведется интенсивное строительство и наблюдается дефицит рабочей силы, в частности в Москве и Петербурге, имеется опыт применения самоуплотняющегося бетона. Вероятно, при подобных изменениях в объемах строительства и на рынке труда и в других регионах России эта разновидность бетона будет востребована.

Литература:

1. Kodama, Y. Current condition of self-compacting concrete. Cement Shimbun, No. 2304, Dec. 1997.
2. Оучи, М. Самоуплотняющиеся бетоны: разработка, применение и ключевые технологии // Бетон на рубеже третьего тысячелетия: труды 1-й Всерос. конф. по бетону и железобетону. — Москва, 2001. — с. 209—215.
3. Ozawa, K. Development of high performance concrete based on the durability design of concrete structures/K. Ozawa, et. al. // Proceedings of the second East-Asia and Pacific Conference on Structural Engineering and Construction. — 1999. — Vol. 1. — P. 445—450.
4. Sakai, E. Molecular Structure and Dispersion-Adsorption Mechanism of Comb-Type Superplasticizers Used in Japan/E. Sakai, K. Yamada, A. Ohta // Journal of Advanced Concrete Technology. 2003. 1 (1). 16—25.
5. Okamura H, et al. Mix-design for self-compacting concrete/H. Okamura, et al. // Concrete Library of JSCE. — June 1995. — No. 25. — P. 107—120.
6. Horst, G. and Joerg R. Self compacting concrete — another stage in the development of the 5-component system of concrete // Betontechnische Berichte (Concrete Technology Reports), Verein Deutscher Zementwerke. — Dusseldorf, 2001. P. 39—48.
7. Калашников, В. И. Промышленность нерудных строительных материалов и будущее бетонов // Строительные материалы. 2008. №3. с. 20—23.
8. Суздальцев, О. В. Новые высокоэффективные бетоны/О. В. Суздальцев, В. И. Калашников, М. Н. Мороз, Г. П. Сехпосян // Новый университет. Серия: Технические науки. 2014. №7—8 (29—30). с. 44—47.
9. Тарасеева, Н. И. Роль безотходных технологий в расширении сырьевой базы для получения эффективных модифицирующих добавок и активных наполнителей в цементные растворы и бетоны/Н. И. Тарасеева, А. В. Воскресенский, А. С. Тарасеева // Новый университет. Серия: Технические науки. 2014. №10 (32). с. 90—93.

10. Шестернин, А. И., Козюра О. А., Коровкин М. О. Свойства тонкого наполнителя для бетона из лома железобетонных конструкций Актуальные вопросы строительства: материалы Междунар. науч.-техн. конф.: Ч. 1 — Саранск: Изд-во Мордовского гос. ун-та, 2008. — с. 238–242.
11. Замчалин, М. Н., Коровкин М. О., Ерошкина Н. А. Выбор суперпластификаторов для самоуплотняющихся бетонов // Современные научные исследования и инновации. 2015. № 1 [Электронный ресурс]. URL: <http://web.snauka.ru/issues/2015/01/46335> (дата обращения: 02.02.2015).
12. Калашников, В. И. Расчет составов высокопрочных самоуплотняющихся бетонов/В. И. Калашников/Строительные материалы. 2008. № 10. с. 4–6.

Расчет флаттера вязкоупругих тонкостенных конструкций по уточненной теории Тимошенко

Кучаров Олимжон Рузимуротович, кандидат технических наук, доцент
Ташкентский институт ирригации и мелиорации (Узбекистан)

В данной работе на примере вязкоупругой пластины рассматриваются задачи динамики тонкостенных конструкций при аэродинамическом нагружении с учетом вязкоупругих свойств материала и геометрической нелинейности. Аэродинамическое давление определяется в соответствии с поршневой теорией А. А. Ильюшина. При помощи метода Бубнова-Галеркина математическая модель задачи сведены к исследованию системы обыкновенных интегро-дифференциальных уравнений (ИДУ). Решение ИДУ находится численным методом, основанным на использовании квадратурных формул. Определена критическая скорость флаттера вязкоупругих пластин при различных физических и геометрических параметрах.

Ключевые слова: теория Тимошенко, математическая модель, интегро-дифференциальные уравнения, метод Бубнова-Галеркина, пластина, флаттер, вязкоупругость.

Calculation of flutter of viscoelastic thin-walled designs under Timoshenko's theory

In the present work the problem about flutter of viscoelastic plates on the basis of Timoshenko's theory taking into account geometrical and aerodynamic nonlinearity is considered. Aerodynamic pressure is defined by A. A. Ilyushin piston theory. By the Bubnov-Galerkin methods, the problems of mathematical model are reduced to investigation of a system of ordinary integro-differential equations (IDE). The IDEs are solved by a numerical method which is based on using the quadrature formulas. Critical speeds of flutter are defined at various physical and mechanical parameters of a viscoelastic plate.

Key words: theory Timoshenko, mathematical model, integro-differential equations, Bubnov-Galyorkin method, plate, flutter, viscoelastic.

Пусть тонкостенная конструкция с вязкоупругими свойствами материала, радиусом кривизны срединной поверхности R и длиной L , опирающаяся на прямоугольный в плане контур, обтекает с одной стороны сверхзвуковым потоком газа с невозмущенной скоростью V , которая направлена параллельно оси Ox .

Математическая модель данной задачи на основе уточненной теории Тимошенко в геометрически нелинейной постановке, учитывающую деформацию сдвига и инерцию вращения, имеет следующий вид [1]

$$\frac{K^2 E}{2(1 + \mu)} (1 - R^*) \left(\nabla^2 w + \frac{\partial \psi_x}{\partial x} + \frac{\partial \psi_y}{\partial y} \right) + \nabla_k^2 \Phi + L(w, \Phi) - \frac{\Delta p}{h} - \rho \frac{\partial^2 w}{\partial t^2} = 0, \quad (1)$$

$$\frac{D}{h}(1-R^*) \left[\frac{\partial^2 \psi_x}{\partial x^2} + \frac{1}{2}(1+\mu) \frac{\partial^2 \psi_y}{\partial x \partial y} + \frac{1}{2}(1-\mu) \frac{\partial^2 \psi_y}{\partial y^2} \right] -$$

$$-\frac{K^2 E}{2(1+\mu)}(1-R^*) \left(\frac{\partial w}{\partial x} + \psi_x \right) - \rho \frac{h^2}{12} \frac{\partial^2 \psi_x}{\partial t^2} = 0, \quad (x \leftrightarrow y),$$

$$\frac{1}{E} \nabla^4 \Phi = -(1-R^*) \left\{ \frac{1}{2} L(w, w) + \nabla_k^2 w \right\},$$

где Δp — избыточное давление.

Если рассматривается линеаризованное течение газа вдоль конструкции, по которой распространяются упругие волны, скорость \mathcal{G} приобретает вид (2):

$$\mathcal{G} = \frac{\partial w}{\partial t} + V \frac{\partial w}{\partial x},$$

и, следовательно, избыточное давление Δp приобретает вид

$$\Delta p = p - p_\infty = \frac{\alpha p_\infty}{V_\infty} \left(\frac{\partial w}{\partial t} + V \frac{\partial w}{\partial x} \right). \tag{2}$$

В случае, когда скорость \mathcal{G} имеет нелинейный вид (2)

$$\mathcal{G} = \frac{\partial w}{\partial t} + V \frac{\partial w}{\partial x} + \frac{\alpha + 1}{4V_\infty} V^2 \left(\frac{\partial w}{\partial x} \right)^2, \tag{3}$$

избыточное давление Δp приобретает вид

$$\Delta p = p - p_\infty = \frac{\alpha p_\infty}{V_\infty} \left(\frac{\partial w}{\partial t} + V \frac{\partial w}{\partial x} + \frac{\alpha + 1}{4V_\infty} V^2 \left(\frac{\partial w}{\partial x} \right)^2 \right), \tag{4}$$

где α — показатель политропы газа.

Заметим, что система (1) достаточно общая. Она является системой нелинейных интегро-дифференциальных уравнений в частных производных типа Вольтерра. Из нее, в частном случае, можно получить математические модели различных задач.

Без учета радиуса кривизны срединной поверхности ($k_x = k_y = 0$) и при избыточном давлении Δp вида (4) получим математическую модель задачи о флаттере вязкоупругой пластины по уточненной теории Тимошенко с учетом геометрической и аэродинамической нелинейности.

Полученная система решается с помощью метода Бубнова-Галеркина в сочетании с численным методом, основанным на использовании квадратурных формул (3). При расчетах использовалось слабо сингулярное ядро Колтунова-Ржаницына с тремя реологическими параметрами (A, β и α) вида (4)

$$R(t) = A e^{-\beta t} t^{\alpha-1}, \quad (0 < \alpha < 1) \tag{5}$$

Здесь в качестве критерия, определяющего значения критических скоростей, принимается та скорость, при которой конструкция совершает колебания типа гармонических. Очевидно, что при таких скоростях разложение Бубнова-Галеркина будет сходиться.

Таблица 1

A	α	β	δ	λ	M_E	M_p	Без учета геометрической и аэродинамической нелинейностей		С учетом геометрической и аэродинамической нелинейностей	
							$V_{кр}$	t	$V_{кр}$	t
0	-	-	133	3	4.71	0.003	1627	98	1987.1	97
0.04	0.15	0.05	133	3	4.71	0.003	1560.2	101	2118.2	104
0.05	0.15	0.05	133	3	4.71	0.003	1421.1	99	2074.2	101
0.07	0.15	0.05	133	3	4.71	0.003	1131.7	112	1975.4	115
0.05	0.1	0.05	133	3	4.71	0.003	1040.4	122	1667.3	124

0.05	0.08	0.05	133	3	4.71	0.003	766.1	1411.8	118	1414.2	121
0.05	0.15	0.03	133	3	4.71	0.003	1423.2	2071.4	109	2078.7	112
0.05	0.15	0.07	133	3	4.71	0.003	1419.4	2059.8	101	2067.4	104
0.05	0.15	0.05	120	3	4.71	0.003	1745.9	2444.5	152	2453.5	154
0.05	0.15	0.05	150	3	4.71	0.003	964.4	1410.4	87	1414.1	92
0.05	0.15	0.05	133	4	4.71	0.003	1087.5	1369.3	103	1371.9	105
0.05	0.15	0.05	133	3	4	0.003	1943.3	2694.4	146	2708.2	149
0.05	0.15	0.05	133	3	6	0.003	995.5	1456.4	97	1458.9	99
0.05	0.15	0.05	133	3	4.71	0.004	979.3	1433.2	124	1436.6	127
0.05	0.15	0.05	133	3	4.71	0.005	603.9	906.8	105	908.7	108

В таблице приводятся численные значения критических скоростей потока газа, полученных без учета геометрической и аэродинамической нелинейностей, с учетом геометрической нелинейности и с учетом геометрической и аэродинамической нелинейности при различных физических и геометрических параметрах пластины [5–9].

Анализ полученных результатов показывает, что геометрическая нелинейность имеет существенное значение по сравнению с аэродинамической нелинейностью. Согласно таблице результаты линейной и геометрически нелинейной задач отличаются на 25–85%, в то время как результаты линейной и аэродинамически нелинейной задач во многих случаях почти совпадают. Здесь следует отметить, что влияние аэродинамической нелинейности существенно проявляется при уменьшении параметров δ и M_E .

Также из таблицы наглядно видно, что учет наследственных свойств материала тонкостенной конструкции оказывает существенное влияние на изменения критических скоростей. Надо отметить, что результаты, полученные для случаев без учета и с учетом вязкоупругих свойств материала, отличаются друг от друга на более чем 35–40%. Заметим также,

что увеличение реологического параметра A и уменьшение реологического параметра α приводят к уменьшению значений критических скоростей. Изменение же третьего реологического параметра β , не оказывает существенного влияния на поведение пластины с вязкоупругими свойствами материала.

Изменение безразмерного параметра жесткости M_E также играет важную роль в поведении тонкостенной конструкции с вязкоупругими свойствами материала. Как показывают исследования, увеличение этого параметра приводит к интенсивному увеличению критической скорости.

Безразмерный параметр давления M_p наряду с параметром M_E также играет важную роль. Как и в случае упругой задачи, увеличение этого параметра приводит к интенсивному уменьшению критических скоростей.

Литература:

1. Кучаров, О.Р. Разработка моделей и методов решения нелинейных задач аэродинамики, описываемых интегро-дифференциальными уравнениями // Узб. журнал «Проблемы информатики и энергетики». — Ташкент, 2010. — №4. — с. 12–16.
2. Болотин, В.В. Неконсервативные задачи теории упругой устойчивости. — М.: Физматгиз, 1961. — 340 с.
3. Бадалов, Ф.Б., Эшматов Х., Юсупов М. О некоторых методах решения систем интегро-дифференциальных уравнений, встречающихся в задачах вязкоупругости // Прикладная математика и механика. — Москва, 1981. — №5 (51). — с. 867–871.
4. Колтунов, М.А. Ползучесть и релаксация. — М.: Высшая школа, 1976. — 276 с.
5. Khudayarov, V. A. The Investigation of Flutter of Viscoelastic of Orthotropic Plates. Proceedings of National Academy of Sciences of Armenia: Mechanics. 2010. 2. 63. P. 67–77.
6. Khudayarov, V. A. Numerical Study of the Dependence of the Critical Flutter Speed and Time of a Plate on Rheological Parameters. International Applied Mechanics [Translated from Prikladnaya Mekhanika], Vol. 44, No. 6, 2008.
7. Khudayarov, V. A. Flutter of a Viscoelastic in a Supersonic Gas Flow. International Applied Mechanics [Translated from Prikladnaya Mekhanika], Vol. 46, No. 4, 2010.
8. Khudayarov, V. A., Mathematical modelling of nonlinear flutter of viscoelastic elements and units of the flying device. Matem. Mod., 2010, Volume 22, Number 6, P. 111–131.
9. Khudayarov, V. A. Numerical Analysis of the Nonlinear Flutter of Viscoelastic Plates. International Applied Mechanics 41:5, 538–542.

Математическая модель понижающего преобразователя напряжения

Межаков Олег Геннадьевич, магистрант

Институт компьютерных технологий и информационной безопасности Инженерно-технологической академии Южного федерального университета
(г. Таганрог, Ростовская область)

Рассмотрение вопроса построения базовой математической модели понижающего преобразователя и его моделирование в пакете прикладных программ «Matlab Simulink».

1. Введение

Импульсные источники электропитания широко применяются в электронике. Они строятся на основе импульсных преобразователей напряжения. Основные типы импульсных преобразователей напряжения: первый — понижающий (Buck), второй — повышающий (Boost) и третий — инвертирующий (Buck-Boost).

Моделирование импульсных преобразователей позволяет сократить время и снизить затраты на разработку конечного устройства. На сегодняшний день многие ведущие производители ШИМ-контроллеров предлагают бесплатное программное обеспечение (ПО), которое позволяет провести максимально точный анализ реакций электрической схемы под управлением их продукции. Главным недостатком предлагаемого ПО является ограниченные возможности анализа импульсного преобразователя как нелинейного динамического объекта.

Математический анализ позволяет описать широтно-импульсный преобразователь различными дифференциальными уравнениями. Вследствие периодической коммутации силовых ключей (транзисторов, диодов) импульсные преобразователи являются схемами с переменным состоянием. Состояние изменяется при коммутации какого-либо силового ключа, поэтому математический анализ таких схем сводится к решению систем дифференциальных уравнений на различных интервалах времени и «сшиванию» согласно законам коммутации полученных решений на границах интервалов (метод припасовывания). Расчет упрощается при переходе от последовательного решения систем уравнений к усредненной системе дифференциальных уравнений. Импульсный преобразователь состоит из нелинейных динамических объектов, обладающих в зависимости от их структуры и вида обратных связей сложным поведением, включающим в себя неустойчивость, бифуркации, хаос и т. д. Поэтому применение линейных законов управления не в состоянии обеспечить желаемую область устойчивости таких нелинейных систем, как широтно-импульсный преобразователь. Математический анализ позволяет ввести возмущающие воздействия и, решив новую систему уравнений, получить нелинейный закон управления.

Моделирование дифференциальных уравнений осуществляется в различных программных продуктах таких как «Matlab», «MathCAD», «Maple». Лидером в области анализа данных является «Matlab (Matrix Laboratory)», который покрывает все области математики и имеет визуализацию данных «Simulink», построенных на основе различных блоков.

Описанию принципа работы регулятора 1-го типа посвящено много трудов [1, с. 232, с. 13]. В данной работе будет рассмотрено построение базовой математической модели и моделирование в пакете прикладных программ «Matlab Simulink» с целью дальнейшего исследования реакций понижающего преобразователя на возмущающие воздействия.

2. Построение математической модели

Схема регулятора 1-го типа для анализа и последующего построения непрерывной модели понижающего регулятора, представлена на рисунке 1

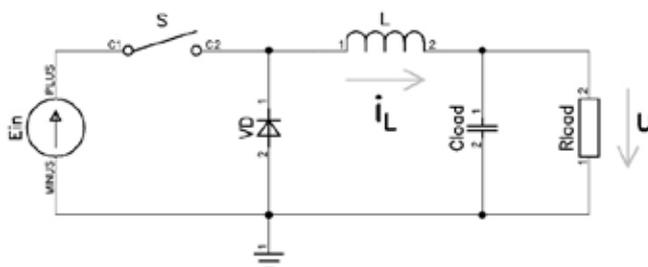


Рис. 1. Схема понижающего регулятора (Buck)

Примем следующие обозначения:

T — период коммутации силового ключа;

$f_s = 1/T$ — частота коммутации силового ключа;

$D1$ — относительная длительность проводящего состояния силового ключа;

$D2$ — относительная длительность от момента размыкания силового ключа S до момента прекращения тока в дросселе L и запираания диода $VD1$ в режиме прерывистых токов дросселя (DCM). В режиме непрерывных токов дросселя (CCM) она равна $(1 - D1)$;

i_L — среднее значение тока дросселя L (постоянная составляющая);

u — среднее значение напряжения на нагрузке R_{load} и C_{load} или его постоянная составляющая.

При анализе модели пренебрегаем сопротивлениями управляемого ключа S и неуправляемого ключа $VD1$ в открытом состоянии и падением напряжения на диоде $VD1$. Строим непрерывную модель регулятора 1-го типа для постоянной частоты коммутации и изменяемого коэффициента заполнения $D1$ для режима непрерывного (CCM) и прерывистого (DCM) токов дросселя. Рассматриваем широтно-импульсное регулирование проводящего состояния силового ключа.

Конфигурация схемы преобразователя в течении периода коммутации с указанием длительности их существования представлены на рисунке 2:

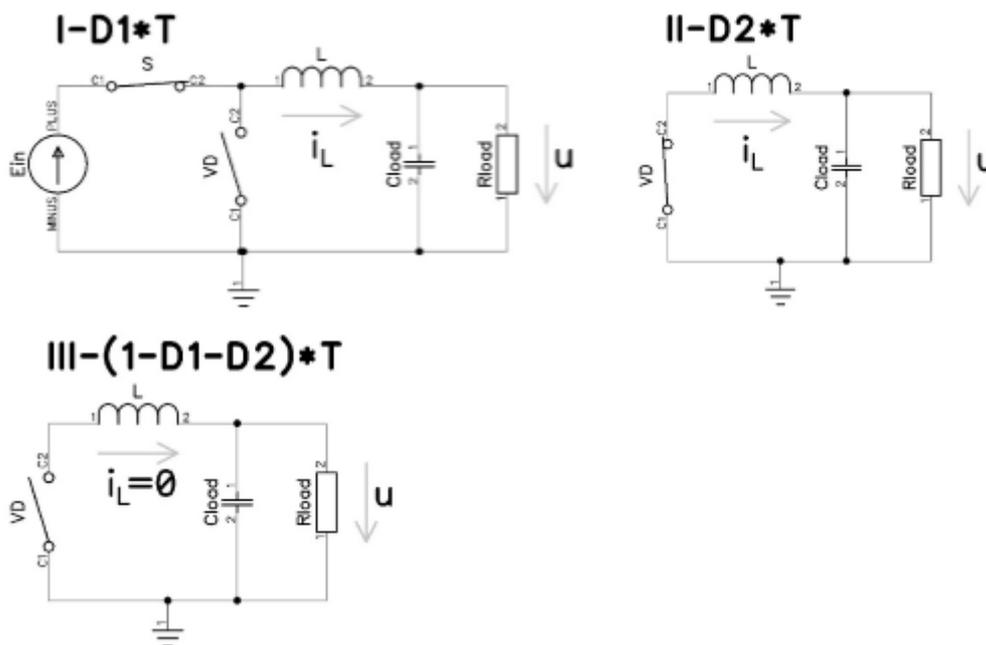


Рис. 2. Конфигурация схемы понижающего преобразователя в течение периода коммутации

Система дифференциальных уравнений в форме Коши для конфигурации «I» составляется по первому и второму законам Кирхгофа:

$$\begin{cases} L \frac{di_L}{dt} = E_{in} - u \\ C_{load} \frac{du}{dt} = i_L - \frac{u}{R_{load}} \end{cases} \tag{1.1}$$

Конфигурация «I» (рисунок 2, «I») существует время $D1*T$ независимо от режима (DCM или CCM) в течение периода коммутации силового ключа S . В течение этого времени ток i_L равен току R_{load} и C_{load} .

Система дифференциальных уравнений в форме Коши для конфигурации «II»:

$$\begin{cases} L \frac{di_L}{dt} = -u \\ C_{load} \frac{du}{dt} = i_L - \frac{u}{R_{load}} \end{cases} \tag{1.2}$$

Конфигурация «II» (0, «II») существует время $D2 \cdot T$ в режиме непрерывных токов дросселя (CCM) $D2 = 1 - D1$. В режиме прерывистых токов (DCM) $D2$ зависит как от параметров схемы, так и от текущих значений переменных состояния (i_L, u). В течение этого времени ток i_L равен току R_{load} и C_{load} .

Определяем относительную длительность интервала $D2$ следующим способом:

Форма тока в дросселе $i_L(t)$ в режиме DCM имеет вид, представленный на рисунке 3.

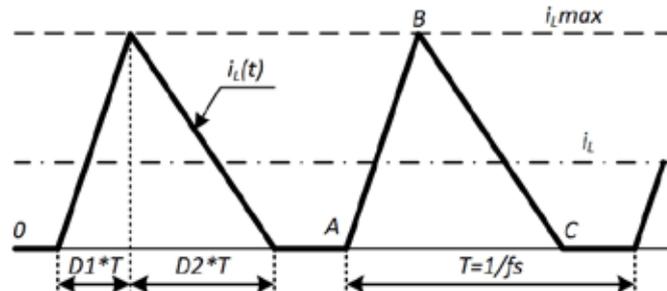


Рис. 3. Ток дросселя в режиме DCM

Среднее значение тока дросселя i_L определяется графическим способом:

$$i_L = \frac{S_{ABC}}{T} = \frac{0.5(D1+D2) \cdot T + i_{Lmax}}{T} = 0.5 \cdot i_{Lmax} (D1 + D2) \tag{1.3}$$

Определяем максимальное значение тока дросселя в прерывистом режиме i_{Lmax} . В течение интервала $D1 \cdot T$, и ток в дросселе нарастает от нуля до i_{Lmax} по линейному закону:

$$L \frac{di_L}{dt} = E_{in} - u \Rightarrow i_{Lmax} = \frac{E_{in} - u}{L} D1 \cdot T \tag{1.4}$$

Подставляя уравнение (1.3) в (1.4), выводим конечную формулу для $D2$:

$$D2 = \frac{2 + i_L + L}{D1 + T(E_{in} - u)} - D1 \Leftrightarrow D2 = \frac{2 + i_L + L + fs}{D1(E_{in} - u)} - D1 \tag{1.5}$$

Конфигурация «III» (Рисунок 3, «III») начинается после прекращения тока в дросселе и запираения диода VD1 и существует оставшаяся часть периода $(1 - D1 - D2) \cdot T$. В режиме непрерывных токов дросселя конфигурация «III» не начинается или время её существования в течение периода коммутации равно нулю. Система дифференциальных уравнений конфигурации «III» в форме Коши:

$$\begin{cases} L \frac{di_L}{dt} = 0 \\ i_L = 0 \\ C_{load} \frac{du}{dt} = - \frac{u}{R_{load}} \end{cases} \tag{1.6}$$

В этом режиме напряжение на выходе поддерживается конденсатором фильтра C_{load} , ток дросселя равен нулю.

Индуктивность и конденсатор на рисунок 1 представлены идеальными элементами, поэтому дополним схему понижающего преобразователя сопротивлением катушки индуктивности (R_L), сопротивлением конденсатора (R_C) и управляющим сигналом (u), который принимает значения ноль или единица, рисунок 4:

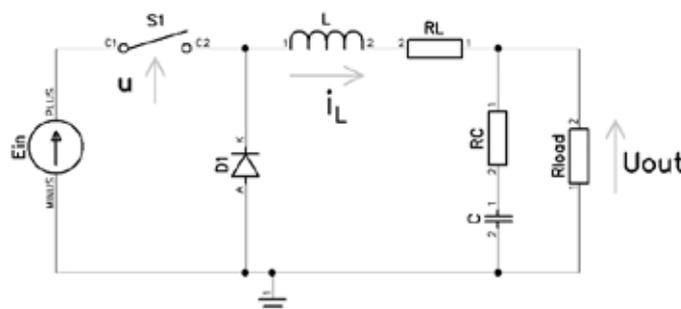


Рис. 4. Схема понижающего преобразователя

Усредненная модель в форме Коши схемы представленной на рисунке4:

$$\begin{cases} \frac{di_L}{dt} = \frac{1}{L}(E_{in} * u - i_L * R_L - U_{out}) \\ \frac{dU_C}{dt} = \frac{1}{C}(i_L - i_{out}) \\ U_{out} = U_C + R_C * (i_L - i_{out}) \end{cases} \quad (1.7)$$

3. Моделирование в «Matlab»

Моделирование системы уравнений (1.7) выполняем в пакете Matlab Simulink, блок схема показана на рисунке 5.

Блок схема ШИМ-сигнала представлена на рисунке 6. Частота коммутации ключа установлена $f_s=100\text{кГц}$, соответственно «Time Values» блока «Repeating Sequence» установлен $[01/f_s]$. Коэффициент заполнения (dute cycle) задается внешне.

Итоговая блок-схема с идеальным ключом, сопротивлением нагрузки $R_{load}=1\text{Ом}$, без обратной связи, с фиксированным «dute cycle»= 0.5 и входным напряжением $E_{in}=+12\text{В}$ показана на рисунке 7.

Осциллограммы выходного напряжения «Uout» и ток катушки индуктивности « i_L » во время начального переходного процесса понижающего преобразователя, рисунок 8. Проверка реакции системы на изменения коэффициента заполнения, должна показать снижение пульсаций тока индуктивности и повышение выходного напряжения, рисунок 9.

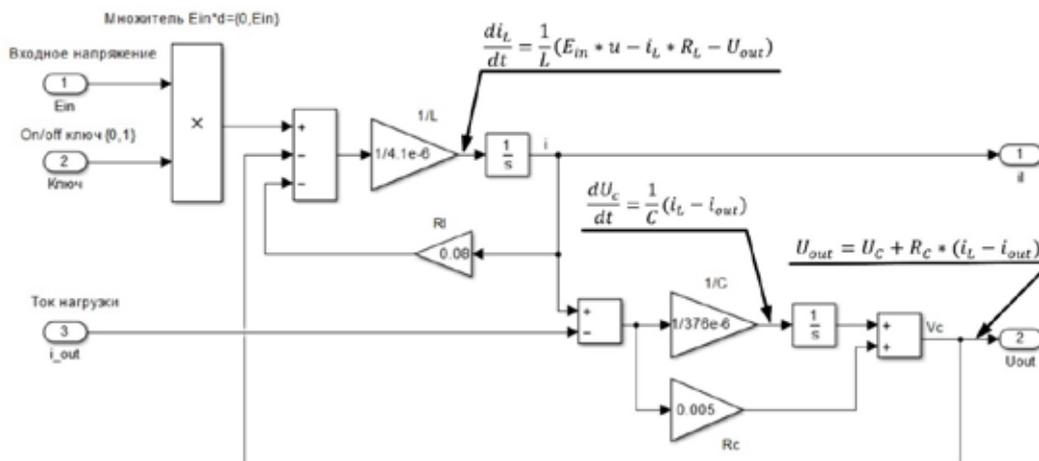


Рис. 5. Усредненная модель понижающего преобразователя в Matlab Simulink



Рис. 6. ШИМ-блок понижающего преобразователя



Рис. 7. Блок-схема понижающего преобразователя с идеальным ключом

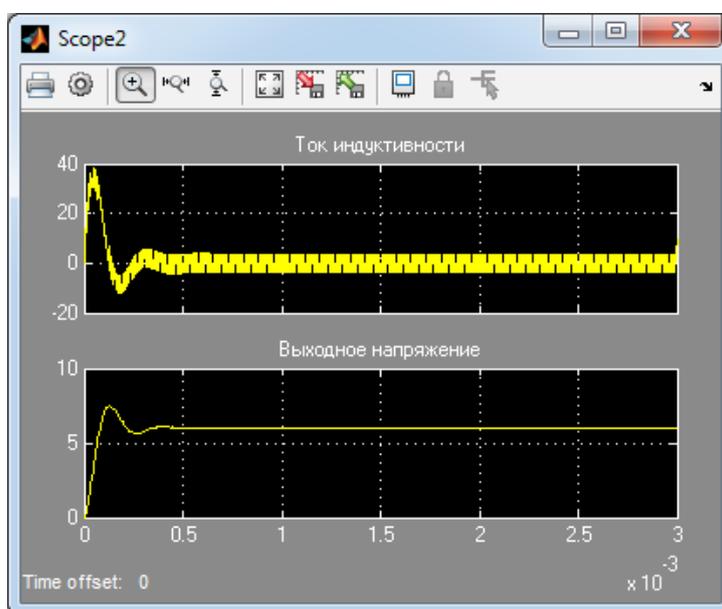


Рис. 8. Осциллограммы « U_{out} » и « i_L » при $d=0.5$

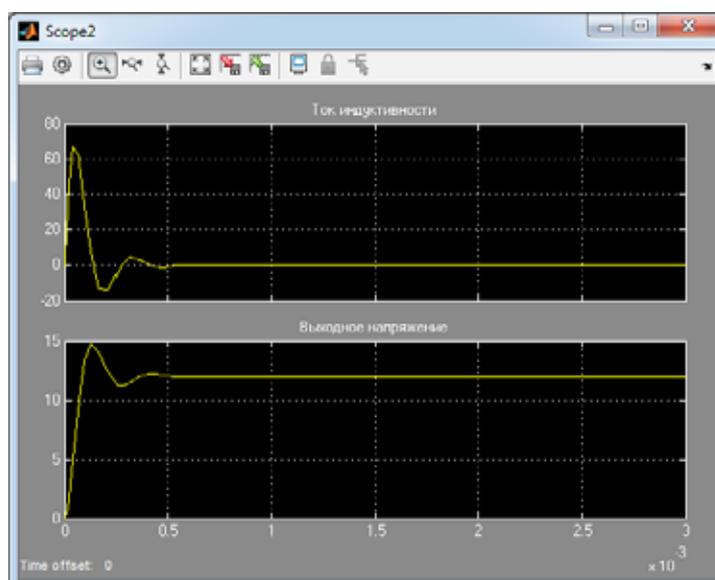


Рис. 9. Осциллограммы « U_{out} » и « i_L » при $d=0.9$

Изложенное позволяет сделать вывод, что полученная усредненная математическая модель адекватна. Это подтверждают осциллограммы тока индуктивности и выходного напряжения.

Таким образом рассмотрены вопросы построения системы дифференциальных уравнений импульсного понижающего преобразователя и моделирование в «Matlab Simulink». Данная система позволяет производить дальнейшие исследования преобразователя напряжения.

Литература:

1. Marian, K. Kazimierzczuk «Pulse-width modulated dc — dc power converters», 2008 г.
2. R. W. Erickson «Fundamentals of Power Electronics», 1997 г.
3. И. В. Черных. «Simulink Инструмент моделирования динамических систем».

Проектирование технологичных изделий приборостроения с учетом требований производства

Мусалаева Саида Магомедкамильевна, магистрант
Дагестанский государственный технический университет (г. Махачкала)

Предлагаются направления реализации принципа учета требований производства и обеспечения технологичности конструкций при проектировании и освоении изделий приборостроения.

Ключевые слова: технологичность, принцип DFM, изделие приборостроения, проектирование, освоение производства.

Современное приборостроение нуждается в снижении ресурсоемкости выпускаемых изделий. Острая конкуренция между производителями приводит к возрастанию значения высокотехнологичных конструкций и инженерных решений в изделиях, интегрирующих в себе концепцию дальнейшего развития. Эффективная отработка изделия на технологичность становится ключом для достижения и поддержания конкурентных преимуществ предприятия за счет повышения качества, функциональности, экономичности продукции, использования внутренних резервов и возможностей проектно-производственной среды [1, 2].

В публикациях исследователей [3, 4, 5, 6, 7] уделяется достаточное внимание изучению проблем построения комплексных систем управления технологичностью изделий, моделированию процессов, возникающих в ходе конструкторско-технологической подготовки производства. Разработано ряд методик обеспечения технологичности и для условий автоматизированных производств [8, 9, 10].

Однако все еще не решены проблемы, связанные с согласованными действиями участников процессов проектирования, освоения и технологической подготовки производства приборов. Хотя при конструировании разработчики должны учитывать все факторы и создавать изделие под возможности производства, тем не менее, в реальности разработанное изделие становится источником проблем для производителей. Проектирование по принципам DFM (design for manufacturing) — это проектирование, заранее учитывающее технологические тре-

бования производства, т.е. обеспечивающее технологичность изделия и его применение позволит значительно сократить материальные затраты и время на проектирование и освоение изделия.

Использование принципов DFM при разработке и освоении производства изделий приборостроения. В настоящее время проектные подразделения на предприятиях приборостроения организуют свою работу по технической подготовке производства в последовательном цикле. Сначала выполняются работы по проектированию печатных плат, затем конструкторское бюро предприятия корректирует конструкторскую документацию на ходу, взаимодействуя с лабораторией по изготовлению и отладке образца. Данные на печатные платы и другие функциональные узлы передаются в конструкторское бюро корпусных деталей, где они подвергаются проверке на предмет совмещения с корпусом, эффективной компоновки, обеспечения технологичности сборки. Конструкторы совместно с технологами проводят проверку документации на уровень технологичности изделия и отправляют затем на нормоконтроль.

Недостатки такой схемы взаимодействия в ходе конструкторско-технологической подготовки производства следующие:

— не учитываются интересы потребителя, особенно, если продукция мелкосерийная и единичная;

— нет тесного взаимодействия конструкторов и технологов для решения возникающих на стыке проблем и задач;

— ошибки, возникающие в конструкторской документации вследствие несогласованности работы отделов, приводят к необходимости доработки блоков, оформления и внесения соответствующих изменений в чертежи и спецификации, а значит, потерю времени, увеличение срока изготовления изделия.

Изделия изначально задумываются инженерами для обеспечения потребности заказчика и им придаются определенные функционал и технические характеристики. С учетом этого изделие может быть сконструировано различными способами. Основная цель конструктора заключается в оптимизации конструкции изделия таким образом, чтобы она с минимальными временными, материальными и энергетическими затратами могла быть изготовлена в системе производства, т. е. обеспечена технологичность конструкции изделия. В систему производства входит целый ряд сложных подсистем, в том числе подсистема обеспечения материалами, полуфабрикатами, комплектующими, подсистема производственных процессов, подсистема оборудования, оснастки, приспособлений, контрольно-измерительных приборов и инструмента, подсистема трудовых кадров и др.

Как правило, конструктор работает в контексте существующей производственной системы, которая может быть минимально изменена. Однако в некоторых случаях производственные системы могут быть построены заново или переработаны под особенности конструкции изделий. Работа конструктора должна проходить во взаимодействии с технологом, в том числе и при внесении изменений в конструкцию или технологию изготовления изделия [11]. В ходе проектирования и подготовки производства необходимо разрешать разногласия, конфликты профессиональных интересов этих групп. Как отмечается в исследовании [12], «конфликт разрешается путем внесения изменений в проектное решение, так как предъявляемые к изделию требования по себестоимости определяются заказчиком и ситуацией на рынке продукции и не могут быть произвольно изменены предприятием».

Принципы DFM должны учитываться разработчиками в следующих направлениях работ:

— использование в новых изделиях как конструктивной, так и технологической преемственности, унификации составных частей, стандартизации. Конструктивная унификация включает в себя создание универсальных конструкций на базе передового опыта разработки определенного типа систем. Создание конструкций изделий из отдельных блоков, которые являются единым целым, могут применяться в различной комплектации при разработке систем с отличающимися техническими характеристиками. Преемственность составных частей имеет две разновидности: заимствование из предшествующих разработок, одна из которых может быть базовой и заимствование в рамках разрабатываемой конструкции их других одновременно создаваемых изделий. Однако конструктивная преемственность может иметь и негативные по-

следствия, описанные в [13]: «фиксация» отдельных технических характеристик изделия, увеличение материалоемкости конструкции;

— повышение технологичности конструкции за счет учета конструкторско-технологических решений, ранее примененных на аналогах и сохраненных на предприятии в виде баз данных и классификаторов. Предприятия и конструкторские подразделения должны иметь архив наиболее удачных конструкторских решений, примененных в конструкции представителей данного класса изделий, отработанные типовые технологические процессы по отдельным видам механообработки, сборки, и т. д. [14]. В случае необходимости эти решения могут быть встроены в систему проектирования нового изделия;

— поддержка с помощью приемов конструирования и моделирования баланса между технологичностью конструкции и его функциональными характеристиками, в том числе качеством, надежностью, ремонтпригодностью. Реальный уровень технологичности конструкции всегда является компромиссом между желаемым и возможным, поэтому задача формирования технологичного изделия может быть решена при условии максимального приближения предлагаемых конструкторско-технологических решений к нормам и принципам производства, к наличной производственной базе с учетом перспектив перевооружения. Технологичность напрямую влияет на функциональность изделия, его эксплуатационные характеристики, ремонтпригодность и показатели надежности. Необходимо проводить моделирование связей между функциональными характеристиками прибора и затратами на его производство;

— учет сроков разработки и освоения изделия, их минимизация для предотвращения морального старения или невостребованности на рынке. Сроки разработки и освоения изделия зависят от соблюдения предыдущих принципов и могут быть сокращены за счет использования принципов преемственности конструкции, автоматизации всех видов работ, повышения профессионального мастерства кадров, улучшения взаимодействия всех подразделений и исполнителей, участвующих в процессах подготовки производства;

— использование автоматизированных систем проектирования, технологической подготовки производства, моделирования, расчета, инженерного анализа и т. д. Такие системы помогут определить проектные альтернативы, оценить эти альтернативы в отношении целей DFM. Моделирование твердых тел помогает конструктору визуализировать отдельные части, понять связи между компонентами, ориентацию, зазоры процессе сборки, выявлять ошибки и трудности при сборке. Анализ методом конечных элементов, другими инженерными методами может быть использован для оценки способности конструкции удовлетворять функциональным требованиям, а также для оценки надежности и качества деталей и изделия в целом. Computer-aided process planning

(САРР-системы) могут быть использованы при разработке конструкции для оценки и прогнозирования ее технологичности.

обязательный расчет себестоимости на различных этапах проектирования и освоения с учетом не только цен на комплектующие и другие материалы, но и затрат на разработку, производство, сборку, накладные расходы.

Заключение. Предложенные направления реализации принципа DFM могут помочь предприятиям приборостроения улучшить качество принимаемых конструкторско-технологических решений, повысить технологичность проектируемых и осваиваемых изделий, снизить материальные и временные затраты, повысить конкурентоспособность продукции.

Литература:

1. Амиров, Ю.Д. Технологичность конструкции как фактор повышения конкурентоспособности изделия // Справочник. Инженерный журнал с приложением. — 2008. — № 12. — с. 35–41.
2. Ирзаев, Г.Х. Модель управления технологичностью изделий на промышленном предприятии // Экономика и менеджмент систем управления. — 2015. — Т. 1. — № 15. — с. 50–57.
3. Адамов, А.П., Ирзаев Г.Х. Комплексная система управления технологичностью радиоэлектронных средств // Известия высших учебных заведений России. Радиоэлектроника. — 2007. — Т. 5. — с. 41–53.
4. Схиртладзе, А.Г., Тимирязев В.А. Технологичность конструкций технических изделий // Известия Волгоградского государственного технического университета. — 2012. — Т. 13. — № 10. — с. 83–92.
5. Ирзаев, Г.Х. Разработка функциональной и организационной структур комплексной системы управления технологичностью промышленных изделий // Автоматизация процессов управления. — 2011. — № 4. — с. 66–75.
6. Павленко, Н.И. Многокритериальная процессно-ориентированная оценка производственной технологичности // Естественные и технические науки. — 2011. — № 3. — с. 319–321.
7. Ирзаев, Г.Х. Исследование и моделирование информационных потоков конструкторско-технологических изменений на этапах освоения и серийного производства изделий // Организатор производства. — 2012. — Т. 52. — № 1. — с. 131–135.
8. Говорков, А.С., Ахатов Р.Х. Анализ технологичности изделия авиационной техники на основе информационного образа изделия // Известия Самарского научного центра РАН. — 2011. — Т. 13. — № 6–1. — с. 285–292.
9. Шкаберин, В.А. Новые подходы к обеспечению технологичности конструкций в условиях автоматизации конструкторско-технологической подготовки производства // Информационные системы и технологии. — 2010. — № 5. — с. 34–42.
10. Попов, М.Е., Попов А.М. Методы автоматизированного совершенствования технологичности конструкций изделий в интегрированных САПР // Вестник машиностроения. — 2003. — № 10. — с. 48–53.
11. Ирзаев, Г.Х., Адамов А.П. Исследование системы обработки потоков информации об изменениях в конструкции радиоэлектронных средств на этапах освоения и производства // Современные научные исследования и инновации. — 2014. — № 1 (33). — с. 7.
12. Иноземцев, А.Н., Троицкий Д.И. Разрешение конфликтов профессиональных интересов в ходе подготовки производства // Известия Тульского государственного университета. — 2013. — Вып. 12. — Ч. 1. — с. 169–177.
13. Ирзаев, Г.Х., Адамов А.П. Оценка влияния конструктивной преемственности на технологичность электронных приборов // Сборка в машиностроении, приборостроении. — 2014. — № 2. — с. 3–8.
14. Ирзаев, Г.Х. Оценка преемственности технологии предприятия-изготовителя при освоении нового изделия // Организатор производства. — 2008. — № 4. — с. 50–54.

Устройство соединения рельса с тавровой опорой

Нежданов Кирилл Константинович, доктор технических наук, профессор;

Гарькин Игорь Николаевич, аспирант

Пензенский государственный университет архитектуры и строительства

Приводится детальное описание устройства (на которое получен патент) для крепления балок (рельсов), преимущественно монорельсового пути для подвешенного подъемно-транспортного оборудования. Устройство внедрено в лабораторию «Выносимость подкрановых балок».

Ключевые слова: подкрановая балка, крановый рельс, поперечная и продольная рихтовка, соединение, тавровая опора.

Разработка различных технологий и устройств для нужд машиностроительной и строительной отрасли является в настоящее время актуальной задачей. В Пензенском государственном университете архитектуры и строительства на кафедре строительные конструкции, постоянно ведутся исследования в этой области. Результатами исследований являются многочисленные научные труды и патенты РФ [1...5].

Рассмотрим одно из разработанных (и внедрённых в производство) устройств для соединения рельсов с тавровой балкой [6].

Преимущественно монорельсового пути содержащее Г-образные прижимные планки с отверстиями, размещенные с каждой стороны и взаимодействующие концами с полками рельса и опоры, болты с гайками, размещенные в отверстиях прижимных планок, отличающееся тем, что, с целью повышения пределов поперечной и продольной рихтовки рельса при монтаже и эксплуатации, оно снабжено дополнительными прижимными планками. Размещенными с каждой стороны опоры отверстия в каждой планке выполнены по ее боковым сторонам и расположены за габаритами соединяемых рельса и опоры, причем пары отверстий прижимных и дополнительных прижимных планок соосны.

Способ подвеса относится к прикреплению балок (рельсов), преимущественно монорельсового пути для подвешенного подъемно-транспортного оборудования.

Известно устройство соединения рельса с тавровой опорой пути подъемно-транспортного оборудования, содержащее Г-образные прижимные планки с отверстиями, размещенные с каждой стороны рельса и взаимодействующие концами с полками рельса и опоры, болты с гайками, размещенные в отверстиях прижимных планок.

Недостатком известного устройства является то, что поперечная рихтовка рельса относительно опоры при монтаже и эксплуатации устройства ограничена габаритами его элементов.

Цель исследования — повышение пределов поперечной и продольной рихтовки рельса при монтаже и эксплуатации устройства.

Указанная цель достигнута тем, что устройство соединения рельса с тавровой опорой, преимущественно мо-

норельсового пути; содержащее Г-образные прижимные планки с отверстиями, размещенные с каждой стороны и взаимодействующие концами с полками рельса и опоры, болты с гайками, размещенные в отверстиях прижимных планок, снабжено дополнительными прижимными планками, размещенными с каждой стороны опоры, отверстия в каждой планке выполнены по ее боковым сторонам и расположены за габаритами соединяемых рельса и опоры; причем пары отверстий прижимных и дополнительных прижимных планок соосны.

Соединения рельса 1 с тавровой опорой 2 содержит Г-образные прижимные планки 3 с отверстиями и болты 4 с гайками. Прижимные планки 3 размещены с боковых сторон рельса 1. Кроме того, дополнительные прижимные планки размещены также с боковых сторон опоры 2. Отверстия в планках 3 выполнены по их боковым сторонам и расположены за габаритами соединяемых рельса 1 и опоры 2 (рис. 2), причем отверстия прижимных планок 3, размещенных с боковых сторон рельса 1, соосны отверстиям прижимных планок 3, размещенных с боковых сторон опоры 2, а в соосных отверстиях размещены болты 4.

Монорельс монтируют следующим образом

Перед монтажом монорельса с помощью 15 теодолита на балке 1 наносят риски по проектной оси монорельса, а на монорельсе — осевые риски. Перед монтажом на монорельсе устанавливают в зоне его крепления к опоре три Г-образные планки 3 с помощью двух болтов 4. Затем поднимают монорельс 1 до упора его полки в полку опоры 2 и продольно перемещают по его полке три установленные Г-образные планки до тех пор, пока под свободный конец дополнительной планки не войдет полка опоры 2. Ставят четвертую дополнительную Г-образную планку и соединяют ее болтами 4 с прижимными планками 3, размещенными с боковых сторон рельса 1.

Перемещают рельс 1 в поперечном направлении по опоре 2 до совпадения рисок на ней и рельсе, а затем производят затяжку болтов 4. В случае расстройств прямолинейности пути монорельс может быть легко отрихтован вдоль опоры.

Применение устройства позволяет сократить простои цехов и складов готовой продукции, оборудованных подвесными кранами, так как оно позволяет осуществ-

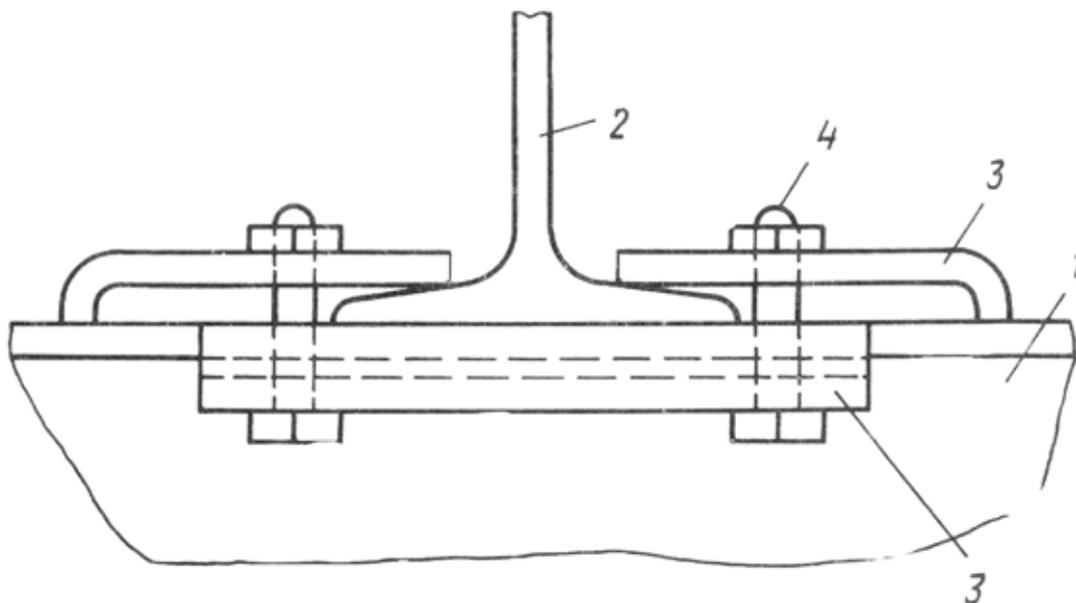


Рис. 1. Предлагаемое устройство

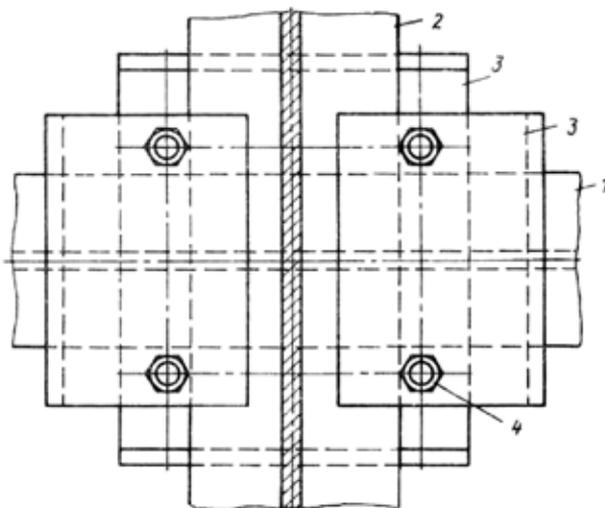


Рис. 2. Предлагаемое устройство (вид с торца)

влять рихтовку пути фактически без остановки эксплуатации мостовых кранов. Стоит отметить, что описанное выше устройство было успешно внедрено в лаборатории «Выносливость подкрановых балок» при кафедре строи-

тельные конструкции Пензенского государственного университета архитектур и строительства (руководитель лаборатории д. т.н., проф., заслуженный изобретатель РФ — Нежданов К.К.) [7].

Литература:

1. Нежданов, К.К., Нежданов А.К., Гарькин И.Н. Способ проката профиля двутаврового сечения из низколегированной стали Патент РФ №2486972, опубликовано 10.07.2013
2. Нежданов, К.К., Железняков Л.А., Гарькин И.Н. Эффективный способ проката уголкового профиля // Строительная механика и расчёт сооружений. — 2014. — №.1 — с. 71–75 Москва ЦНИСК им. Курчуренко
3. Нежданов, К.К., Кузьмишкин А.А., Гарькин И.Н. Применение толстостенных двутавровых крановых рельсов// Региональная архитектура и строительство. — 2012. — №3. — с. 79–84.
4. Нежданов, К.К., Кузьмишкин А.А., Гарькин И.Н. Применение двухстенчатых подкрановых балок с амортизирующим эффектом // Региональная архитектура и строительство. — 2013. — №3. — с. 91–94.

5. Нежданов, К. К., Кузьмишкин А. А., Гарькин И. Н., Курткезов Д. Х. Быстро сооружаемая подкрановая балка с высоким техническим ресурсом эксплуатации // Современные проблемы науки и образования. — 2014. — №3; URL: <http://www.science-education.ru/117-13115>
6. Нежданов, К. К., Нежданов С. К. Устройство соединения рельса с тавровой балкой SU 1139694 от 15.02.1985 г.
7. Нежданов, К. К. Совершенствование подкрановых конструкций и методов их расчёта [Текст]: моногр./К. К. Нежданов. — Пенза: ПГУАС, 2008. — 288 с. (Лауреат конкурса на медали и дипломы РААСН строительных наук 2011 г. 16.02.2012 г.)

Перспективы использования микрогофрокартона при производстве упаковочных материалов

Нигматуллина Лилия Ильдаровна, студент;

Ишкватова Алия Радиковна, студент

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

В данной работе изучена динамика развития рынка упаковки из гофрокартона, проблемы дефицита микрогофрокартона на российском рынке. Рассмотрены преимущества и недостатки использования микрогофрокартона в производстве упаковки.

Ключевые слова: гофрокартон, топлайнер, флутинг, микрогофрокартон, каширование.

Гофрокартон является одним из наиболее распространенных в мире упаковочных материалов, отличающимся малым весом, дешевизной и высокими физическими параметрами. Особенностью производства гофрокартона является возможность использовать бумагу и картон, полученные из макулатуры, что положительно с точки зрения экономии ресурсов и защиты окружающей среды.

Гофрокартон состоит, как правило, из трёх слоёв: двух плоских слоёв картона (топлайнеры) и одного слоя бумаги между ними, имеющего волнообразную (гофрированную) форму (флутинг). Такая композиция слоёв делает гофрокартон, несмотря на характеристики его компонентов, особенно жёстким, обладающим сопротивлением как в направлении, перпендикулярном плоскости картона, так и в направлениях вдоль плоскостей. Для дальнейшего улучшения физических свойств упаковки из гофрокартона применяются пяти- и семислойный гофрокартон — материал, при котором слои картона и бумаги чередуются один за другим. Размеры, качество и прочие параметры упаковки из гофрокартона устанавливаются отраслевыми стандартами, накладывающими также свои требования к процессу производства [3].

Оценивая потенциал развития российского упаковочного рынка, по оценке WPO, на мировом рынке упаковки из бумаги и картона, Россия занимает десятое место, с объемом 4768 млн. долларов. С 2007 по 2012 годы его рост составил 6,5%, в то время как рост мирового упаковочного рынка — 4,2% [10].

Увеличение потребления связано, в первую очередь, с развитием пищевой промышленности, на долю которой приходится около 75% всей упаковки из тарного гофро-

картона. Но, несмотря на то, что темпы роста потребления гофрокартона уже опережают западноевропейские, по потреблению гофрокартона на душу населения Россия еще значительно отстает от зарубежных стран (в 4–5 раз от уровня Европы и в 20–25 раз — от США). Среднероссийский показатель потребления упаковки из гофрокартона на душу населения составляет сейчас чуть более 7 кг в год [5, 7].

Отставание в потреблении гофрокартона особенно заметно на периферии, в то время как в мегаполисах (Москва, Санкт-Петербург и др.) его уровень давно превысил среднероссийское значение и составляет около 25 кг на душу населения в год (в том числе упаковка из гофрокартона, импортируемая вместе с продуктами и товарами народного потребления) [5].

На сегодняшний день в России производятся:

1. Трехслойный гофрокартон марки Т — 23 с профилем С. Этот вид гофрокартона практически универсален и занимает лидирующую позицию (около 65%) от общего количества гофрокартона, выпускаемого в России.

2. Трехслойный гофрокартон с профилем В. Он обеспечивает высокую жесткость упаковки. Его доля составляет в настоящий момент около 25% и возрастает одновременно с развитием систем автоматической упаковки.

3. Трехслойный гофрокартон с профилем А. Этот вид чаще используется при производстве пяти- и семислойного гофрокартона для придания материалу амортизационных свойств. Доля его выпуска составляет не более 4% от общего объема производства.

4. Пяти- и семислойный гофрокартон. Общий объем производства гофрокартона для транспортной крупногабаритной упаковки также не превышает 4% суммарного.

5. Микрогофрокартон с профилем E, F, включая кашированный трехслойный гофрокартон. Производится в ограниченном количестве, не более 2% от общего объема [4].

В условиях же конкуренции с иностранцами отечественные производители вынуждены предлагать покупателю товар в упаковке европейского качества. Эти преобразования касаются, прежде всего, косметической и фармацевтической промышленности — большинство товаров этого сектора уже сегодня упаковываются в высококачественный микрогофрокартон [4].

Если в секторе тарного гофрокартона уже наблюдается значительное пополнение российскими материалами, то на рынке микрогофрокартона в ближайшее время существенного вытеснения импорта не ожидается, несмотря на то, что зарубежные новинки в этой области активно используются отечественными производителями продуктов питания, напитков, косметики, электроприборов и других товаров народного потребления. Российские предприятия в настоящий момент не в состоянии даже частично удовлетворить существующую потребность в микрогофрокартоне как с печатью, так и без нее [10].

В отличие от гофрокартона, микрогофрокартон за счет меньшей толщины имеет несколько меньшие прочностные характеристики, применяется для более легких конструкций, требующих товарного вида. Микрогофрокартон имеет более низкие амортизирующие качества по сравнению с гофрокартоном и поэтому при выборе материала для хрупкой упаковки данный недостаток стоит учитывать [3, 8, 9].

Микрогофрокартон маркируется буквой «E» и имеет свою историю от первоначального наименования марки микрогофрокартона «Элита» (Elite), производство которого было налажено в США. Малая высота гофры и меньшая ширина гофров у этой марки, позволяет получить ровную поверхность и высокую плоскостную жесткость. Используется микрогофрокартон для индивидуальной, презентабельной картонной упаковки, как правило, с офсетной и флексопечатью [3].

К преимуществам использования микрогофрокартона относятся:

— легкая и прочная конструкция, которая лучше защищает находящийся внутри товар;

— подходит как для упаковки крупных, так и небольших по размерам товаров в любой отрасли промышленности и для пищевых продуктов.

— позволяет создавать даже очень маленькие коробки, которые имеют достаточно привлекательный внешний вид [3].

Кроме того, микрогофрокартон это недорогой и перспективный вид упаковочного материала, отличающийся по сравнению с картонными коробками повышенной устойчивостью, что в сочетании с рядом других преимуществ делает его практически идеальным для производства тары и упаковки [6].

Потребность в микрогофрокартоне по сравнению с общим потреблением гофрокартона в России незначительна и составляет в настоящее время не более 7%. Большинство видов микрогофрокартона (всего их более 32) в России не производится и импортируется только вместе с упакованными товарами. Основными видами микрогофрокартона являются:

1. Кашированный и ламинированный микрогофрокартон (трехслойный микрогофрокартон + слой бумаги с печатью + слой полимерной пленки снаружи или внутри), предназначенный для упаковки замороженных, жирно-влажесодержащих продуктов. Если требуется защитить печать, картон ламинируется снаружи, а при необходимости исключить контакт продукта с картоном и проникновение жира или влаги через упаковку — изнутри.

2. Кашированный микрогофрокартон (двухслойный микрогофрокартон + слой бумаги с печатью) предназначен для тех же целей, что и трехслойный микрогофрокартон с профилями G, N, но благодаря отсутствию верхнего слоя лайнера он более экономичен по сравнению с последним.

3. Кашированный и ламинированный микрогофрокартон (двухслойный микрогофрокартон + слой бумаги с печатью + слой полимерной пленки), предназначенный для упаковки дорогостоящих продуктов питания (если пленка на лайнере) и элитной парфюмерии (если пленка на запечатанной поверхности).

4. Микрогофрокартон, запечатанный прямым офсетным способом (до 0,5 мм) и предназначенный для упаковки продуктов питания, электроприборов, парфюмерии, лекарственных препаратов и др.).

5. Двухслойный микрогофрокартон с широким диапазоном используемых профилей (open wave) для подарочной упаковки [4].

Однако использование микрогофрокартона наталкивается на определенные проблемы — сложность нанесения печати и дороговизну доставки. Когда появился микрогофрокартон, именно невозможность нанесения красочной полноцветной печати ограничивала возможности его использования. Флексопечать не дает необходимого эффекта. Сегодня основным способом создания красочных упаковок и иных изделий из микрогофрокартона стал метод каширования, который заключается в том, что вначале на тонком мелованном картоне офсетным способом наносится полноцветная печать, отвечающая всем требованиям современной упаковки. Затем этот картон кашируется (а попросту приклеивается) на основу — двухслойный микрогофрокартон, состоящий только из нижнего слоя и собственно «волны». Для этого существуют специальные машины. Метод каширования позволяет соединить в микрогофрокартоне все достоинства «гофры» как упаковочного материала и высокое качество офсетной печати [2].

Кашированные материалы используются в основном там, где требуется большая жесткость и толщина ре-

клемной конструкции при высоких требованиях к качеству изображения. Метод кашировки широко применяется при изготовлении подарочной упаковки из кашированного микрогофрокартона [1].

Таким образом, существующий в настоящее время дефицит российского микрогофрокартона свидетельствует о перспективности развития производства данного вида гофрокартона в стране.

Литература:

1. База знаний МГУПечати [Электронный ресурс] // URL: <http://www.mgup-dc.narod.ru/>.
2. Возможности микрогофрокартона. [Электронный ресурс] // URL: <http://kartonoff.ru/index.php?action=advantage>.
3. Все о картоне [Электронный ресурс] // URL: <http://www.grani-ural.ru/karton.html>
4. Гуликина, О. Специфика российского рынка гофрокартона // Пакет. — 2002. — № 6.
5. Кокуев, А. Г. Оптимальное управление технологическим процессом с использованием энергоинформационной модели: на примере производства гофрированного картона: дис..кандидат тех. наук.-Астрахань. — 2008. — 173 с.
6. Микрогофрокартон [Электронный ресурс] // URL: <http://ref.unipack.ru/113/>.
7. Мишурина, О. А., Чупрова Л. В., Муллина Э. Р. Исследование влияния химического состава углеводородной части различных видов целлюлозных волокон на физико-механические свойства бумаг для гофрирования // Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук. — 2013. — № 8. — с. 52–55.
8. Мишурина, О. А., Чупрова Л. В., Муллина Э. Р., Ершова О. В. Исследование влияния качества исходного сырья на прочностные свойства картонных втулок // Современные проблемы науки и образования. — 2014. — № 1. С 254; URL: www.science-education.ru/115-12226 (дата обращения: 24.02.2015).
9. Муллина, Э. Р., Мишурина О. А., Чупрова Л. В., Ершова О. В. Влияние химической природы проклеивающих компонентов на гидрофильные и гидрофобные свойства целлюлозных материалов // Современные проблемы науки и образования. — 2014. — № 6. — с. 250; URL: www.science-education.ru/120-16572 (дата обращения: 24.02.2015).
10. Области применение гофрокартона [Электронный источник]: Журнал «Гофроиндустрия»/2009. — Режим доступа: <http://www.mpzp.ru/art/79226014>.

Влияние условий эксплуатации и хранения летательных аппаратов на их техническое состояние и работу двигателя

Сенюшкин Николай Сергеевич, кандидат технических наук, старший научный сотрудник;

Салимова Ирина Ильинична, студент;

Султанов Рузиль Фаильевич, научный сотрудник;

Хуснуллина Венера Радиковна, студент

Уфимский государственный авиационный технический университет (Республика Башкортостан)

Для изделий авиационной техники понятия надежности имеет первостепенное значение, в связи с тем что процесс полета не может быть немедленно прерван в отличии от движения по земной или водной поверхности. В процессе эксплуатации летательного аппарата, его узлы, агрегаты и детали испытывают постоянное влияние ряда факторов, которые по-разному сказываются на его техническом состоянии, так же определяют его эксплуатационную надежность и работоспособность.

Под надежностью понимают свойство летательного аппарата в целом и его частей (конструкции, бортового

оборудования, двигателей и др.) выполнять заданные функции, сохраняя значения эксплуатационных показателей в установленных пределах, соответствующих режимам и условиям использования, технического обслуживания, ремонта, хранения и транспортировки.

Понятие надежности комплексное, оно включает в себя свойства безотказности, долговечности, ремонтпригодности и сохраняемости; доля каждого фактора определяется исходя из поставленной задачи и методик оценки. Его фактический уровень зависит от стабильности технологических процессов и характеристик материалов, совершенства методов проектирования, определяемых общим

уровнем развития науки и техники и производственными возможностями.

Сущность решения проблемы обеспечения надежности изделий заключается в изучении физических причин появления и развития отказов, создании инженерных методов проектирования высоконадёжных изделий, разработке производственно-технологических процессов изготовления материалов, деталей и узлов с заданными физико-механическими и прочностными свойствами, применении эффективных методов и средств эксплуатационного контроля и технического обслуживания изделий, разработке научных методов анализа и прогнозирования ожидаемых нагрузок и внешних воздействий в реальных условиях эксплуатации.

Изделия авиационной техники являются сложными системами, и уровень их надежности зависит от уровня устойчивости и прочности составных частей. Особенность этих изделий заключается в том, что при допущении возможности отказа отдельных составных частей работоспособность всего изделия должна сохраняться. С этой целью применяется рациональное резервирование частей с потенциально возможными отказами.

Все многообразие факторов, которые характеризуют реальные условия эксплуатации и оказывают влияние на техническое состояние летательного аппарата, можно подразделить на объективные и субъективные.

К объективным факторам относятся: влияние окружающей среды, механические и другие внешние воздействия на элементы конструкции и комплектующие изделия функциональных систем.

К субъективным влияниям относят те, которые зависят от человека. Сюда можно отнести выбор схемы конструктивного решения при проектировании; выбор материалов и конструкции элементов; режимы нормальной эксплуатации; стратегию, методы и режимы технического обслуживания и др. Как правило, эти факторы являются причинами возникновения внезапных отказов. С другой стороны факторы, которые влияют на смену технического состояния самолета, можно разделить на конструктивно-производственные, которые определяют начальные качества объектов, и эксплуатационные, что отражают изменение технического состояния в процессе эксплуатации.

К конструктивно-производственным факторам относятся:

- выбор схемных и конструктивных решений, элементов и материалов;
- технология изготовления деталей и узлов, сборки и испытания объектов;
- качества производства;
- характеристики текущего и выходного контроля.

Решающую роль в изменении технического состояния и надежности борта оказывают эксплуатационные факторы. Именно в процессе эксплуатации и определяется уровень этой надежности. Они эксплуатируются в специфических условиях, которые значительно отличаются

от работы наземных видов транспорта. Эта специфичность заключается в следующем:

- осложнение условий работы, то есть увеличение действующих нагрузок и их абсолютных величин (температуры, давления, вибрации и др.);
- быстрое изменение во времени и пространстве действующих на самолет факторов (напряжения, температуры);
- широкий диапазон изменения этих факторов (аэродинамические нагрузки, перегрузки, температуры и др.).

Эксплуатационные факторы можно разделить на несколько групп. Группы нагружающих (объективных) факторов, то есть факторов, связанных с особенностями применения летательного аппарата и условиями его летной эксплуатации: аэродинамические нагрузки, перегрузки, давления, вибрации, акустические нагрузки, аэродинамическое нагревание, нагрев от работающей силовой установки, электрические нагрузки.

Группы факторов, которые характеризуют внешние условия:

- 1) климатические условия. Сюда относятся температура, давление и влажность атмосферного воздуха, их суточное и годовое колебание, изменения и перепады по высоте и длине трассы, осадки (дождь, снег, лед, туман), насыщенность воздуха агрессивными веществами (соли, щелочи и др.);
- 2) условия, которые характеризуют состояние аэродромов: запыленность атмосферы, качества покрытия взлетно-посадочных полос и рулежных дорожек, степень их чистоты, наличие на них осадков и т.д.;
- 3) биологические факторы: плесень, насекомые, грызуны, птицы. Плесень вызывает гниение материалов органического происхождения. Грызуны и насекомые замусоривают системы и агрегаты, поедают изоляцию, детали обработки и т.д. Птицы попадают в двигатель, повреждают застекление и обшивку. Для борьбы с этими факторами применяют различные химические вещества, обрабатывают поверхности, ставят защитные сетки.

Группы человеческих факторов:

- 1) условия летной эксплуатации, качества работы летного состава: количество взлетов и посадок (с превышением массы, вертикальной, горизонтальной скоростей); взлеты и посадки на некачественную полосу, с ограниченной площадки, с частично отключившимися двигателями, с порванным пневмонасадком), использования режимов полета и режимов работы двигателей, умения правильно действовать в особых случаях и особенных условиях полета, умение правильно готовиться к полету и правильно его рассчитывать и т.д. Эти факторы зависят от степени обученности и уровня натренированности летного состава;
- 2) качества технического обслуживания: организация эксплуатации, квалификация инженерно-технического состава, качества и своевременность выполнения работ по обслуживанию и ремонту, особенности транспортировки и хранения. При выполнении работ по техни-

ческому обслуживанию, с одной стороны, улучшается состояние систем, агрегатов и узлов ВС и предупреждаются неисправности (введение масел, регуляции параметров и т.п.), с другой стороны, в результате некачественного выполнения работы может ухудшиться их техническое состояние и даже появиться неисправность.

В зависимости от характера влияния на техническое состояние агрегатов и систем можно выделить еще две отдельные группы факторов:

1) качества материалов, которые применяются (горюче-смазочных и др.): степень их окисления и старения, загрязнение посторонними частицами, наличие влаги и т.д.;

2) часовые факторы. Это в первую очередь процесс старения, то есть процесс медленного изменения физико-химических свойств материалов. Скорость процесса старения может изменяться под воздействием внешних факторов: тепла, вибрации, кислорода, озона, влаги и т.д. Для многих материалов процесс старения протекает без видимых признаков ухудшения свойств материалов. Эти изменения накапливаются и в отдельных случаях могут привести к внезапному скачку-разрушению. В наибольшей степени процессу старения поддаются материалы органического происхождения.

Значительное влияние на техническое состояние авиационного двигателя оказывает температура воздуха на входе в двигатель t_n , прежде всего из-за сильного влияния температуры t_n на рабочий процесс авиационного двигателя, в не зависимости от его исполнения: ДВС, ГТД и т.д. Понижение температуры воздуха приводит при $n_{изм} = const$ к значительному возрастанию тяги ТРД и уменьшению $C_{уд}$; повышение температуры t_n приводит к обратному эффекту. Так, например, обычно в среднеширотных условиях понижение t_n от + 15С до — 30С приводит при $n = const$ в среднем к увеличению $P_{дв}$ на 25...30%, а $C_{уд}$ снижается на 5...10%. Рост тяги ТРД при этом происходит как за счет возрастания G_v , так и за счет возрастания $P_{уд}$ ($P_{уд} = P_{дв} G_v$).

При значительном уменьшении давления p_n изменение атмосферного давления начинает влиять на безразмерные параметры течения в проточной части. Это объясняется выходом характеристик газоздушного потока

из зоны автомодельности, т.е. из области турбулентного течения и переходом в область ламинарного.

На рис. 1 показано влияние атмосферного давления p_n на дроссельную характеристику ТРД в случае испытания при $p_n = var (H > 11 \text{ км}), M = 0, t_n = const$. При этом число Рейнольдса (отношения сил инерции и сил вязкости) Re меняется, т.к. p_n и снизились, возросли утечки, Re понизилось. У современных крупногабаритных ТРД и ТРДД

такие низкие давления ($\bar{p}_n \bar{p}_n = 0,2$), где начинает проявляться влияние Re , могут встретиться только в условиях полета на очень больших высотах ($H > 16...17 \text{ км}$). Однако, часто влияние Re у ГТД обнаруживается и на меньших высотах, если сказываются геометрические параметры ЛМ (узкие лопатки, лопатки малой высоты и т.п.). Кроме того, перспективные проработки так называемых трансатмосферных самолетов с высотой полета не менее 25 км показывают, что они работают в зоне значительного влияния критерия Re .

Наличие в атмосфере водяного пара, значительно отличающегося по своим свойствам от воздуха, приводит к весьма заметным изменениям параметров рабочего тела ГТД, что в первую очередь связано с существенным различием газовых постоянных у пара и воздуха (соответственно $R = 0,461$ и $0,287 \text{ кДж/(кг К)}$). Поэтому с увеличением атмосферной влажности с одной стороны возрастает величина газовой постоянной воздуха и вместе с ней критической скорости, с другой вместе с ней снижается плотность воздуха, т.е. падает расход воздуха, растет удельная тяга, т.к. возрастает скорость C_c .

В связи с такими изменениями параметров рабочего тела влияние атмосферной влажности проявляется как на термодинамическом цикле, так и на совместной работе элементов ГТД. Так, например, возрастание c_p и R_v под влиянием влажности приводит к увеличению скорости звука.

Из приведенного обзора видно, что при планировании эксплуатации и проектировании двигателя под конкретные задачи необходимо учитывать большое количество эксплуатационных факторов, важность каждого из которых определяется задачами проектируемого двигателя и летательного аппарата.

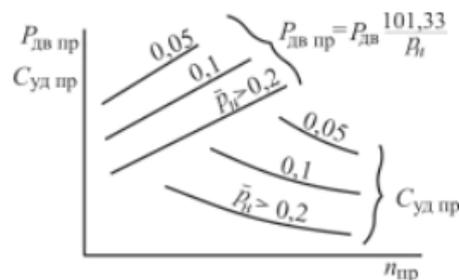


Рис. 1. Влияние на дроссельную характеристику атмосферного давления [1]

Литература:

1. Григорьев, В. А. Испытания и обеспечение надежности авиационных ГТД. — Самара: Изд-во Самар. гос. аэрокосм. ун-та, 2011.
2. Электронный ресурс [<http://5fan.ru/wiewjob.php?id=4415>].
3. Электронный ресурс [http://dic.academic.ru/dic.nsf/enc_tech/2812/Надежность].

Влияние порошкового гидрофобизатора на прочность и водопоглощение архитектурно-декоративных бетонов нового поколения

Суздальцев Олег Владимирович, аспирант;
Калашников Владимир Иванович, доктор технических наук, профессор;
Мороз Марина Николаевна, кандидат технических наук;
Ерофеева Ирина Владимировна, аспирант
Пензенский государственный университет архитектуры и строительства

Водопоглощение по массе является одним из важнейших свойств бетона, даже если речь идет не только о бетонах для общестроительного назначения, но и о архитектурно-декоративных бетонах, для которых оно наиболее важно в связи с возможностью образования высолов. От численного значения водопоглощения бетона зависят и другие основные физико-технические показатели, такие как морозостойкость, коррозионная стойкость, деформационные характеристики. Гелевые поры и капиллярные поры образуют открытую пористую систему в бетоне, и эти поры в процессе эксплуатации при воздействии дождя постепенно заполняются водой. Водопоглощение бетонов старого поколения с высоким расходом цемента на единицу прочности находится в пределах 4–8%, а водопоглощение по объему — 9–19%.

Снижения водопоглощения бетона можно достичь уменьшением В/Ц отношения (В/Т — отношения) с оптимизированным подбором компонентов. В данном случае это — высокоэффективный самоуплотняющийся бетон. Но, иногда, даже бетонам с высокой плотностью и прочностью, необходима защита от воздействия воды (в природе косой проливной дождь в течении нескольких дней или кратковременный косой дождь). Для архитектурно-декоративного бетона повышенное значение водопоглощения может стать причиной для появления на их поверхностях высолов, что значительно ухудшит их эстетические характеристики и станет причиной для быстрого разрушения поверхностного слоя.

Повысить водоотталкивающие свойства архитектурно-декоративного бетона можно, применяя современные эффективные гидрофобизаторы. Изучены водоотталкивающие свойства архитектурно-декоративных бетонов

с применением структурной гидрофобизации — введением в смесь высокодисперсной порошкообразной добавки — металлоорганического гидрофобизатора — стеарата цинка. Были исследованы реотехнологические показатели пластифицированных систем с различными металлоорганическими гидрофобизаторами. Кроме того, были изучены прочностные характеристики гидрофобизированного архитектурно-декоративного бетона.

Эффективность стеаратов и олеатов металлов была изучена на бетонах на основе минеральношлаковых вяжущих из смеси шлака и тонкомолотых горных пород. Горные породы были представлены известняком, глиной, гранитом, песчаником [1–3]. В этих экспериментах сухие порошки стеаратов совместно размалывались с зернистыми породами. При помоле с абразивными породами до $S_{уд} = 3000–4000 \text{ см}^2/\text{г}$ мягкие порошки стеаратов перетирались до нанометрического размера. Результаты показывают, что металлоорганический гидрофобизатор в бетонах значительно понижает водопоглощение и капиллярное водонасыщение бетонов, как в начальные сроки, так и в более длительные сроки нахождения образцов в воде. Отмечено незначительное понижение прочности на сжатие образцов минеральношлакового бетона с использованием стеарата цинка. Высокие гидрофобные свойства стеарата цинка также были получены на растворах на цементном вяжущем. Таким образом, в результате аналитического обзора литературы мы выявили, что наиболее эффективным среди металлоорганических гидрофобизаторов является стеарат цинка [3]. Это было характерно для минеральношлакового бетона и цементного бетона старого поколения. При создании архитектурно-декоративных порошковых и порошково-активированных бетонов нового поколения основой качества

и эксплуатационной долговечности является «высокая» реология [4–5].

В качестве сырьевых материалов в научных экспериментах использовали: Вольский портландцемент марки 500 Д0 (СЕМ 42,5), в качестве каменной муки (Π_M) — гранит, размолотый до удельной поверхности — $3700 \text{ см}^2/\text{г}$. В качестве тонкого песка (Π_T) фракции 0,16–0,63 мм — гранитный песок, в качестве песка заполнителя (Π_3) использовали также гранитный песок фракции 0,63–2,5 мм. В качестве пластифицирующей добавки применяли гиперпластификатор Melflux 5591 F в количестве 1% от массы цемента (Ц). В качестве гидрофобизатора — стеарат цинка в количестве 1% от массы цемента. Для удешевления и упрощения технологии введения порошкового гидрофобизатора мы однородно смешивали его с цементом, без дополнительного длительного помола. Порошковый гидрофобизатор кратковременно перемешивался совместно с цементом в лабораторной мельнице в течение 15 минут для однородного распределения порошковой добавки в смеси. Полученная смесь совместно перемешивалась с остальными компонентами смеси до образования однородной консистенции.

Образцы бетона твердели в нормальных условиях в течение 28 суток. Во время твердения часть образцов испытывалась по ГОСТ на 1, 7 и 28 сутки. После этого, проводили испытание на водопоглощение в течении 90 суток и на капиллярный подсос в течение 7 суток.

Основные физико-технические свойства и реологические критерии архитектурно-декоративного порошково-активированного песчаного бетона контрольного состава приведены в таблице (ПАПБ-1).

Соотношение всех компонентов смеси в контрольном составе и в гидрофобизированном было одинаковым. Полученные результаты показывают, что металлоорганический гидрофобизатор — стеарат цинка несколько загущает бетонную смесь. Так, расплыв смеси по конусу Хагерманна негидрофобизированного состава (ПАПБ-1) равен 32 см, а с гидрофобизатором (ПАПБ-13) — 21 см. Такое загущение смеси связано с низкой смачиваемостью стеаратов, перекрывающих поверхность минеральных частиц и наличием вовлеченного воздуха. Для увеличения расплыва смеси необходимо было незначительно увеличить V/T — отношение (0,107 (ПАПБ-13)).

Введение стеарата цинка в бетон, существенно уменьшило показатели прочности в начальные сроки твердения образцов в нормальных условиях. Прочностные показатели у гидрофобизированного бетона оказались на 23% ниже, чем контрольного. Такое заметное снижение прочности у бетона с порошкообразным стеаратом цинка связано с понижением плотности с $2437 \text{ кг}/\text{м}^3$ до $2312 \text{ кг}/\text{м}^3$.

Несмотря на понижение прочностных показателей архитектурно-декоративного гидрофобного порошково-активированного песчаного бетона, они все же остаются достаточно высокими.

Таблица 1. Физико-технические свойства и реологические критерии архитектурно-декоративного порошково-активированного песчаного бетона (ПАПБ-1)

Наименование компонентов	На 1 м^3 , кг	Объем на 1 м^3 , л	В/Ц, В/Т	ρ , $\text{кг}/\text{м}^3$	$\frac{\Pi_M}{\text{Ц}}$	$\frac{\Pi_T}{\text{Ц}}$	$\frac{\Pi_3}{\text{Ц}}$	Прочность МПа, через, сут.		
								1	7	28
ПЦ Вольский 500 Д0 СЕМ 42,5	700	225,8	0,315	$\rho_{\text{вл}}$ 1 сут. 2437	0,43	1	0,67	$R_{\text{сж}}=53$ $R_{\text{из}}=9$	$R_{\text{сж}}=97$ $R_{\text{из}}=11,2$	$R_{\text{сж}}=108$ $R_{\text{из}}=17,3$
ГП Melflux 5581F 1,0% от Ц	7	5,4			$\frac{\sum \Pi}{\text{Ц}} = 2,1$					
Гранит молотый (Π_M), $S_{\text{уд}} = 3700 \text{ см}^2/\text{г}$	300	107,9	0,101	$\rho_{\text{теор}}$	$I_{\Pi_T}^{\text{ВД}} = 2,22$ $I_{\Pi_3}^{\text{ВДТ}} = 4,80$			$\text{Ц}_{R_c}^{\text{УД}} = 6,48 \text{ кг}/\text{МПа};$ $R_{\text{Ц}}^{\text{УД}} = 0,15 \text{ МПа}/\text{кг}$ $\text{Ц}_{R_{\text{и}}}^{\text{УД}} = 40,4 \text{ кг}/\text{МПа}$ $R_{\text{сж}}/R_{\text{и}} = 6,2$		
Песок тонкий гранитный (Π_T), фр. 0,16–0,63 мм	700	251,8		2444						
Песок крупный гранитный (Π_3), фр. 0,63÷2,5 мм	470	169		$K_{\text{уп}}$ 0,997						
$M_{\text{сух}}$ $V_{\text{сух}}$ Вода	2177 — 221,1	— 759,9 221,1	Расплыв конуса Хегерманна 32 см, Расплыв K_m 46,5 см		$V_{\text{вл}} = 560,2$ $C_{\text{вл}} = 57,1 \%$ $V_{\text{вдт}} = 812$ $C_{\text{вдт}} = 82,7 \%$ $C_{\text{ТВ}}^{\text{В}} = 77,4 \%$					
$M_{\text{б.с.}}$	2398,1	—								
$V_{\text{б.с}}$	—	981								

Водопоглощение по массе гидрофобизированных образцов архитектурно-декоративного порошково-активированного бетона в первые часы насыщения образцов в воде низкое и составляет 0,68 %, что в 2,3 раза ниже контрольного состава (1,61 %). Водопоглощение гидрофобизированного бетона на 3 суток было 2,29 %, что также ниже контрольного состава в 1,22 раза. Значения водопоглощения гидрофобизированных составов становятся равными значениям контрольного состава через 22 суток. Можно отметить, что гидрофобный эффект гидрофобизированных составов сохраняется до 21 суток. При более длительном нахождении образцов в воде до 3 месяцев гидрофобный эффект уменьшается и составы с гидрофобизатором насыщают 3,9 % воды по массе за счет более высокой пористости.

Принятый состав бетона, в котором три основных компонента представлены гранитом — гранитная мука, тонкий гранитный песок и песок-заполнитель, которые составляют 67 % по массе от всех сухих компонентов бетона, открывают широкие возможности для производства и реализации таких компонентов на горных выработках. Это карьеры диорита, сиенита, диабазы, базальта, лабрадора и т. п. Использование их продукции позволяет создавать не только декоративные бетоны различной цветовой гаммы, но и высокопрочные и долговечные песчаные бетоны.

На следующем этапе исследований изучено капиллярное водопоглощение архитектурно-декоративного порошково-активированного бетона. Влажность бетона в различных сечениях по его высоте не будет одинаковой за счет разного сечения капилляров. Капиллярный подъем происходит за счет сил поверхностного натяжения, возникающих на границе раздела твердых и жидких сред.

Капиллярный подсос определяли в соответствии с EN 1015—18:2002 на балочках 40×40×160 мм, установленных в воду вертикально на глубину 7 мм. В течение одной недели производили наблюдение за высотой подъема воды по перемещению границы смачивания образцов и изменением их массы. Показано, что стеарат цинка значительно уменьшает капиллярное всасывание образцов бетона в первые минуты и часы экспонирования образцов в воде. Так, капиллярное водонасыщение гидрофобизированных образцов через 15 минут нахождения образцов в воде в 2 раза ниже значений водопоглощения по массе контрольного состава (0,1 %), и составляло 0,052 %. Значение капиллярного подсоса гидрофобного состава через неделю были ниже значения контрольного состава в 1,3 раза. В целом, можно отметить, что значения капиллярного подсоса как контрольного, так и гидрофобного составов малы.

В процессе капиллярного подсоса бетона контрольного состава отмечено, что к 7-м суткам высота подъема жидкости по капиллярам находится в пределах 6—8 % от высоты образцов-балок. На балках с гидрофобизатором высота подъема составила 3,7—4 % от высоты образца, равной 160 мм. В ходе капиллярного подсоса в течение недели отмечено полное отсутствие высолообразования на поверхности гидрофобизированных бетонов.

Проведенные исследования по объемной гидрофобизации бетонов порошкообразным стеаратом цинка не позволили получить высоких результатов по гидрофобизации. В связи с этим необходимо было изучить поверхностные способы гидрофобизации при использовании которых не затрагивается изменение растекаемости самоуплотняющихся бетонов и их прочностных показателей.

Литература:

1. Калашников, В. И., Мороз М. Н., Нестеров В. Ю., Хвастунов В. Л., Василик П. Г. Минерально-шлаковые вяжущие повышенной гидрофобности. Строительные материалы. 2005. №7. с. 64—68.
2. Калашников, В. И., Мороз М. Н. Теоретические основы смачиваемости мозаичных гидрофобно-гидрофильных поверхностей. Строительные материалы. 2008. №1. с. 47—49.
3. Калашников, В. И., Мороз М. Н., Нестеров В. Ю., Хвастунов В. Л., Макридин Н. И., Василик П. Г. Металло-органические гидрофобизаторы для минерально-шлаковых вяжущих. Строительные материалы. 2006. №10. с. 38—43.
4. Калашников, В. И. Через рациональную реологию в будущее бетонов. Ч. 3. От высокопрочных и особовысокопрочных бетонов будущего к суперпластифицированным бетонам общего назначения настоящего. Технологии бетонов. 2008. №1. с. 22.
5. Калашников, В. И. Основные принципы создания высокопрочных и особовысокопрочных бетонов. Популярное бетоноведение. 2008. №3. с. 102.

Оценка перерабатывающей способности грузового фронта методом имитационного моделирования

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

Транспортный комплекс РФ работает в условиях ежегодного роста объемов грузовых перевозок и дефицита пропускных и провозных способностей, что вызывает необходимость больших объемов инвестиций в поэтапное развитие инфраструктуры [1–5].

В Транспортной стратегии РФ на период до 2030 г. ставится задача интенсивного развития транспортной инфраструктуры. Одним из направлений ее научного обеспечения является создание имитационных систем, позволяющих моделировать системы различных видов транспорта [6–7].

Это связано с тем что, в мировой практике, моделирование является основным методом исследований во всех областях знаний и научно обоснованным методом оценки характеристик сложных систем, в то время как отечественная наука и практика по-прежнему в основном в качестве инструментов исследований использует аналитически-детерминированные или аналитически-вероятностные формулы.

Имитационная модель позволяет автоматически определить значения параметров рассматриваемой системы, меняя при этом условия протекания процесса и случайные события, учет которых при традиционных подходах вызывает существенные затруднения. Это позволяет оперативно учитывать все изменения в проекте, а также получить более точные значения оптимальных параметров функционирования системы, чем при традиционно применяемом расчете [8].

Оценка пропускной способности транспортной инфраструктуры методом имитационного моделирования нашла свое применение на железнодорожном транспорте, в частности, для оценки пропускной способности железнодорожной линии Мга-Лужская, которая обслуживает морской торговый порт Усть-Луга, в условиях ее реконструкции с предоставлением большого количества «окон» в период до 2020 года [9–11], а также для рассмотрения частных случаев функционирования железнодорожного транспорта [12–14].

Целью исследования является демонстрация возможностей метода имитационного моделирования при комплексном рассмотрении процесса функционирования объектов транспортной инфраструктуры.

Преимуществом применения классической ТМО для моделирования работы грузового фронта является наличие аналитических выражений, позволяющих оценить технические показатели, а недостатком — ряд допущений [15] (простейший поток заявок и их однородность, экспоненциальное распределение времени обслуживания и т. п.), что не всегда соответствует реальному порядку ра-

боты автосервиса. Это приводит к целесообразности имитационного моделирования с использованием современных компьютерных систем.

В работе проведена оценка влияния процентного соотношения категорий транспортных средств, на максимальное количество транспортных средств, выгруженных на грузовом фронте в течение суток, на котором происходит обслуживание восьми различных категорий транспортных средств, время выгрузки которых находится в диапазоне от 20 до 34 мин с шагом в 2 мин.

Имитационная модель была построена в среде AnyLogic, структура которой представлена на рис. 1.

В имитационной модели заявки (транспортные средства) генерируются с заданной вероятностью, после чего они поступают в очередь на обслуживание блока (Ожидание_в_очереди), которая имеет максимальную вместимость, равную пяти заявкам.

Затем идет блок, который отвечает за одновременное обслуживание в системе только одной заявки. После него расположены сеть развилок, параметры которых позволяют задать вероятности появления различных категорий транспортных средств [16].

Несмотря на то, что в рассматриваемой системе есть только один грузовой фронт, наличие восьми категорий транспортных средств с различным временем выгрузки, вызывает необходимость «размножить» количество грузовых фронтов в рамках имитационной модели, на каждом из которых будет обслуживаться своя категория транспортных средств, с длительностью выгрузки, заданной в блоке (Время_выгрузки_транспортного_средства).

Затем следует блок, который позволяет начать выгрузку следующего транспортного средства на грузовом фронте, после выгрузки предыдущего. Завершают имитационную модель блоки, удаляющие транспортные средства из имитационной модели и одновременно ведущие подсчет их количества по категориям.

Для наглядной иллюстрации преимуществ имитационной модели над аналитическим расчетом были проведены восемь расчетов, для случаев когда в на грузовом фронте выполняется разгрузка только одной категории транспортных средств (отдельно для всех категорий). Данные расчеты можно также провести и на основании аналитически-детерминированных или аналитически-вероятностных зависимостей.

А девятый вариант расчета был проведен, в условиях разгрузки всех четырех категорий транспортных средств, вероятность появления которых в системе была задана одинаковой (0,125). Подобного рода результат без ис-

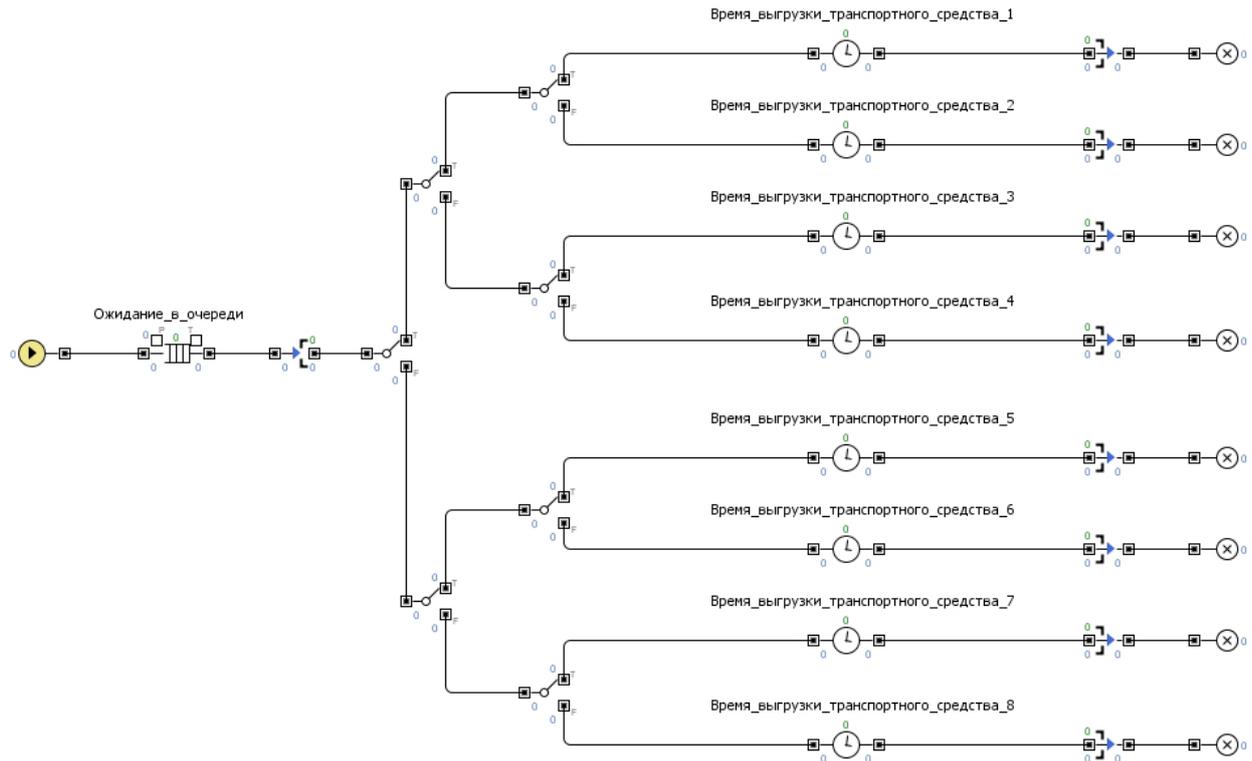


Рис. 1. Структура имитационной модели работы грузового фронта, при выгрузке четырех видов транспортных средств

пользования имитационного моделирования получить не представляется возможным.

Результаты расчетов приведены на рис. 2

Кроме того, модель позволяет рассмотреть работу выгрузочного фронта, в том числе и при большем количестве категорий транспортных средств и различных их процентных соотношениях. При наличии законов рас-

пределения интенсивности поступления транспортных средств, имитационная модель позволяет не только оценить максимальную перерабатывающую способность, но и достаточность инфраструктурных и технологических мероприятий по ее увеличению, в случае необходимости увеличения перерабатывающей способности грузового фронта.

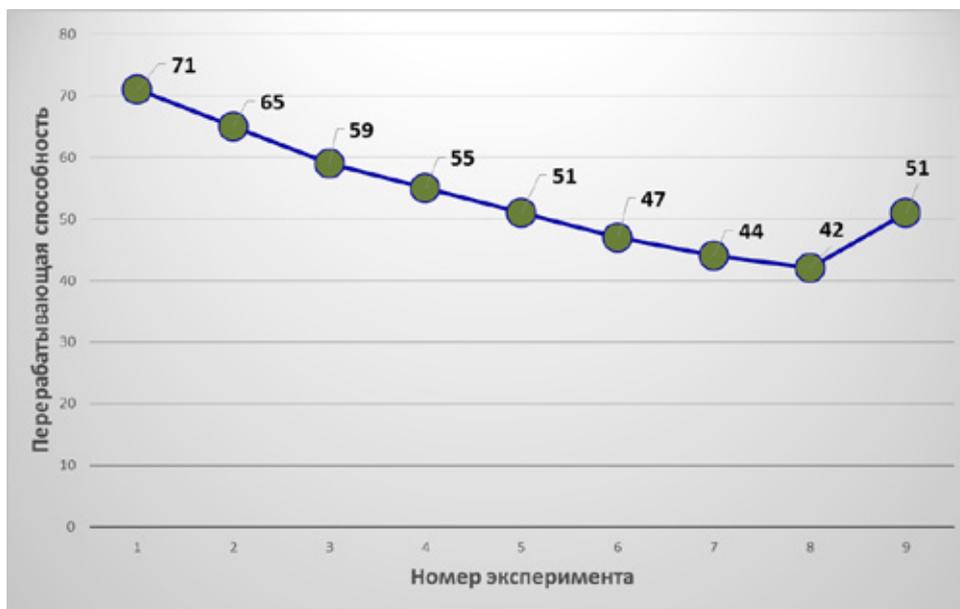


Рис. 2. Результаты расчета перерабатывающей способности грузового фронта

С помощью имитационной модели можно рассчитать следующие основные показатели эффективности работы грузового фронта, которые могут быть рассчитаны при наличии статистической информации функционирования реального грузового фронта, с целью поиска путей оптимизации его функционирования:

- Коэффициент загрузки каналов;
- Средняя длина очереди;
- Среднее время ожидания обслуживания;
- Вероятность ожидания обслуживания.

Литература:

1. Белый, О.В. Фундаментальные проблемы единого транспортного пространства Российской Федерации/Барина Л.Д., Белый О.В., Забалканская Л.Э., Куватов В.И., Малыгин И.Г., Стариченков А.Л. // Монография. СПб.: «Элмор», 2012, 116 с.
2. Белый, О.В. Инновационные проблемы развития транспорта // Бюллетень объединенного ученого совета ОАО РЖД. — 2010. — №4. — с. 97–100.
3. Куватов, В.И., Онов В.А., Шаталова Н.В. Пути совершенствования перевозок и повышения безопасности автотранспорта//Проблемы управления рисками в техносфере. — 2013. — №2 — с. 96–109.
4. Тимченко, В.С. Потенциальные возможности расширения круга задач, решаемых с помощью мониторинга в транспортном комплексе // Молодой ученый. — 2014. — №4. — с. 273–276.
5. Тимченко, В.С. Метод мониторинга параметров движения грузовых поездов // Инфраструктурные отрасли экономики: проблемы и перспективы развития. — 2014. — №4. — с. 93–97.
6. Долматов, М.А., Нисенбаум Р.С., Плотников А.М., Федотов Д.О. Имитационное моделирование как инструмент оценки инженерных решений при разработке проектов развития судостроительных и судоремонтных предприятий России// Национальное общество имитационного моделирования. URL: <http://simulation.su/uploads/files/default/ikm-mtmts-64-69.pdf> (дата обращения 19.09.2014 г.).
7. Тимченко, В.С. Перспективы применения имитационного моделирования, при оценке мероприятий по развитию транспортного комплекса Арктической зоны РФ // Интернет-журнал «Мир науки». — 2015. — №1. — с. 2.
8. Тимченко, В.С. Перспективы применения отечественного опыта расчёта железнодорожных станций, участков и транспортных узлов методом имитационного моделирования при развитии железнодорожной инфраструктуры Крымского полуострова // Интернет-журнал «Мир науки». — 2014. — №4. с. 17.
9. Кокурин, И.М., Тимченко В.С. Методы определения «узких мест», ограничивающих пропускную способность железнодорожных направлений // Известия Петербургского университета путей сообщения. — 2013. — №1. — с. 15–22.
10. 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.
11. Тимченко, В.С. Алгоритмизация процессов оценки пропускной способности железнодорожных участков в условиях предоставления окон // Транспорт Российской Федерации. — 2013. — №5 (48). — с. 34–37.
12. Галкина, Ю.Е., Ковалев К.Е., Тимченко В.С. Учет загруженности оперативного персонала при оценке пропускной способности железнодорожных направлений // Наука и современность. — 2014. — №30. — с. 131–136.
13. Ковалев, К.Е., Тимченко В.С. Оценка мероприятий по развитию инфраструктуры в масштабе железнодорожных направлений с учетом загруженности оперативного персонала технических станций // Молодой ученый. — 2014. — №3. — с. 298–302.
14. Тимченко, В.С. Алгоритмы расчета графиков проведения ремонтных работ железнодорожного пути на перспективу//Интернет-журнал «Наукоедение». — 2014. — №3. — с. 127.
15. Таранцев., А.А. Инженерные методы теории массового обслуживания. Изд. 2-е, перераб. и доп., СПб.: Наука, 2007.
16. Галкина, Ю.Е., Ковалев К.Е., Тимченко В.С. Оценка перерабатывающей способности грузового фронта методом имитационного моделирования // Вестник транспорта Поволжья. — 2014. — №6. — 22–27.

Заключение

В статье представлена имитационной модели работы грузового фронта, которая позволяет оценить его перерабатывающую способность в условиях обслуживания восьми видов заявок, предназначенная для визуализации, анализа и поиска устойчивых параметров функционирования системы. Результаты имитационного моделирования могут быть использованы при выборе варианта реконструкции реального грузового фронта.

Имитационная модель одновибратора с перезапуском

Трусов Василий Анатольевич, кандидат технических наук, доцент;
 Бростилов Сергей Александрович, кандидат технических наук, доцент;

Горячев Николай Владимирович, доцент
 Пензенский государственный университет

Одновибратор или ждущий мультивибратор с перезапуском характеризуется не определённой длительностью выходного сигнала, не зависящей от длительности входного сигнала, но зависящей от количества этих входных импульсов. Проведем имитационное моделирование этого устройства в среде Xilinx ISE Design Suite. Результаты подобного моделирования будут корректными не только для семейства программируемых логических схем (ПЛИС) фирмы Xilinx, но и для других производителей ПЛИС. Имитационная модель одновибратора с перезапуском представлена на рисунке 1. Она построена на основе библиотечных элементов доступных в выбранной среде проектирования.

Результаты моделирования приведены на рисунке 2 и отображают суть работы устройства. При единичном воздействии оно ведёт себя как одновибратор без перезапуска, при множественном воздействии, длительность сигнала складывается из времени между первым и последним восходящим фронтом и задержки после последнего восходящего фронта.

Отмеченная выше особенность реализована путём добавления в схему одновибратора без перезапуска логического элемента ИЛИ (на рисунке 1 обозначенного как OR2), позволяющего обнулять счётный регистр не только по завершению счёта, но и при очередном входном импульсе.

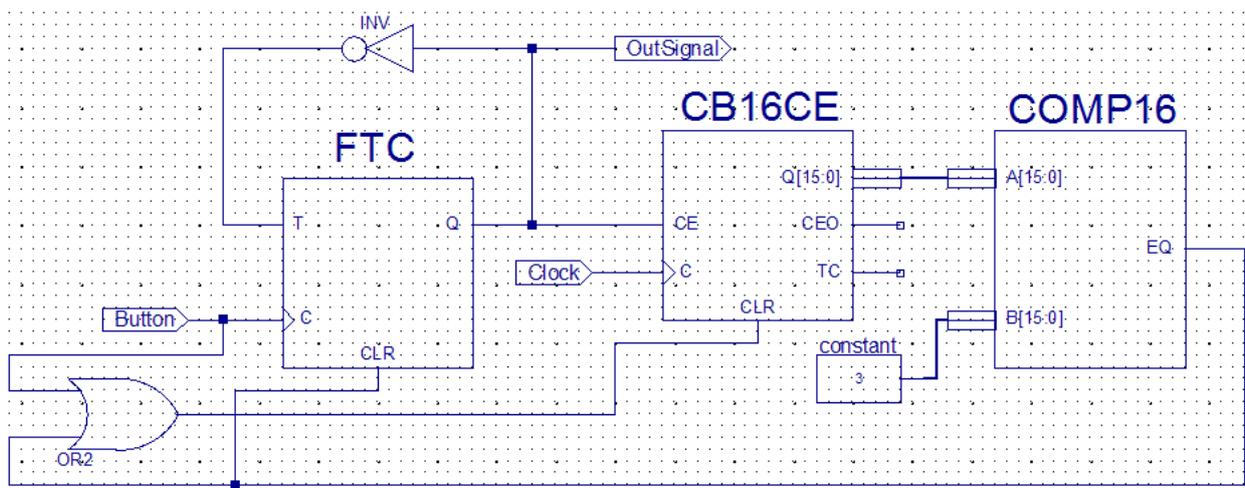


Рис. 1. Имитационная модель одновибратора с перезапуском

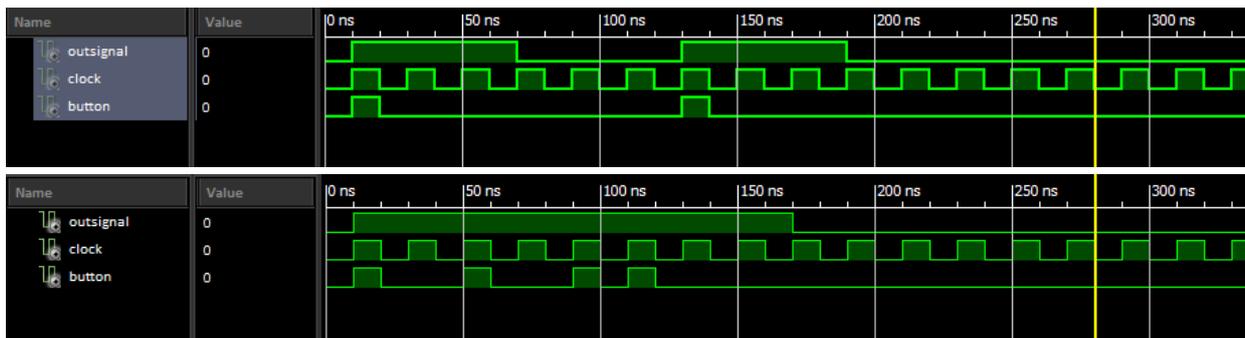


Рис. 2. Результаты моделирования

Литература:

1. Шишкин, Ф. Д. Особенности программируемых логических устройств/Ф. Д. Шишкин, Н. В. Горячев, В. А. Трусов // Молодой ученый. — 2015. — № 1. — с. 115–117.
2. 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.
3. Бростилов, С. А. Метрологический анализ измерительной подсистемы информационно-измерительной системы для исследования средств воздушного охлаждения/С. А. Бростилов, Н. В. Горячев, Т. Ю. Бростилова // Труды международного симпозиума Надежность и качество. 2014. Т. 2. с. 127–129.
4. 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.
5. Меркульев, А. Ю. Системы охлаждения полупроводниковых электрорадиоизделий/А. Ю. Меркульев, Н. В. Горячев, Н. К. Юрков // Молодой ученый. — 2013. — № 11. — с. 143–145.
6. Петрянин, Д. Л. Анализ систем защиты информации в базах данных/Д. Л. Петрянин, Н. В. Горячев, Н. К. Юрков // Труды международного симпозиума Надежность и качество. 2013. Т. 1. с. 115–122.
7. Граб, И. Д. Алгоритм функционирования компьютерной программы стенда исследования теплоотводов/И. Д. Граб, Н. В. Горячев, А. В. Лысенко, Н. К. Юрков // Труды международного симпозиума Надежность и качество. 2011. Т. 1. с. 244–246.
8. Белов, А. Г. Обзор современных датчиков утечки воды/А. Г. Белов, Н. В. Горячев, В. А. Трусов, Н. К. Юрков // Труды международного симпозиума Надежность и качество. 2013. Т. 2. с. 34–36.
9. Подложенов, К. А. Разработка энергосберегающих технологий для теплиц/К. А. Подложёнов, Н. В. Горячев, Н. К. Юрков // Современные информационные технологии. 2012. № 15. с. 193–194.
10. Шуваев, П. В. Формирование структуры сложных многослойных печатных плат/П. В. Шуваев, В. А. Трусов, В. Я. Баннов, И. И. Кочегаров, В. Ф. Селиванов, Н. В. Горячев // Труды международного симпозиума Надежность и качество. 2013. Т. 1. с. 364–373.
11. Grab, I. D., Sivagina U. A., Goryachev N. V., Yurkov N. K. Research methods of cooling systems. Innovative Information Technologies: Materials of the International scientific — practical conference. Part 2. — М.: HSE, 2014, 443–446 pp.
12. Горячев, Н. В. Уточнение тепловой модели сменного блока исследуемого объекта/Н. В. Горячев, И. Д. Граб, Н. К. Юрков // Труды международного симпозиума Надежность и качество. 2013. Т. 1. с. 169–171.
13. 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.
14. Прошин, А. А. Базовая структура системы выбора радиатора электрорадиоизделия/А. А. Прошин, Н. В. Горячев, Н. К. Юрков // Молодой ученый. — 2014. — № 20. — с. 206–209.
15. Сивагина, Ю. А. Разработка ретранслятора радиосигналов и его компьютерной модели/Ю. А. Сивагина, Н. В. Горячев, Н. К. Юрков, И. Д. Граб, В. Я. Баннов // Современные информационные технологии. 2013. № 17. с. 207–213.
16. Горячев, Н. В. Проектирование топологии односторонних печатных плат, содержащих проволочные или интегральные перемычки/Н. В. Горячев, Н. К. Юрков // Труды международного симпозиума Надежность и качество. 2011. Т. 2. с. 122–124.
17. Воробьев, Д. В. Шумы осциллографа при исследовании электронных средств/Д. В. Воробьев, Н. С. Реута, Н. В. Горячев // Молодой ученый. — 2014. — № 19. — с. 185–187.
18. Горячев, Н. В. Концептуальная схема разработки систем охлаждения радиоэлементов в интегрированной среде проектирования электроники/Н. В. Горячев, Н. К. Юрков // Проектирование и технология электронных средств. 2009. № 2. с. 66–70.
19. Граб, И. Д. Совершенствование метода термокомпенсации синтезатора частоты с использованием бесконтактного датчика температуры/И. Д. Граб, Н. В. Горячев, Н. К. Юрков // Труды международного симпозиума Надежность и качество. 2011. Т. 2. с. 129–130.
20. Горячев, Н. В. Исследование и разработка средств и методик анализа и автоматизированного выбора систем охлаждения радиоэлектронной аппаратуры/Горячев Н. В., Танатов М. К., Юрков Н. К. // Надежность и качество сложных систем. 2013. № 3. с. 70–75.
21. Стрельцов, Н. А. SDR-трансиверы и их применение/Н. А. Стрельцов, Н. В. Горячев, В. А. Трусов // Труды международного симпозиума Надежность и качество. 2014. Т. 1. с. 281–282.

22. Воробьев, Д. В. Применение унифицированных электронных модулей при создании генератора гармонических колебаний/Д. В. Воробьев, Н. В. Горячев, Н. К. Юрков // Молодой ученый. — 2014. — №20. — с. 114–117.
23. Петрянин, Д. Л. Побайтный анализ файлов/Д. Л. Петрянин, Н. В. Горячев, Н. К. Юрков // Современные информационные технологии. 2014. №20. с. 124–132
24. Воробьев, Д. В. Разработка высокочастотного генератора синусоидального сигнала фиксированной частоты на основе модулей AD9850 и Arduino/Д. В. Воробьев, Н. В. Горячев, Н. К. Юрков // Современные информационные технологии. 2014. №20. с. 132–136
25. Одноканальное управление шаговым двигателем/Д. В. Воробьев и др. // Молодой ученый. — 2015. — №3. — с. 110–113.
26. Трусов, В. А. Программно-определяемые приемопередатчики и их применение/В. А. Трусов, Н. В. Горячев, В. Я. Баннов // Молодой ученый. — 2014. — №21. — с. 234–236.
27. Петрянин, Д. Л. Тепловая модель учебной системы охлаждения/Д. Л. Петрянин, Н. В. Горячев // Прикаспийский журнал: управление и высокие технологии. 2014. №2. с. 197–209.
28. Юрков, Н. К. Автоматизированный выбор системы охлаждения теплонагруженных элементов радиоэлектронных средств/Н. К. Юрков, Н. В. Горячев, И. Д. Граб, К. С. Петелин, В. А. Трусов, И. И. Кочегаров // Прикаспийский журнал: управление и высокие технологии. 2013. №4. с. 136–143.

Визуализация технологических комплексов механосборочного производства на этапе проектирования (лабораторный практикум)

Усачев Юрий Ильич, кандидат технических наук, доцент;

Сакулин Сергей Викторович, студент;

Тагильцев Святослав Васильевич, студент

Московский государственный технический университет имени Н. Э. Баумана

Рассмотрена общая характеристика лабораторного практикума по дисциплине «Проектирование технологических комплексов механосборочного производства» с использованием программных модулей RobotExpert и Plant Simulation.

Ключевые слова: технологический комплекс, механосборочное производство, планировка оборудования, лабораторный практикум, программный модуль, виртуальное моделирование.

Usachev Yuriy Ilich, Sakulin Sergei Viktorovich, Tagiltsev Svyatoslav Vasilevich

Contains the scrutiny of a general characteristic of the laboratory practical work on «Designing of technological complexes of mechanoerecting industry» with the use of programming modules, such as RobotExpert and Plant Simulation.

Keywords: technological complex, mechanoerecting industry, layout of equipment, laboratory practice, a software module, a virtual simulation.

Технологический комплекс рассматривается в виде совокупности функционально взаимосвязанных средств технологического оснащения для выполнения в регламентированных условиях производства заданных технологических процессов или операций [1]. Одним из основных этапов его проектирования является разработка планировок технологического оборудования производственного подразделения. При этом решается задача оптимизации размещения станков, транспортно-загрузочных и накопительных устройств, обеспечивающую минимум капитальных затрат, быструю переналадку, заданную производительность комплекса. Данные задачи являются ос-

новными, как при проектировании реальных технологических комплексов, так и при выполнении домашних работ, курсовых и дипломного проектов в рамках изучения дисциплины «Проектирование технологических комплексов».

При разработке планировок применяются различные как плоскостное, так и объемное макетирование, в том числе с использованием компьютерных моделей. Наибольшее применение к настоящему времени получил метод объемного макетирования, который благодаря большей наглядности позволяет легче найти лучшие проектные решения и предупредить возможные ошибки при разработке проекта, как при техническом перевоо-

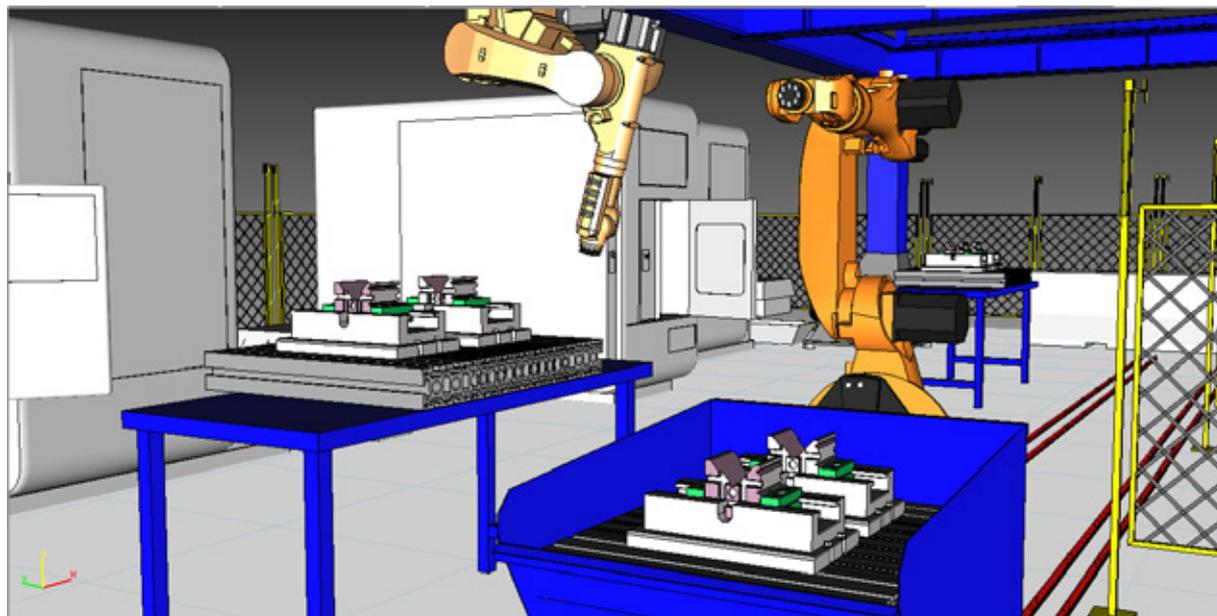


Рис. 1. Проект, созданный в программном модуле RobotExpert

ружении, так и при строительстве новых технологических комплексов.

Как показал анализ различных программных модулей, обеспечивающих автоматическую поддержку принятия решений в процессе проектирования виртуальных планировок, наиболее доступной для использования в учебном процессе является система RobotExpert компании Siemens, которая является внедряемым приложением 3D-проектирования роботизированных операций [2,3]. Она является независимым программным решением, которое поддерживает модели роботов и других средств автоматизации от различных поставщиков (рис. 1).

Основными функциями приложения являются: 3D-моделирование кинематики инструментов и роботов; обнаружение столкновений и проверка безопасности протекания технологического процесса; точный расчет времени производственного цикла; offline-программирование роботов; генерация программы для загрузки ее в контроллер робота. Данное приложение позволяет подобрать такое сочетание оборудования, которое будет удовлетворять конкретным производственным задачам, одновременно решая задачи минимизации капиталовложений в роботизированные линии и сокращения времени запуска системы.

Практика изучения курса «Проектирование технологических комплексов» показала, что для успешного применения 3D моделей планировок производственного оборудования необходимо проведение лабораторно — практических занятий, основной целью которых является создание компьютерных моделей планировок механосборочных участков, в том числе автоматизированных, с последующим имитационным моделированием их работы.

Лабораторный практикум состоит из трех основных разделов. В первом определяется структура и основные

параметры технологического комплекса. Исходными данными для проектирования являются: количество наименований деталей, обрабатываемых в течении месяца; период запуска деталей; технологические маршруты и штучное время обработки на каждой группе взаимозаменяемого оборудования [4].

Второй раздел включает три лабораторные работы. В первой студенты знакомятся с основными принципами задания кинематики движения 3D моделей технологической системы. Во второй в зависимости от состава технологического комплекса создают 3D модели основных элементов средств технологического оснащения автоматизированного участка (РТК, ГПИМ, АТСС и др.). В третьей выполняют предварительную планировку автоматизированного участка с заданием кинематики модели, в соответствии с циклом ее функционирования. Кроме этого составляется циклограмма работы и определяется общее цикловое время изготовления заданных деталей.

В третьем разделе для заданной планировки выполняют имитационное моделирование работы технологического комплекса с использованием системы Plant Simulation компании Siemens [5]. В результате моделирования проводятся исследования влияния входных параметров на производительность комплекса, уточняется его состав, что в последующем отражается в заключительном варианте модели автоматизированного участка.

Использование программного модуля RobotExpert в учебном процессе позволило решить проблему представления технологии изготовления изделий путем создания виртуальных планировок (метод виртуализации). При внедрении данного программного модуля в учебный процесс было установлено, что область применения может быть расширена. В первую очередь, за счет проектирования более сложных технологических комплексов с развитой ав-

томатизированной системой функционирования. При этом предварительно разработанный технологический процесс

по мере виртуальной обработки деталей может быть скорректирован с учетом возможной «расшивки» узких мест.

Литература:

1. ГОСТ 27.004–85. Надежность в технике. Системы технологические. Термины и определения.
2. Программный модуль RobotExpert. [Электронный ресурс]: библиотека ПО компании Siemens. URL: http://www.plm.automation.siemens.com/ru_ru/products/tecnomatix/robotics_automation/robotexpert.shtml (дата обращения 12.01.2015).
3. Усачев, Ю.И., Сакулин С.В., Тагильцев С.В. Компьютерное моделирование производственных систем с использованием программного модуля «RobotExpert» — журнал «Вестник науки и образования», №2, 2014 г., стр. 16–18.
4. Усачев, Ю.И. Анализ производительности работы автоматизированных участков — журнал «Главный механик», №9, 2014 г. стр. 47–52
5. Steffen Bangsow. Manufacturing Simulation with Plant Simulation and SimTalk Usage and Programming with Examples and Solutions. — Heidelberg: Springer-Verlag, 2009. — ISBN 978–3–642–05073–2.

Мероприятия по снижению теплопотерь через ограждения и по экономии энергии на эксплуатацию зданий

Чернов Виктор Александрович, кандидат технических наук, доцент;
Масьянова Анастасия Михайловна, старший преподаватель
Казанский (Приволжский) федеральный университет, Набережночелнинский институт (филиал)

К серьёзным проблемам строительства относится снижение энергетических ресурсов на эксплуатацию зданий и сооружений при одновременном обеспечении комфортных условий для проживания, работы и нахождения в них. Только на отопление затрачивается до 35% производимой тепловой энергии, что в 2 раза выше зарубежных показателей. Топливо-энергетическая проблема России усложняется тем, что дорожает производство энергоресурсов на внутреннем рынке.

Снижение расходов тепла на эксплуатацию зданий может быть достигнуто совершенствованием норм строительного проектирования улучшением качества строительства и эксплуатации зданий, комплексом конструктивно-планировочных и инженерных решений, гарантирующих создание благоприятных комфортного режима жилых и производственных помещений. Улучшение теплового и воздушного режимов зданий связано с необходимостью повышения теплозащитных качеств ограждающих конструкций.

Из всего количества энергии, расходуемой на отопление, значительная часть составляют теплопотери через **окна**. Из зданий различного назначения относительно меньше потери тепла приходится на окна жилых зданий, что объясняется их меньшей площадью остекления, чем в общественных и промышленных зданиях. Анализом типовых проектов, теплотехническими расчетами и расчетами отопления и вентиляции установлено, что световые проёмы занимают 26% площади наружных ограждений, а теплопотери через них составляют 30–60% от общих теплопотерь, из которых около поло-

вины приходится на теплопотери вследствие теплопередачи. Наглядно это отображено на рис. 1 для 9-ти этажного жилого дома, расположенного в г. Норильске. Расчет произведен для зимних нормативных условий [3].

Установлено также, что фактическая площадь окон превышает необходимую, требуемую нормами естественной освещённости. Приведение площади окон до требований норм позволит уменьшить расход тепла на отопление в среднем на 5–10% (в зависимости от климатических районов). Но поскольку архитектура фасадов жилых зданий связана с определенным ритмом и размерами окон, они могут принимать большие размеры, чем требуют нормы, тогда снижение расходов тепла на отопление за счет уменьшения размеров световых проёмов можно оценить величиной 2–6%. Снижение площади окон только для снижения потерь тепла целесообразно для южных районов страны.

В средних и северных районах через окна определенную часть года поступает тепло солнечной радиации. Средняя интенсивность суммарной солнечной радиации на окна южной ориентации на широте 60° составляет более 400 Вт/м², поступления тепла через окна составляет 170 Вт/м². Для сравнения, теплопотери через окна с тройным остеклением в это же время находятся на уровне 70–90 Вт/м².

Сопrotивление теплопередаче через заполнения световых проёмов складывается:

$$R = R_{\sigma} + R_{\kappa} + R_{\eta} = \frac{1}{\alpha_{\sigma}} + \sum \frac{\delta_{\kappa}}{\lambda_{\kappa}} + \frac{1}{\alpha_{\eta}} \quad (1)$$

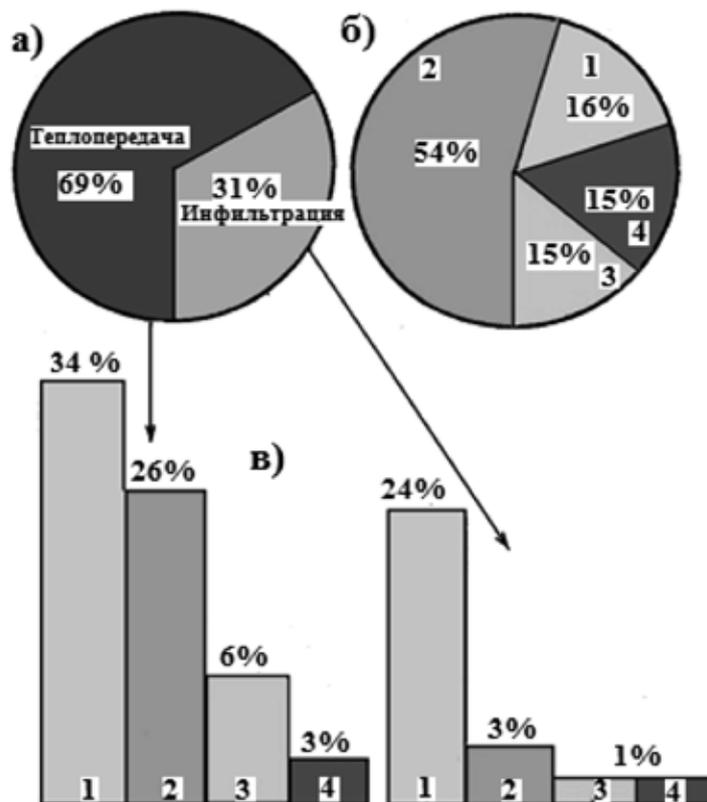


Рис. 1. Теплопередача через ограждающие конструкции 9-ти этажного дома: а) — диаграмма относительных потерь тепла вследствие теплопередачи и воздухопроницаемости наружного воздуха; б) — диаграмма относительных площадей наружных ограждающих конструкций, в) — диаграмма теплотерь через: 1 — окна, 2 — стены, 3 — покрытия, 4 — цокольные перекрытия.

Величины R_b и R_n имеют незначительное влияние на увеличение сопротивления теплопередаче, поэтому основные возможности увеличения R с повышением термического сопротивления R_k .

В остеклении основную часть R_k составляет сопротивление теплопередаче воздушной прослойки между стеклами. Передача тепла через воздушную прослойку обусловлена теплопроводностью, конвекцией и излучением. Уменьшение этих составляющих теплопереноса через воздушную прослойку истощает, по существу, все возможные пути повышения теплоизоляционных качеств окон.

К ним следует добавить наиболее очевидное конструктивное мероприятие — увеличение число слоев остекления, а, следовательно, числа воздушных прослоек. При этом должны сохраняться основные функциональные качества окна — сквозная видимость и светопропускание.

Современные требования СНиП [1,2] — *трехслойное остекление*.

Эффективным способом повышения теплозащитных качеств заполнения световых проемов является повышения число слоев остекления, а, значить, и количества воздушных прослоек. В табл. 1 приводятся данные о величине R заполнения световых проемов при применении многослойных прослоек стеклопакетов. Однако многослойного остекления связано с повышением расхода стекла, усложнением и удорожанием конструкции окна, а также и снижением коэффициента светопропускания.

Для выяснения возможности повышения теплозащитных качеств заполнения световых проемов, проанализируем величины различных составляющих суммарной теплопередачи через воздушную прослойку межстекольного пространства, приведенные в табл. 1.

Таблица 1. Сопротивление теплопередаче заполнения световых проемов из стеклопакетов

Число воздушных прослоек и их толщина (мм)	$R, \text{ м}^2\text{С/Вт}$	Коэффициент светопропускания, %
1x9	0,32	85
1x12	0,34	85
2x12	0,48	80
4x12	0,78	70

Таблица 2. Количество тепла, проходящего через вертикальные воздушные прослойки, при разности температур на их поверхности 5°

Толщина прослойки (мм)	Суммарные теплотери Вт/м ²	Передача тепла по составляющим, %		
		Теплопроводностью (Q _т)	Конвекцией (Q _к)	Излучением (Q _л)
1	30,8	38	2	60
5	25,9	9	29	72
10	24,8	5	20	75
20	23,8	2	19	79

Из табл. 2 следует, что эффективным путем повышения теплозащитных качеств заполнения световых проемов является снижение лучистой, Q_л, составляющей теплотери.

Лучистый теплообмен между двумя параллельно расположенными поверхностями определяется по формуле:

$$Q = \varepsilon_{np} \cdot c_o \left\{ \frac{(T_1)^4}{100} - \frac{(T_2)^4}{100} \right\} \quad (2)$$

где: ε_{np} — приведенная степень черноты, физическая характеристика системы двух плоскопараллельных тел, теплообмен между которыми происходит лучистым путем. Уменьшение ε_{np} приводит к пропорциональному снижению величины лучистого теплообмена. Что в практике достигается нанесением на его поверхности тонких покрытий пленок. В настоящее время широко исследовано применение стекол с окислометаллическими пленками на одной поверхности, в частности, теплоотражающее стекло.

Теплоотражающее стекло — это обычное стекло, на одну поверхность нанесено пленочное покрытие толщиной 0,4 нм состава двуокиси олова с добавкой фтора в сочетании с азотом. Оно имеет степень черноты $\varepsilon=0,4-0,5$ против $\varepsilon=0,95$ для обычного стекла. Оно устанавливается во внутреннем переплете с пленкой, обращенной наружу. Пленка обладает высокой отражательной способностью в диапазоне электромагнитных излучений с длиной волны $\lambda = 7500-25000$ нм и хорошим пропусканием видимых лучей. Применение такого стекла позволяет увеличить сопротивление теплопередаче окна на 30–40%, а температуру на поверхности остекления на 3–6°С.

Конвективную составляющую, Q_к, в межстекольном пространстве возможно снизить созданием электронагрева в нем с помощью бытового электронагревателя мощностью 40 в.

Q_к можно снизить устройством поперечных прозрачных перегородок в виде сетевых решеток.

Снижение теплотери за счет составляющей теплопередачи Q_т можно достичь заполнением межстекольного

пространства инертными газами с низким коэффициентом теплопроводности.

Уменьшение потерь тепла через окна с одновременным улучшением комфортных условий может быть достигнуто следующими конструктивными мероприятиями:

— устройство теплозащитных экранов, выполненных из высокоэффективных теплоизоляционных материалов с незначительной воздухопроницаемостью, устанавливаемые в ночное время, позволяет повысить теплотехнические качества на 50%. R двойного остекления возрастает до уровня тройного [3].

— движение теплого воздуха в межстекольном пространстве от отопительных приборов, поступающий через щели в оконной коробке;

— снижение воздухопроницаемости заполнения световых проемов устройством пенополиуретановых прокладок.

Улучшение температурного режима при этом происходит вследствие повышения температуры на поверхности остекления.

Как показали натурные исследования теплового режима жилых зданий средней этажности температура в помещениях нижних этажей бывает часто ниже нормы [3]. Это происходит вследствие повышенной фильтрации наружного воздуха и, особенно, в ветреную погоду. Дискомфортная зона составляла более 50% площади помещения [4]. В помещениях верхних этажей вследствие эксфильтрации внутреннего воздуха, вытесняемого нагретым воздухом нижних этажей вследствие теплового напора, наблюдалась повышенная температура. Для поддержания благоприятной температуры жители открывали на длительное время форточки. Тем самым «топили улицу» [4, 5]. Для регулирования t_b широкое применение в новом строительстве приборов поквартирного (а не в целом по зданию) учета теплотребления. Жильцы имеют возможность самостоятельно устанавливать уровень температурного режима в комнате, при этом прибор (счетчик) рассчитывает расход тепла.

Литература:

1. СНиП 23–02–2003. Тепловая защита зданий. М. 2012.
2. СНиП 23101–2004. Проектирование тепловой защиты зданий. М. 2012
3. Чернов, В. А. Тепловой режим в районах Крайнего Севера. Диссертация. М.

4. Богословский, В. Н. Строительная теплофизика. М. 2002.
5. Фокин, К. Ф. Строительная теплотехника ограждающих частей зданий. М. АВОК-ПРЕСС. 2011.

Пергаментная бумага как упаковочный материал для пищевой промышленности

Шайбакова Юлия Алексеевна, студент;

Федорова Юлия Сергеевна, студент;

Лыгина Елена Геннадьевна, студент

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

В настоящее время упаковочная промышленность в России является одной из наиболее динамично развивающихся отраслей. Ее развитие стимулируется постоянно повышающимся спросом на современные упаковочные материалы.

Среди большого многообразия используемых упаковочных материалов картон и бумага занимают ведущее место в тароупаковочной отрасли. Доля их использования составляет в среднем 50% общего потребления и доминирует не только по объемам производства, но и по широкой номенклатуре тароупаковочной продукции и ассортименту упаковываемых товаров.

Сочетание прочностных характеристик, легкости, возможности изменения свойств бумаги — основы для улучшения эксплуатационных характеристик упаковки [6, 7], а также возможность вторичной переработки и нанесения многоцветной печати позволило занять бумажной упаковке лидирующие позиции на мировом рынке транспортной и потребительской тары.

Упаковка из растительных полимеров безвредна для человека, быстро разлагается в природе и не загрязняет окружающую среду, легко перерабатывается в виде макулатуры. На российском и международном рынках стабильно сохраняется тенденция увеличения капиталовложений в развитие упаковки. Все более приоритетной становится упаковка, практичная и безвредная для потребителя. Одним из таких упаковочных материалов является растительный пергамент [2].

Пергаментом называют упаковочную, очень прочную, жиро- и влагостойкую бумагу, изготовленную из чистой целлюлозы. Отсюда и название — растительный пергамент или пергаментная бумага. Вырабатывается он по ГОСТ 1341–97. Растительный пергамент был изобретен в 1846 г. Жаном Пумару и Луи Фигуе. В промышленном масштабе его начали выпускать в 1858 г. в Париже [1, 5].

Актуальность этой темы в том что, пергамент на сегодняшний день является, одним из наиболее безопасных и чистых с экологической точки зрения упаковочных материалов. Он такой же биоразлагаемый, как дерево и солома. В природе он разлагается на безвредные вещества: целлюлозу, глюкозу, углекислый газ, воду. Его безвредность при контакте с пищевыми продуктами признана законодательством всех стран [2].

Отличительная особенность пищевого пергамента, по сравнению с полимерными пленками и специальными бумагами, — его биологическая инертность и воздухопроницаемость, которые позволяют продуктам «дышать» и не адсорбировать посторонние запахи. Эти уникальные свойства пергамента обеспечили практически повсеместное применение его при упаковке продуктов, нуждающихся в продолжительном предохранении от сырости или высыхания, в защите от потери летучих эфирных веществ, обуславливающих вкус и запах [2, 8].

Существуют следующие марки пергамента: марки А, Б, В. Все они предназначены для упаковки на автоматических линиях вручную различных пищевых продуктов. Пергамент марки Д используется в качестве основы для многослойной упаковки. Особый пергамент марки М предназначен для упаковки различных медицинских изделий.

Традиционной областью применения растительного пергамента является упаковка маргарина, сливочного масла, творожных изделий, мясных полуфабрикатов, выпечки и кондитерских изделий. Масло и маргарин, как и большинство продуктов молочной промышленности, содержат жир и воду, и поэтому относятся к категории легко проницаемых и загрязняющихся. Для таких продуктов пергамент просто незаменим, так как является надежной защитой, длительно сохраняет продукты свежими и чистыми.

Пергамент, как упаковочный материал для пищевой промышленности и общественного питания, обладает следующими незаменимыми потребительскими свойствами: не имеет запаха; эластичен; складывается по шву; жаро-, влаго- и воздухонепроницаем; устойчив к высоким температурам; не вызывает пыли; имеет нейтральное рН.

Кроме того, пергамент широко применяется в текстильном производстве, в авиационной, мебельной и медицинской промышленности. Здесь его успешное применение обеспечивается за счет таких особенностей материала как: устойчивость к высоким температурам, антистатичность, устойчивость к истиранию и растяжению, фиксируется на клею, устойчивость к прокату и отливу, легко утилизируется.

На сегодняшний день Троицкая бумажная фабрика — единственное в России и странах СНГ предприятие, выпускающее на современном оборудовании растительный

пергамент, универсальную упаковку для жировлагодержащих продуктов. Специалисты ОАО «Троицкая бумажная фабрика» совместно с научно-исследовательскими институтами, ведут поиск в направлении практичности и безвредности упаковки.

В 1999 году на предприятии был освоен выпуск нового вида пергамента непрозрачного. Этот пергамент имеет более совершенные качественные характеристики, позволяющие увеличить срок хранения и улучшить внешний вид упакованной продукции. Впервые в России производится пергамент, не уступающий по качеству зарубежным аналогам. Суть технологии — наполнение пергамента непрозрачным пигментом, что обеспечивает повышение непрозрачности упаковки, белизны, защиту продуктов от ультрафиолетовых лучей, улучшение печатных свойств [4].

Поверхность пергамента не имеет никаких волокон, микроволосков и пыли. Пергамент не растворяется в жирах и противодействует проникновению жиров сквозь упаковку, он не прилипает к жирным продуктам, имеет не-

превзойденные барьерные качества по жиронепроницаемости среди всех существующих в настоящее время бумаг. Обладает хорошими свойствами для нанесения флексо- и глубокой печати. Повышенные показатели жаро- и термостойкости позволяет кашировать пергамент алюминиевой фольгой и наносить на него силиконизированный слой [10].

Одним из недостатков пергамента является его повышенная прозрачность. Высокая прозрачность упаковочного материала плохо защищает продукт от ультрафиолета, способствующего окислительным процессам и процессам деструкции. Кроме того, страдает и качество печати и внешнего оформления упаковки из-за низкой контрастности печатного изображения. Этот недостаток усиливается, когда в пергамент упаковывают влажные продукты и прозрачность упаковки повышается.

В зависимости от применяемости и показателей качества пергамент должен изготавливаться следующих групп и марок, указанных в таблице 1 [3].

Таблица 1. Группы и марки пергамента

Группа пергамента	Марка пергамента	Применяемость
Пищевой	А, масса пергамента площадью 1 м ² 60–68 г	Для упаковывания пищевых продуктов, сливочного масла, маргариновой продукции и других пищевых жиров монолитом, автоматического и ручного фасования, запекания, а также для упаковывания пищевых продуктов в замороженном виде
	Б, масса пергамента площадью 1 м ² 53–59 г; В, масса пергамента площадью 1 м ² 47–52 г	Для упаковывания, автоматического и ручного фасования сливочного масла, маргариновой продукции и других пищевых жиров, концентратов, творожно-сырковых, кондитерских изделий, а также других пищевых продуктов, содержащих жиры и влагу, и для упаковывания пищевых продуктов в замороженном виде
	О, масса пергамента площадью 1 м ² 35–75 г	В качестве прокладок при упаковывании пищевых продуктов в крупногабаритную тару, для ручного фасования пищевых продуктов, хозяйственно-бытовых нужд и других целей
Медицинский	М, масса пергамента площадью 1 м ² 53–59 г	Для упаковывания перевязочных материалов и изделий медицинской промышленности, в том числе подлежащих стерилизации
Дуплекс	Д, масса пергамента площадью 1 м ² 38–46 г	В качестве основы для металлизирования, каширования, ламинирования, силиконизирования, а также для упаковывания пищевых продуктов, требующих влагонепроницаемой и жиронепроницаемой упаковки, для технических и других целей
Натуральный	К, масса пергамента площадью 1 м ² 50–60 г	Для выстилания изнутри металлических банок при консервировании крабов

Таким образом, растительный пергамент это материал исключительно натурального происхождения, состоит из 100% целлюлозы, экологически чистый продукт европейского качества. Широкий спектр применения и ак-

туальность спроса во всем мире на пергамент, как упаковочный материал, указывает на перспективность развития данного сектора упаковочной отрасли, несмотря на некоторые его недостатки.

Литература:

1. Агеев, А.Я., Медяник Н.Л., Мишурина О.А., Муллина Э.Р., Родионова Н.И. Технологии производства упаковки на основе бумаги // Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова. Магнитогорск, 2012.
2. Аким, Э.Л., Махотина Л.Г. Упаковка на основе бумаги — СПб.: Профессия, 2008. — 488 с.
3. ГОСТ 1341–97 Пергамент растительный. Технические условия. — М.: Стандартинформ, 2006–3 с.
4. Домнин, В.Н. Новые технологии в России. СПб., 2002. — 86 с.
5. Медяник, Н.Л., Мишурина О.А., Агеев А.Я., Родионова Н.И. Материалы, используемые в производстве упаковки на основе бумаги // Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова. Магнитогорск, 2009.
6. Мишурина, О.А., Чупрова Л.В., Муллина Э.Р. Исследование влияния химического состава углеводородной части различных видов целлюлозных волокон на физико-механические свойства бумаг для гофрирования // Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук. 2013. №8. с. 52–55.
7. Мишурина, О.А., Чупрова Л.В., Муллина Э.Р., Ершова О.В. Исследование влияния качества исходного сырья на прочностные свойства картонных втулок // Современные проблемы науки и образования. — 2014. — №1. С 254; URL: www.science-education.ru/115-12226 (дата обращения: 24.02.2015).
8. Непенин, Ю.Н. Технология целлюлозы — М.: Экология, 1994. — Т. 3.
9. Примаков, С.Ф. Производство бумаги. — М.: Лесная промышленность, 1987.
10. Пузырев, С.А., Бурова Т.С., Кречетов С.П., Рыжов П.Т. Технология обработки и переработки бумаги — М.: Лесная промышленность, 1985. — 312 с.
11. Сквернюков, П.Ф. Слово о бумаге — Московский рабочий, 1980.
12. Флят, Д.М. Свойства бумаги. — 3-е изд., перераб. и доп. — М.: Лесная промышленность, 1986. — 680 с.

Кашированная фольга как современный упаковочный материал

Шайбакова Юлия Алексеевна, студент

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

В статье рассматривается использование, а также производство кашированной фольги. В пищевой промышленности этот вид упаковки используется чаще остальных, что обусловлено высокими физико-механическими свойствами. Кроме того, кашированная фольга представляет новые возможности для внешней отделки упаковки.

Ключевые слова: кашированная фольга, упаковка, сливочное масло, технология.

Качество и безопасность упаковочных материалов и тары предопределены технологией их производства и базовым сырьем, что подтверждено результатами исследований [8, 9]. Используемый в последнее время ассортимент тары и упаковочных материалов для масла и спредов условно дифференцирован на группы: бумага — пергамент и его заменители, подпергамент, металлизированная и мелованная; картон — гофрированный и тарный плоский склеенный; фольга — алюминиевая кашированная, материалы комбинированные на ее основе; полимерные материалы — полиэтилен высокого давления, полиэтилен низкого давления, полистирол и др.; дерево, жест, алюминий, стекло, керамика.

Сохранность качества продукции маслodeлия напрямую зависит от упаковочного материала и его свойств. Неверно подобранный материал обычно приводит к быстрой порче и потере товарного вида масла или спреда [6, 11].

Современная альтернатива картонной и бумажной упаковке — алюминиевая кашированная фольга, которая представляет собой многослойный упаковочный материал, состоящий из склеенных между собой слоев алюминиевой фольги и жиро влагостойкой бумаги. В качестве клеевого слоя используется микровоск, который придает материалу дополнительную гибкость и «память». Воск — экологически чистый природный материал, обладающий пре-

красными по отношению к жиру и воде барьерными свойствами [7, 11].

Одно из важнейших преимуществ кашированной фольги заключается в ее барьерных свойствах, в ее плотности, светонепроницаемости, что позволяет предотвратить попадание солнечного света, посторонних запахов, препятствует проникновению жидкостей и препятствует окислению фасуемого продукта. Упаковка, созданная на основе кашированной фольги, не вступает во взаимодействие с продуктами, не впитывает в себя посторонний нехарактерный ему запах, инородный вкус, так как не вступает в реакцию с фасуемой продукцией. Упаковка хорошо сохраняет заданную форму и является высокоэластичным материалом, что является немаловажным показателем при фасовке [5].

На шахматном поле рынка партия между кашированной фольгой и пергаментом обернулась явным образом не в пользу последнего, бывшего лидером в области упаковки масла, маргарина, творога. Кашированная фольга стремительным прорывом поставила пергаменту шах и завоевала абсолютное преимущество в конкурентной борьбе. Одной из составляющих этого успеха является возможность более длительного хранения продукта. Вот некоторые показатели [12].

Масло. Срок хранения (ГОСТ 37–91) при температуре не более 3°C и влажности 80%; в пергаменте — 10 суток, в кашированной фольге — 20 суток. В два раза дольше. Масло, фасованное по 15, 20, 30 грамм — 8 суток (пергамент в этом случае не применяется [2, 10].

Маргарин. Срок хранения при температуре от –10°C до 0°C в пергаменте — 45 дней, в кашированной фольге — 60 дней. При температуре от 0°C до +4°C в пергаменте — 35 дней, в кашированной фольге — 45 дней. При температуре от +4°C до +10°C в пергаменте — 20 дней, в кашированной фольге — 30 дней. В полтора раза дольше [1].

Творожные изделия (в том числе — глазированные сырки). Срок хранения при температуре от 0°C до +2°C — 36 часов, от –6°C до 0°C — не более 3-х суток, от –12°C до –6°C — не более 10-и суток, от –25°C до –12°C — не более 25 суток [12].

Производителей алюминиевой фольги в России немало. Прежде всего, это концерн «Русал», который занимает первое место в России (75%), и второе место в мире по объему производства первичного алюминия. Статистика с сайта «Русала»: производство продуктов переработки, включая производство проката, фольги, банок, в 2008 г. увеличилось на 15% — до 326 тыс т. Производителем фольги в составе «Русала» является ОАО «Саянал» (бывшее ОАО «Саянская фольга»), мощности которого позволяют производить до 0,1 млн т алюминиевой фольги и упаковочных материалов на ее основе. В сентябре в г. Михайловске Свердловской области состоялся открытый аукцион по продаже части имущества ОАО «Михайловский завод по обработке цветных металлов» («Михалом»). На торги было выставлено три лота, вклю-

чающие технологическое оборудование, здания и сооружения, машины, инструмент и производственный инвентарь. Победителем стало ОАО «Уральская фольга» (также входит в состав СУАЛ), которое предложило наибольшую цену по всем трем лотам — 527 млн руб. Наибольший рост спроса на алюминиевую фольгу в ближайшие годы ожидается в новых индустриальных странах, где растет спрос на западные потребительские товары в качественной упаковке. Предполагается, что будет происходить дальнейшее расширение использования пакетов с применением фольги для упаковки, кофе, рыбных консервов, кормов для домашних животных и т.д., что обусловлено в основном удорожанием металлических банок. Преимущества и виды применения фольги кашированной [5].

На сегодняшний день, есть возможность изготовления кашированной фольги несколькими вариантами. Первый способ — «клеевая ламинация». Недостатком этого варианта является возможность деламинации (расклеивания, отслоения) бумаги от фольги при проникновении влаги и жиров через бумагу к клеевому слою. Поэтому бумага должна обладать свойствами жира и влагостойкости, что особенно актуально для упаковки масла, маргарина, жиров. Для менее жиросодержащих продуктов (например, кондитерские изделия) может применяться менее стойкая к жирам бумага. Достоинством клеевой ламинации является жесткость получаемого материала, который великолепно формуется и держит форму упаковки. Как говорят — «ушки не отгибаются». Этим же способом можно приклеивать к фольге и бумагу, имеющую полиэтиленовое покрытие. Наличие PE придает эластичность, мягкость. Кроме того, PE является дополнительным барьером проникновению влаги и жира со стороны продукта к клею, что практически устраняет угрозу возможной деламинации. Эти же барьерные свойства дополнительно защищают и сам продукт от потери воды и проникновения окисляющих его газов. Но этот барьер может оказаться излишним, поскольку продукту становится совсем тяжело «дышать». Особенно это касается творога. Если бумага без PE, имеющая пористую структуру может принимать в себя часть воды продукта и поверхностные окислы продукта, то PE практически исключает эту возможность. Продукт может «задохнуться» и потерять свое качество. Большей частью это относится к материалу, в котором полиэтилен ламинирован на бумагу (PE пленка приклеена к бумаге). Лучший вариант — нанесение PE на бумагу методом экструзии (coating), при котором слой полиэтилена получается более тонким, открывая «дыхание» продукту. Второй способ — приклеивание бумаги к фольге с помощью расплава PE. В этом случае на фольгу экструдируется расплав PE (coating) и прямо на расплав ложится и припрессовывается бумага. Бумага может быть так же с PE или без. Преимущество такой конструкции в исключении факта возможной деламинации, великолепная жиростойкость и влагостойкость, эластичность материала. Серьезный недостаток — мягкость такой кашировки. Она плохо держит форму упаковки, «ушки отги-

баются». Из-за этого такого типа кашированную фольгу практически сложно применять для упаковки глазированных сырков — клеевая предпочтительней. Кроме того, приклеенная на расплав РЕ бумага с РЕ не дает возможности «дышать» продукту [3].

Третий способ — приклеивание бумаги к фольге с помощью расплавленного микровоска. При этом способе вместо клея на фольгу наносится расплавленный до 100–120С микровоск, на который сразу припрессовывается бумага. После охлаждения воска, бумага и фольга оказываются приклеенными друг к другу. Это, возможно, — наиболее перспективная структура кашированной фольги. По душе такая фольга экологам, что привело к ее популярности в европейских странах. Эта фольга мягче по сравнению с клеевой, но при этом хорошо держит форму, в отличие от склеенной расплавом РЕ. Кроме того, она лучше всего ведет себя при печати, особенно, если это глубокая, а не флексопечать. Дело в том, что для печати важно, чтобы разнотолщинность полученной кашированной фольги была как можно меньше, иначе могут возникнуть проблемы с равномерностью натиска печатной формы к материалу и появятся места с непропечатанными или плохо пропечатанными элементами. В этом смысле слой воска является наименее жестким по сравнению со слоем РЕ, а уж тем более клея. Воск под натиском печатной формы будет проминаться и печать будет наноситься равномерно. Воск является экологически чистым продуктом, легко разлагается в природной

среде, не загрязняя ее, обладает прекрасными барьерными, по отношению к воде и жиру, свойствами. Проблемы с этой конструкцией могут быть только на этапе длительной транспортировки в летнее время. Дело в том, что воск размягчается и начинает «плыть» при 50С. Этим объясняется и невысокая пока востребованность такой конструкции кашированной фольги в нашей стране, поскольку летом, в контейнере, при длительной транспортировке, такой материал может стать непригодным к использованию, в чем — существенный минус этой конструкции. Однако, с освоением производства кашированной фольги склеенной воском на ЗАО «Тюменский пластик», эти опасения можно отбросить в сторону, поскольку условия и непродолжительная длительность транспортировки не позволят сколько-нибудь ухудшить качество и состояние материала [3].

В настоящее время использование кашированной фольги в качестве упаковки набирает все большие обороты. В пищевой промышленности этот вид упаковки используется чаще остальных, что обусловлено высокими физико — механическими свойствами данного вида упаковки. Кроме того, кашированная фольга представляет новые возможности для внешней отделки упаковки. На ней легко напечатать различными способами (офсетом, флексографией, шелкографией) полноцветные изображения. Эффектным приемом оформления является тиснение, которое выполняется в специальных прессах или тигельных печатных машинах.

Литература:

1. Белоусов, А.П. Физико-химические процессы в производстве масла сбиванием сливок. — М.: Легкая и пищевая промышленность, 1984.
2. ГОСТ 37–91 Масло коровье. Технические условия. — М.: Госкомиздат.
3. Гунько, С. Н., Демков В. И. Словарь по полиграфии и полиграфической технологии. Понятия и определения. — Мн.: ООО «Космополис-Универсал», 1995. — 230 с.
4. Ефремов, Н. Ф., Колесниченко М. Г. Технология упаковочных процессов. Учеб. пособие/Моск. гос. ун-т печати. — М.: МГУП, 2011. — 350 с.
5. Журнал «Молочная промышленность». «Тенденции, особенности и перспективы развития молочной промышленности России», Харитонов В. Д., Незнанов Ю. А., Январь 2010 г.
6. Иванов, С. Н. Технология бумаги. Изд. 3-е, М. Школа бумаги, 2006, 696 с.
7. Куприн, В. И. Бумага. Картон. Краткий терминологический словарь. — М.: Журнал «Тара и упаковка», 1996. — 48 с.
8. Мишурина, О. А., Чупрова Л. В., Муллина Э. Р. Исследование влияния химического состава углеводородной части различных видов целлюлозных волокон на физико-механические свойства бумаг для гофрирования // Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук. 2013. №8. с. 52–55.
9. Мишурина, О. А., Чупрова Л. В., Муллина Э. Р., Ершова О. В. Исследование влияния качества исходного сырья на прочностные свойства картонных втулок // Современные проблемы науки и образования. — 2014. — № 1. С 254; URL: www.science-education.ru/115-12226 (дата обращения: 24.02.2015).
10. Радченко, Л. А. Основы метрологии, стандартизации и сертификации в общественном питании: Учеб. Пособие. — М., 2009—352 с
11. Райкова, Е. Ю., Додонкин Ю. В. Теория товароведения: Учеб. Пособие. — М., 2002—240 с.
12. Российский рынок упаковки — 2004. Справочник/Сост. Рычило Б. П., Кулинченко С. В., Бойко А. Г. — М.: НП «Упаковочные инициативы», ООО «Инфопак плюс», 2004. — 320 с.

Метрология как наука

Шертайлаков Гайрат Мурадович, соискатель, старший преподаватель;
Рахманов Фуркат Абдухакимович, ассистент
Джизакский политехнический институт (Узбекистан)

В статье рассматриваются вопросы изучения основных понятий метрологии: измерение, поверка и способы обеспечения единства измерения.

Problems of studying the main conception of metrology: determination, calibration and means of guaranteeing the identity of calibration.

В наше время значение метрологии и технического регулирования при любых условиях хозяйствования трудно переоценить. Понимание задач метрологии могут обеспечить и приобретенные учеными материалы: изучение основных понятий в области метрологии, таких как измерение, поверка, изучение способов обеспечения единства измерений и методов оценки их точности, роли и значения метрологии в международных экономических и научных связях; изучение законодательных основ метрологической деятельности; привитие навыков в использовании технических регламентов и стандартов различных видов при освоении новшеств и развитии экономической деятельности организаций.

Метрологией (от греч. слова *metron* — мера, *logos* — учением) называется извлечение количественной информации с помощью средств измерений о свойствах объектов и процессов, измерение свойств объектов и процессов с заданной точностью и достоверностью. Иными словами, метрология — наука об измерениях, методах и средствах обеспечения их единства и способах достижения заданного уровня точности. Современная метрология включает в себя три составляющие: [1]

1. Законодательная метрология.
2. Фундаментальная метрология.
3. Практическая метрология.

Результаты измерений выражаются в узаконенных величинах. Одна из главных задач метрологии — обеспечение единства измерений. Она может быть решена при соблюдении двух основополагающих условий:

1. Выражение результатов измерений в единых узаконенных единицах.
2. Установление допустимых погрешностей результатов измерений — пределов, за которые они не должны выходить при заданной вероятности.

Основной задачей метрологии является обеспечение единства измерений путем установления единиц физических величин, государственных эталонов и эталонных (образцовых) средств измерений, обеспечение единства измерений и единообразия средств измерений, разработка методов оценки погрешности средств измерений, контроля и испытаний, а также системы передачи размеров единиц от эталонов, эталонных (образцовых) средств измерений рабочим средствам измерений. Решение этой задачи не-

возможно без установления единых правил, требований и норм, применяемых на всех этапах метрологического обеспечения. В метрологии наиболее точные средства измерений получили название эталонных или образцовых. [2]

Эталоны, хранящие и воспроизводящие единицы измерений с наивысшей точностью, называются государственными первичными и официально утверждаются в качестве исходных для страны.

Единство измерений поддерживают путем передачи единицы величины от исходного эталона к рабочим средствам измерений, осуществляемой по ступенькам с помощью рабочих эталонов и эталонных (образцовых) средств измерений. Точность указанных мер понижается от ступеньки к ступеньке, как правило, в 2–4 раза. Метрологии средства измерений (СИ) в соответствии с поверочной схемой периодически подвергаются поверке, которая заключается в определении метрологическим органом погрешности средств измерений и установлении его пригодности к применению при условии, что эта погрешность не превысила допустимую.

Работы по обеспечению единства измерений проводят специализированные организации, специальные службы организаций и даже частные лица. Сеть метрологических органов называется метрологической службой. Деятельность этих органов направлена на обеспечение единства измерений и единообразия средств измерений путем проведения поверки, ревизии и экспертизы средств измерений.

Все измерения, проводимые в стране, должны выполняться на средствах измерений, прошедших специальные испытания, называемые испытаниями на соответствие типу, и внесенных в специальный Государственный реестр средств измерений. Средства измерений, применяющиеся в сфере действия государственного метрологического контроля и надзора, подлежат поверке. По желанию собственника средства измерений, применяемые вне указанной сферы, могут быть подвергнуты или поверке, или калибровке.

Поверка средства измерений — совокупность операций, выполняемых органами государственной метрологической службы с целью определения и подтверждения соответствия средства измерений установленным техническим требованиям. Как следует из приведенного определения, поверка — это операция экспериментальной

проверки соответствия метрологических характеристик средства измерений установленным значениям, т. е., по сути, операция допускового контроля. Если характеристики средства измерений входят в установленный диапазон возможных значений, то средство измерений признается годным; если не входят (выходят), то оно по результатам поверки признается непригодным к дальнейшему применению (выбраковывается).

Калибровка средств измерений — совокупность операций, выполняемых с целью определения и подтверждения действительных значений метрологических характеристик и пригодности к применению средств измерений, не подлежащих государственному метрологическому контролю и надзору. Первое отличие калибровки от поверки, как это следует из их определений, неустановленность ее исполнителя. Второе отличие состоит в том, что поверка должна дать однозначный ответ о соответствии или несоответствии средства измерений установленным требованиям, а калибровка предусматривает определение

действительных значений метрологических характеристик и пригодности его к применению. На основе результатов калибровки средство измерений может быть признано пригодным к применению в данном конкретном технологическом процессе, даже если его реальные метрологические характеристики вышли за допусковые значения, установленные при испытаниях и утверждении типа, но удовлетворяют требованиям к конкретному измерительному процессу. Кроме указанных различий, поверка и калибровка во многом схожи, так как основаны на передаче размера единицы измеряемой величины от одних и тех же эталонов по одним и тем же методикам. Поэтому в задачи ГСИ входит правовая, организационная и техническая поддержка работ по калибровке средств измерений, выполняемая специальным органом. [3]

Некоторые примеры определения правил образования наименований и обозначений десятичных кратных и дольных единиц Международной системы единиц образуют с помощью множителей и приставок, указанных в таблице.

Таблица «Множители и приставки», используемые для образования наименований и обозначений десятичных кратных и дольных единиц СИ.

Десятичный множитель	Приставка	Обозначение приставки	Десятичный множитель	Приставка	Обозначение приставки
10^{24}	иота	Y	10^{-1}	деци	d
10^{21}	зетта	Z	10^{-2}	санتي	c
10^{18}	экса	E	10^{-3}	милли	m
10^{15}	пета	P	10^{-6}	микро	μ
10^{12}	тера	T	10^{-9}	нано	n
10^9	гига	G	10^{-12}	пико	p
10^6	мега	M	10^{-15}	фемто	f
10^3	кило	k	10^{-18}	атто	a
10^2	гекто	h	10^{-21}	zepto	z
10^1	дека	da	10^{-24}	иокто	y

I. Присоединение к наименованию и обозначению единицы двух или более приставок подряд не допускается. Например, вместо наименования единицы микрофарад следует писать пикофарада. Примечания:

1. В связи с тем, что наименование основной единицы массы — килограмм содержит приставку «кило», для образования кратных и дольных единиц массы используют дольную единицу массы — грамм (0,001 kg), и приставки присоединяют к слову «грамм», например миллиграмм (mg) вместо микрокилограмм (μ kg) или (mkkg).

2. Должную единицу массы-грамм допускается применять, не присоединяя приставку (обозначение единицы — g).

3. Если единица образована как произведение или отношение единиц, приставку или ее обозначение присоединяют к наименованию или обозначению первой единицы, входящей в произведение или в отношение.

II. Десятичные кратные и дольные единицы образуются с помощью стандартных приставок СИ. Существуют также внесистемные единицы измерения: микрон, равный 1 мкм, и ангстрем (Å), равный 0,1 нм, но их применение не рекомендуется.

Кратные				Дольные			
величина	название	обозначение		величина	название	обозначение	
10^1 м	декаметр	дам	dam	10^{-1} м	дециметр	дм	dm
10^2 м	гектометр	гм	hm	10^{-2} м	сантиметр	см	cm
10^3 м	километр	км	km	10^{-3} м	миллиметр	мм	mm
10^6 м	мегаметр	Мм	Mm	10^{-6} м	микромметр	мкм	μ m
10^9 м	гигаметр	Гм	Gm	10^{-9} м	наномметр	нм	nm

10^{12} м	тераметр	Тм	Tm	10^{-12} м	пикометр	пм	pm
10^{15} м	петаметр	Пм	Pm	10^{-15} м	фемтометр	фм	fm
10^{18} м	эксаметр	Эм	Em	10^{-18} м	аттометр	ам	am
10^{21} м	зеттаметр	Зм	Zm	10^{-21} м	zeptометр	зм	zm
10^{24} м	йоттаметр	Им	Ym	10^{-24} м	йоктометр	им	ym

III. По историческим причинам, название «килограмм» уже содержит десятичную приставку «кило», поэтому кратные и дольные единицы образуют, присоединяя стандартные приставки СИ к названию или обозначению единицы измерения «грамм» (которая, в системе СИ, сама является дольной: $1 \text{ г} = 10^{-3} \text{ кг}$).

Вместо мегаграмма (1000 кг), как правило, используют единицу измерения «тонна».

В определениях мощности атомных бомб вместо гигаграмма применяется килотонна, вместо тераграмма — мегатонна.

Кратные				Дольные			
Величина	Название	обозначение		величина	название	обозначение	
10^1 г	декаграмм	Даг	dag	10^{-1} г	дециграмм	дг	dg
10^2 г	гектограмм	Гг	hg	10^{-2} г	сантиграмм	сг	cg
10^3 г	килограмм	Кг	kg	10^{-3} г	миллиграмм	мг	mg
10^6 г	мегаграмм	Мг	Mg	10^{-6} г	микрограмм	мкг	μg
10^9 г	гигаграмм	Гг	Gg	10^{-9} г	нанограмм	нг	ng
10^{12} г	тераграмм	Тг	Tg	10^{-12} г	пикограмм	пг	pg
10^{15} г	петаграмм	Пг	Pg	10^{-15} г	фемтограмм	фг	fg
10^{18} г	эксаграмм	Эг	Eg	10^{-18} г	аттограмм	аг	ag
10^{21} г	зеттаграмм	Зг	Zg	10^{-21} г	zeptограмм	зг	zg
10^{24} г	йоттаграмм	Иг	Yg	10^{-24} г	йоктограмм	иг	yg

IV. С единицей измерения «секунда», как правило, используются только дольные приставки СИ (кроме деци

и санти). Для измерения больших интервалов времени используются единицы минута, час, сутки, месяц, год и т. д.

Кратные				Дольные			
величина	Название	обозначение		величина	название	обозначение	
10^1 с	декасекунда	дас	das	10^{-1} с	децисекунда	дс	ds
10^2 с	гектосекунда	гс	hs	10^{-2} с	сантисекунда	сс	cs
10^3 с	килосекунда	кс	ks	10^{-3} с	миллисекунда	мс	ms
10^6 с	мегасекунда	Мс	Ms	10^{-6} с	микросекунда	мкс	μs
10^9 с	гигасекунда	Гс	Gs	10^{-9} с	наносекунда	нс	ns
10^{12} с	терасекунда	Тс	Ts	10^{-12} с	пикосекунда	пс	ps
10^{15} с	петасекунда	Пс	Ps	10^{-15} с	фемтосекунда	фс	fs
10^{18} с	эксасекунда	Эс	Es	10^{-18} с	аттосекунда	ас	as
10^{21} с	зеттасекунда	Зс	Zs	10^{-21} с	zeptосекунда	зс	zs
10^{24} с	йоттасекунда	Ис	Ys	10^{-24} с	йоктосекунда	ис	ys

Используя вышеуказанную таблицу с такими условиями можно определить других десятичных кратных и дольных единиц СИ.

Литература:

1. Мишина, В. М. Метрология Стандартизация Сертификация. М.: 2009. — 10 с.
2. Ершова, И. Г., С. И. Дмитриев. Метрологическое обеспечение производства. Псков ППИ.: 2010. — 9 с.
3. Исмагуллаев, П. Р., Тургунбоев А. и Усманова Х. «Единицы измерения в международной системе СИ» методические пособие. Т.: 2012.

Синхронизация станков по производительности в технологических потоках лесообработывающих цехов

Якимович Сергей Борисович, доктор технических наук, доцент;
Чамеев Василий Владимирович, кандидат технических наук, доцент;
Васильев Георгий Леонидович, аспирант;
Ефимов Юрий Валерьевич, старший преподаватель
Уральский государственный лесотехнический университет (г. Екатеринбург)

Изложена методика синхронизации станков в технологическом потоке с использованием имитационного моделирования. Приведен пример расчетов.

Для достижения наилучших технико-экономических показателей работы лесообработывающих цехов лесозаготовительных предприятий необходимо, чтобы станки и механизмы в технологических потоках были синхронизированы между собой по производительности [1]. Обычными методами в условиях воздействия на технологический процесс факторов случайной природы это труднодостижимо. Одним из современных методов для синхронизации технологических потоков является имитационное моделирование.

В работе [2] рассмотрен технологический процесс лесопиления, однако в работе исследуется только продольное пиление на ленточнопильном станке и в условиях лесосеки.

Для имитационного моделирования синхронизации технологических потоков, на кафедре технологии и оборудования лесопромышленного производства (ТОЛП) Уральского государственного лесотехнического университета (УГЛТУ) создана компонент-программа (кп) **ПОТОК**, являющаяся составной частью комплекс-программы (КП) **ЦЕХ [3, 4]**.

Кп **ПОТОК** разработана на базе основных теоретических принципов построения математических моделей и моделирующих алгоритмов.

Технологический процесс (ТП) лесообработывающего цеха (ЛОЦ) рассматривается как сложная многоуровневая система **S**, непосредственное изучение которой в целом, в совокупности, практически невозможно из-за ее сложности. Исходя из методологии исследования сложных систем, математическая модель ТП ЛОЦ составлена из математических моделей элементов (станков) C_i , и математической модели сопряжения (взаимодействия) между ними. Математическая модель станка, как элемента ЛОЦ, представлена в виде стандартной математической схемы-модуля, описываемого случайными величинами: длительностью цикла деления лесоматериалов на станке t_d ; длительностью собственных простоев станка $t_{пр}$; длительностью между смежными собственными простоями станка $t_{МС}$ [5]. Схема сопряжения станков в ЛОЦ построена на основе схем деления лесоматериалов. При этом, станки $C_i, i=1,2...N$, как элементы системы **S**, объединены в подсистемы $S^i_m, m=1,2...N$ и представлены в виде многоуровневой схемы сопряжений. Первый, низший уровень — сопряжение станков в подсистеме $S^i_m, m=1,2...N$,

соответствующие каждому уровню деления лесоматериалов. Второй, средний уровень — сопряжение подсистем S^i_m в подсистеме второго уровня S^{ii}_m , формирующие отдельные группы станков в технологические потоки. Третий, высший уровень — сопряжение подсистем S^{ii}_m в систему **S**, объединяющий весь ТП ЛОЦ. При этом для каждого уровня сопряжения задаются операторы сопряжений рассматриваемых элементов-станков как внутри подсистемы, так и с подсистемами более высокого уровня [6].

Кп **ПОТОК** позволяет моделировать системы, представленные на рис. 1.

В структурной схеме для имитационного моделирования задается один или два подающих транспортера (**Тр1, Тр2**), от 0 до 4 головных станков (если **ГСО**, то такой станок считается фиктивным), от 0 до 6 станков 2-го уровня (**BCN**) и от 0 до 12 станков 3-го уровня (**ТСN**).

Станки JCN ($J \in \{Г, В, Т \text{ или } 1,2,3\}$) **классифицированы:**

- по типу применяемых станков для деления круглых лесоматериалов B_d — станок для индивидуального деления (**ИД**) типа ЛБ или ЦДЛ и **ГСN** для группового деления типа лесопильной рамы, ФБС;

- по применяемой схеме деления круглых лесоматериалов B_d — групповым способом на $B_{гг}$ или D_m , на $B_{гг}/D_m$;

- по числу заготовок **З** в пакете для деления на **JCN** — **JCN** для **ПД** (пакетного деления) и **JCN** для **ШД** (поштучного деления заготовок);

- по типу станка **JCN** по надежности — **JCN1Т... JCN4Т**;

- по расположению **JCN** к станку предыдущего уровня (для **ГСN** к **ТрN**) — на левые (**Л**) и правые (**П**).

В результате имитационного моделирования заданной структурной схемы ТП ЛОЦ на печать выводится общий объем перерабатываемого цехом сырья в m^3 в пересчете на одну смену. Объем выпиливаемой цехом пилопродукции определяется по кп **ПРОДУКЦИЯ** [3].

На печать также выводятся (в пересчете на одну смену) временные параметры функционирования **ТрN** и **JCN** (суммарные времена простоев из-за отсутствия заготовок **СТПРОЗ**, суммарные времена собственных простоев станков **СТПРОСОБ**, суммарные времена простоев из-за переполнения станков последующих уровней деления лесоматериалов, коэффициенты использования

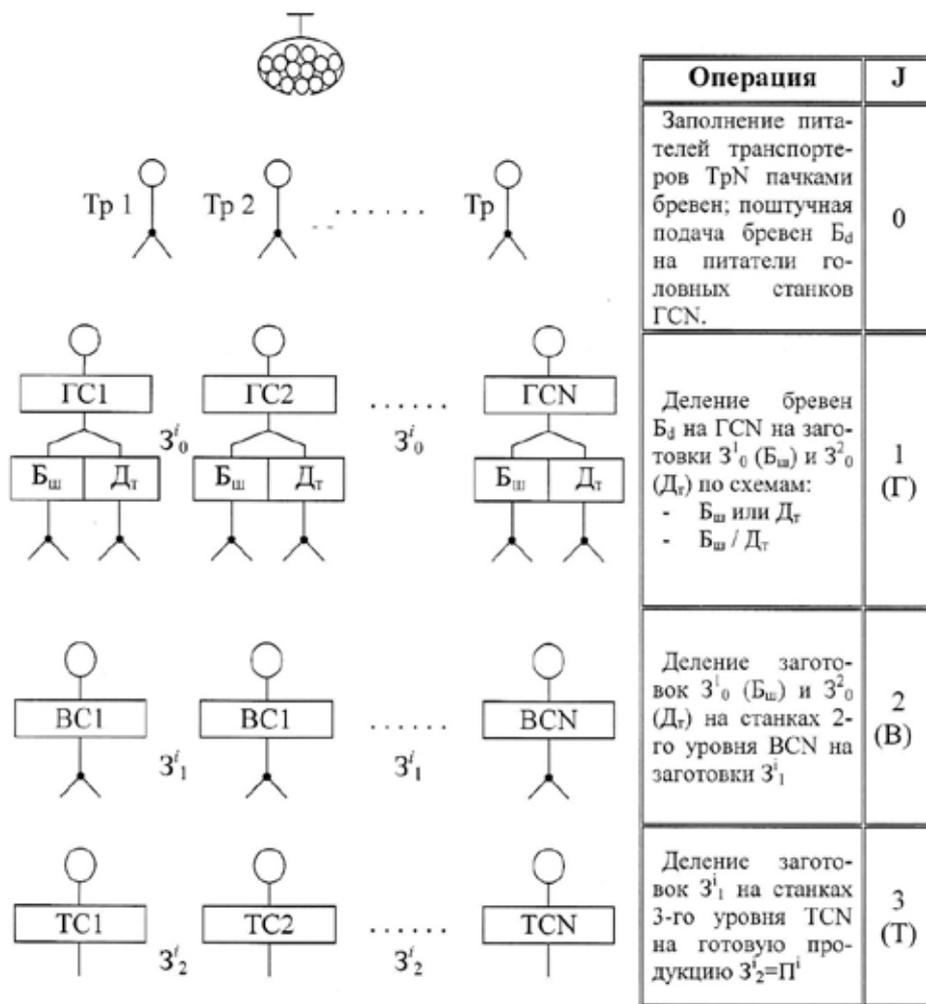


Рис. 1. Структурная схема моделируемой системы «Лесобработывающий цех»: Готовая продукция $Z^i_2 = \Pi^i$

□ — станок JCN; ○ — питатель; — делитель потока

JCN (технического использования **КТИ**, загрузки **КЗАГР**, общего использования **КИСП**; количественные показатели работы **ТрN** и **JCN** (объемы заготовок в *шт.*, поступающих на **ТрN** и **JCN** и получаемых от их деления по заданным схемам **НПП**).

Показатели простоев станка и коэффициенты использования **ТрN** и **JCN**, выведенные программой на печать, идентичны:

$$КТИ = (T_0 - STPCOB) / T_0;$$

$$КЗАГ = [T_0 - (STPRO3 + STPRPP)] / T_0;$$

$$КИСП = STTC / T_0,$$

где T_0 — продолжительность моделирования;

STTC — суммарное время продолжительности циклов **ТрN** и **JCN**.

Ниже излагается методика синхронизации технологических потоков и расчет межоперационных запасов. Расчет пропускной способности потока и расчет межоперационных запасов перед станками ведутся одновременно.

Связующими параметрами, оценивающими уровень синхронизации и значение оптимальных размеров межоперационных запасов, принимаются величины простоев

STPRO3 и **STPRPP** или **КЗАГ**. Принятие этих параметров для решения задач объясняется тем, что они характеризуют взаимное влияние в процессе работы друг на друга смежных единиц станочного оборудования, установленных в технологическом потоке.

Значение **STPRPP=0** у станка **JCN** показывает, что последующий станок не замедляет работу предыдущего, а значение **STPRO3=0** показывает, что станок **JCN** по времени загружен полностью в течение рабочей смены. Аналогично и применение показателя **КЗАГ** (об этом несколько ниже).

Основными технологическими параметрами, определяющими синхронизацию потока, являются:

- параметры случайных величин t_d — длительности цикла **JCN**;
- **NJCN** — числа единиц оборудования, установленных на каждом уровне деления лесоматериалов **J**;
- схемы деления заготовок на станках **JCN**.

При заданных значениях названных величин переменными параметрами при синхронизации технологического потока являются: размеры межоперационных запасов

L_3 перед станками первого и N_3 — число заготовок в *шт.* перед станками последующих уровней.

Синхронизация технологических потоков достигается изменением величин $L_3^{ГСН}$ и $N_3^{ГСН}$ в итерационном процессе. Суть методики синхронизации потоков и определения межоперационных запасов состоит в последовательном, начиная с начала потока, поэтапном итерационном процессе синхронизации на каждом уровне деления лесоматериалов. Порядок синхронизации технологического потока следующий:

1. Задается структура потока, то есть число станков на каждом уровне деления, связи между уровнями, типы оборудования, исходная информация.

2. Условно исключаются из технологического потока станки второго и последующих уровней деления, что обеспечивается заданием вместимостей межоперационных запасов перед этими станками достаточно большими величинами.

3. Определяется возможность транспортера обеспечить сырьем станки $ГСН$, то есть достаточна ли интенсивность подачи сырья в цех, регламентируемая скоростью транспортера. Признаком достаточности скорости $ТрN$ является отсутствие простоев $СТПРОЗ^{ГСН}$ или минимальная величина $СТПРПП^{ТрN}$ или максимальная величина $КЗАГ^{ГСН}$. Если при первом же прогоне величина $СТПРОЗ^{ГСН} \neq 0$, то необходимо увеличить скорость $ТрN$. Это увеличение производится до тех пор, пока $СТПРОЗ^{ГСН}$ не будут близки к нулю или $КЗАГ^{ГСН}$ не будут максимальными величинами. После определения требуемой скорости $ТрN$ уменьшается $L_{II}^{ГСН}$ до тех пор, пока выполняется равенство $СТПРОЗ^{ГСН} = 0$. Полученные значения $L_{II}^{ГСН}$ и $V_{ТрN}$ в этом случае будут наилучшими.

4. Определяется оптимальная вместимость $N_3^{ГСН}$. Вместимости $N_3^{ГСН}$ остаются прежними. Значение $N_3^{ГСН}$ считается достаточным, если простои $СТПРОЗ^{ГСН}$ и простои $СТПРПП^{ГСН}$ равны нулю или $КЗАГ^{ГСН}$ находится на прежнем уровне. Оптимальная величина $N_3^{ГСН}$ достигается ее уменьшением.

5. Определяется оптимальная вместимость операционного запаса перед $ТСН$. Порядок определения $N_3^{ГСН}$ аналогичен пункту 4.

Таким образом, цепь поэтапной синхронизации заключается в том, чтобы $СТПРОЗ^{ГСН} \approx 0$, $СТПРПП^{ГСН} \approx 0$, $СТПРПП^{ТрN} \approx 0$. При этом $КЗАГ^{ГСН}$ должны находиться на уровне, близком к пункту 3.

Пример расчета.

В лесопильный цех (рис. 2) подъемно-транспортным устройством (*ПТУ*) подаются пачки бревен $V=8 м^3$ на питатель *ЛТ80-1*. С питателя *ЛТ80-1* бревна поштучно подаются транспортером *БА-3М* на питатель лесопильной рамы *Р63-4Б*. На лесопильной раме *Р63-4Б* бревна распиливаются на брус и две необрезные доски. Брусья поступают на питатель лесопильной рамы *РМ-50* и распиливаются на обрезные пиломатериалы, а боковые доски от рамы *Р63-4Б* поступают на питатель станка *Ц2Д7У*, на котором у досок обрезаются кромки.

Исходные данные

Подача сырья в цех — подъемно-транспортным механизмом с грейфером емкостью $8 м^3$ и временем между смежными подачами пачек = 480 с распределенному по экспоненциальному закону ($t_{II}^{min}=240 с$; $t_{II}^{max}=2000 с$).

Готовая продукция — пиломатериалы с R_2^{max} меньше 500 *мкм*.

Решение задачи

Задача решается в два этапа. На первом этапе готовится исходная информация для моделирования работы ЛОЦ. На втором этапе — синхронизация работы станков в технологическом потоке. Подготовка исходной информации для моделирования технологического потока осуществляется при помощи программ *СТАНОК* и *ПИРСОН*. На этом первый этап решения задачи заканчивается. Все результаты представляются по форме рис. 3.

Второй этап решения задачи (синхронизация работы станков в технологическом потоке) в общем виде подробно рассмотрены выше. Применительно к заданной структурной схеме лесопильного цеха (рис. 2, 3) приведен на рис. 4.

Параметры распиловки сырья на лесопильной раме, определенные по программам *СТАНОК* и *ПИРСОН* для градации сырья 19..21 см приведены в табл. 2.

Другие параметры, характеризующие ТП ЛОЦ (рис. 1, 2), на основании исходных данных, приведены на рис. 3.

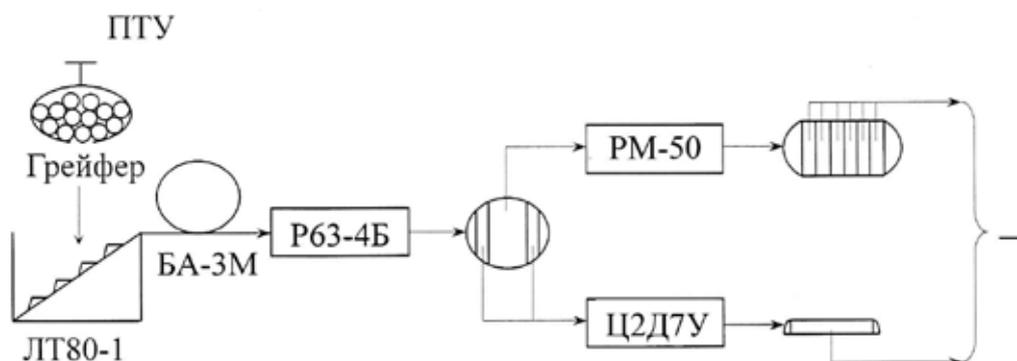


Рис. 2. Структурная схема раскря пиловочного сырья

Таблица 1

Параметры сырья:	
средняя толщина, <i>см</i>	20
среднее квадратическое отклонение, <i>см</i>	4,973
доля сырья, описываемого лог. нормальным распределением	0,3262
доля сырья, описываемого нормальным распределением	1- $P_{лог}$
средняя длина сырья, <i>м</i>	4
среднее квадратическое отклонение, <i>см</i>	1
породный состав	10С
размерная группа сырья, <i>см</i>	20
d_{min} , <i>см</i>	19
d_{max} , <i>см</i>	21
Поставы:	
Р63-4Б	22-125-22
РМ-50	25/8
Ц2Д-7У	50... 200/2

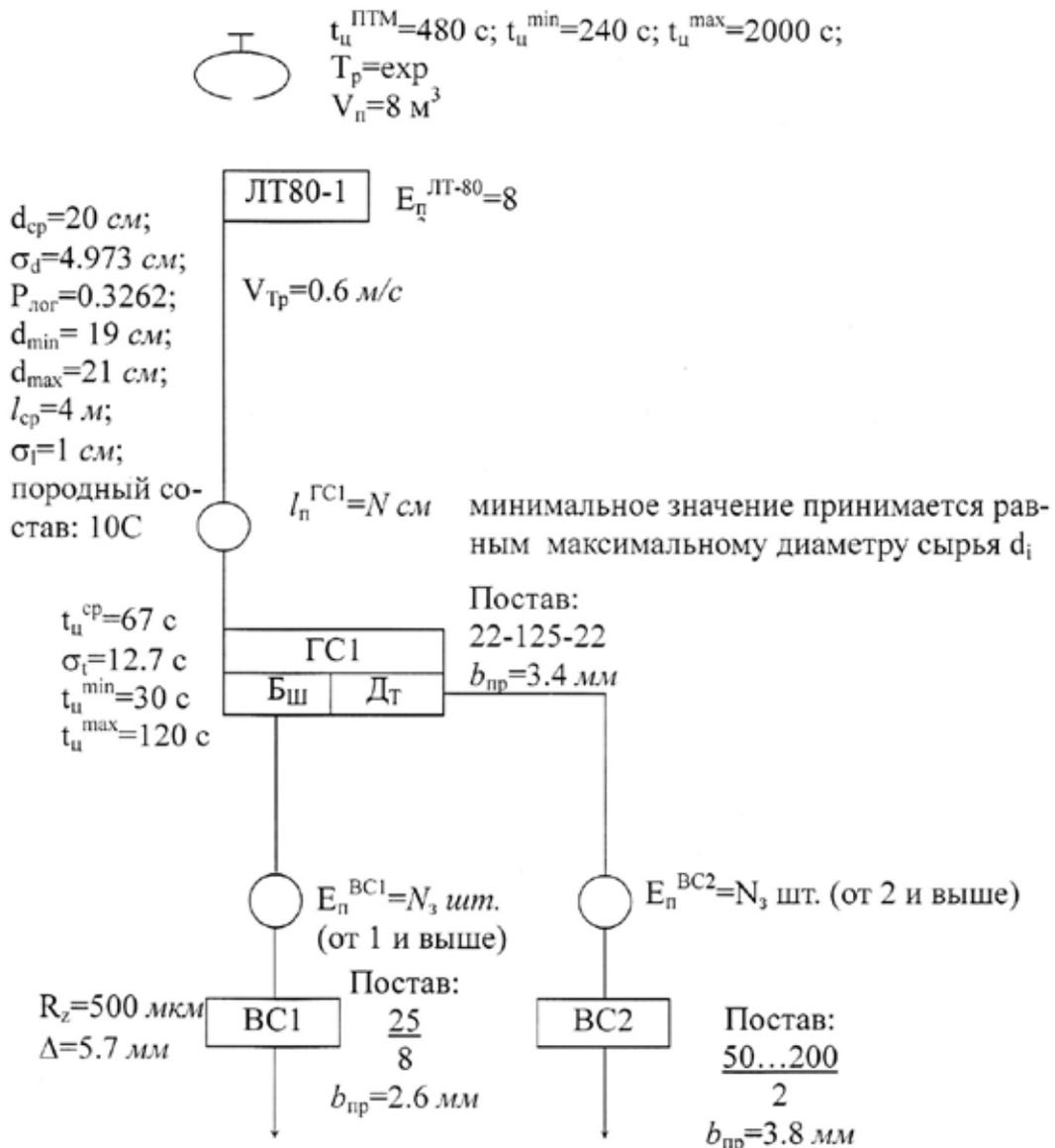


Рис. 3. Структурная схема моделируемой системы «Лесопильный цех» и основная исходная информация

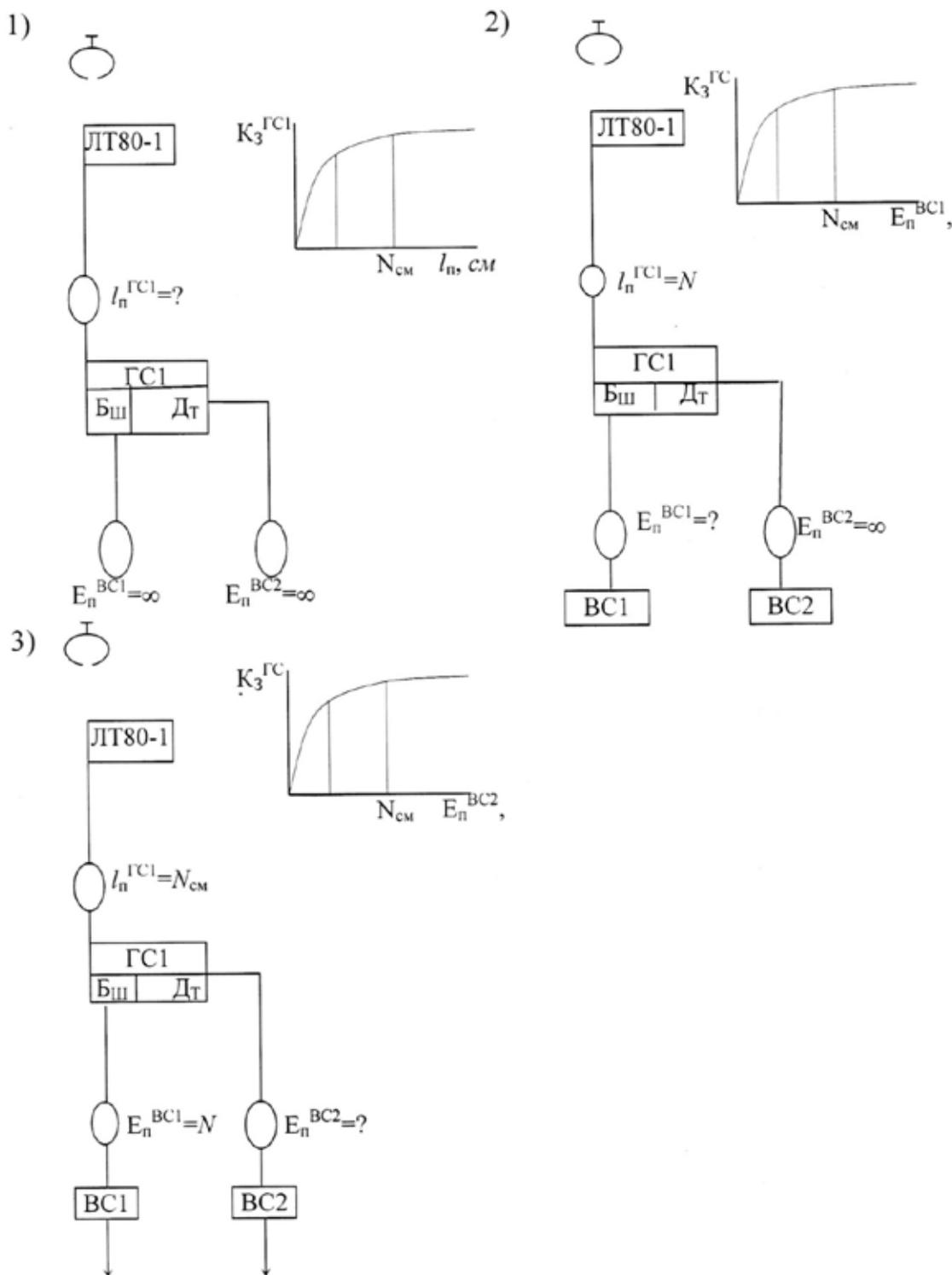


Рис. 4. Этапы синхронизации технологического потока

Этапы синхронизации станков в технологическом потоке ЛОЦ осуществляются с помощью методики синхронизации, приведенной выше и на рис. 4, в табл. 3, на рис 5, 6 и 7.

Анализ зависимости $K_3^{\Gamma C1}$ от $L_n^{\Gamma C1}$ (рис. 5), построенной по данным табл. 2, позволяет судить о работе станка ГС1. При возрастании длины питателя от 21 см до 200 см (первая зона) коэффициент загрузки головного станка

резко возрастает от 0,863 до 0,962. При увеличении $L_n^{\Gamma C1}$ от 200 см до 375 см (вторая зона) наблюдается умеренная доля возрастания $K_3^{\Gamma C1}$ с 0,962 до 0,989. При

$L_n^{\Gamma C1} > 375$ см (третья зона) $K_3^{\Gamma C1}$ практически не увеличивается. При выборе конкретной длины питателя перед станком ГС1 необходимо учитывать: ширину цеха; требуемую пропускную способность головного станка ГС1 по сырью и его коэффициент загрузки.

Таблица 2. Параметры распиловки сырья

Сырье	Параметры $t_{ц}$, с				Тип распределения $P(\chi^2)$
	Среднее значение	Среднее квадратическое отклонение	Минимальное значение	Максимальное значение	
Средних толщин	67	12,729	30	120	норм.

Таблица 3. Синхронизация работы головного станка с «внешней средой»

№ файла STR	№ файла RES	$l_{п}^{ГС1}$, см	$P_{см}$, м ³	$K_{з}^{ГС1}$
1	1	21	45,8	0,863
2	2	50	48,1	0,892
3	3	75	48,6	0,908
4	4	100	49,8	0,925
5	5	150	49,8	0,939
6	6	200	50,8	0,962
7	7	250	50,9	0,976
8	8	300	51,2	0,977
9	9	350	52,5	0,982
10	10	400	53,2	0,994
11	11	125	49,0	0,935
12	12	175	49,4	0,943
13	13	162.5	50,3	0,951
14	14	187.5	50,3	0,959
15	15	500	52,0	0,992
1*	1*	450	50,6	0,990
2*	2*	375	52,9	0,986
3*	3*	425	53,3	0,993
4*	4*	475	52,2	0,992
5*	5*	325	52,2	0,985
6*	6*	275	51.3	0,969

* - программой предусмотрено сохранение исходных данных и результатов моделирования только для 15 прогонов

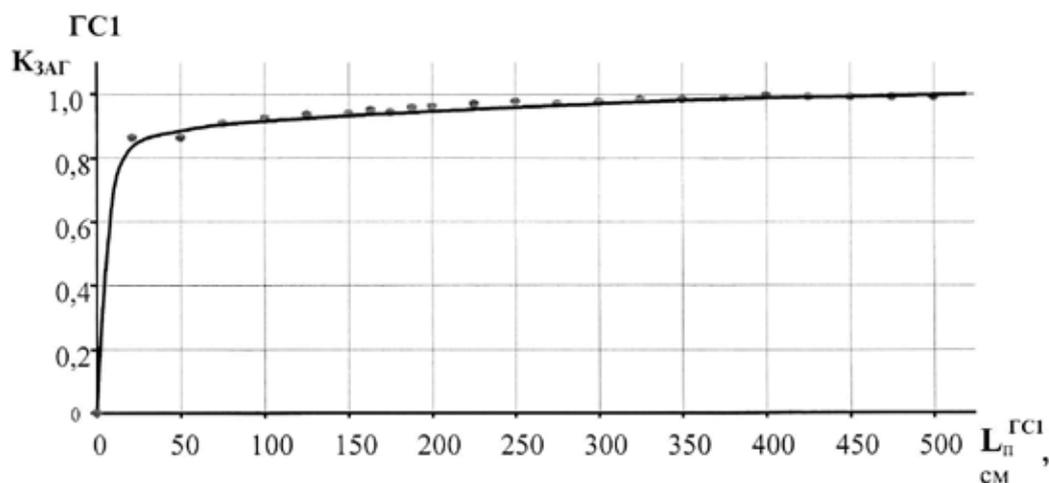


Рис. 5. График зависимости коэффициента загрузки головного

Таблица 4. Синхронизация работы станка второго ряда ВС1 с головным станком ГС1

№ файла STR	№ файла RES	$E_{п}^{ВС1}$, шт.	$P_{см}^{ГС1}$, м ³	$K_3^{ГС1}$
1	1	70	50,9	0,964
2	2	60	51,3	0,963
3	3	50	50,7	0,952
4	4	40	50,5	0,959
5	5	35	49,8	0,940
6	6	30	49,9	0,946
7	7	25	49,4	0,934
8	8	20	48,4	0,918
9	9	15	48,2	0,910
10	10	10	47,4	0,894
11	11	6	47,2	0,883
12	12	4	46,5	0,877
13	13	2	45,9	0,862
14	14	1	44,5	0,838

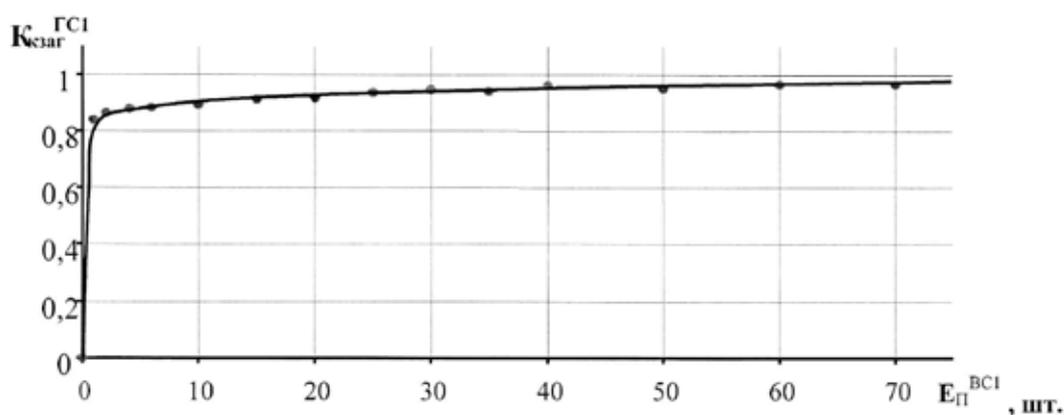


Рис. 6. График зависимости коэффициента загрузки головок станка

При первом ограничении, очевидно, длины питателя в 250 см вполне достаточно. Коэффициент загрузки головного станка при этом составит вполне приемлемую величину — 0,972. Если нас устроит коэффициент загрузки $ГС1 = 0,95$, то длину питателя можно еще уменьшить до 162,5 см. При практически «жесткой связи» $K_3^{ГС1} = 0,863$, т. е. потеря в производительности составит около 14 % от максимально возможной. Принимаем $L_{п}^{ГС1} = 250$ см.

Результаты синхронизации смежных станков $ГС1$ и $ВС1$ в технологическом потоке лесобработывающего цеха представлены в табл. 4 и на рис. 6. Анализ $K_3^{ГС1}$ от емкости питателя станка $ВС1$ позволяет назначить $E_{п}^{ВС1} = 35$ заготовкам. Такое количество заготовок можно разместить в питателе бункерного типа. Коэффициент загрузки станка $ГС1$ при этом составит 0,95.

$ГС1$ от емкости питателя станка второго ряда $ВС1$

Сопоставление графиков на рис. 5 и 6 позволяет сделать вывод: при увеличении станков в технологическом потоке лесобработывающего цеха приводит к снижению коэффициента загрузки головного станка. Так, если в технологическом потоке цеха один головной станок (рис. 5), то его коэффициент загрузки $K_3^{ГС1} = 0,972$, а если два по-

следовательно расположенных станках (рис. 6), то коэффициент загрузки $K_3^{ГС1} = 0,95$, т. е. наблюдается снижение коэффициента загрузки $\Delta K_3 = 0,972 - 0,95$ в 2 %.

Результаты синхронизации работы головного станка $ГС1$ со станком $ВС2$ представлены в таблице 5 и на рисунке 7.

Анализ результатов моделирования показывает, что $K_3^{ГС1}$ от $E_{п}^{ВС2}$ практически не зависит, что объясняется большой скоростью обработки заготовок на станке $ВС2 = 80$ м/мин.

Следовательно, чем больше скорость станка, тем меньше требуется емкость питателя перед ним. Снижение коэффициента загрузки $ГС1$ от третьего станка в технологическом потоке составляет $0,972 - 0,945 = 0,027$ или 3 %.

Выводы:

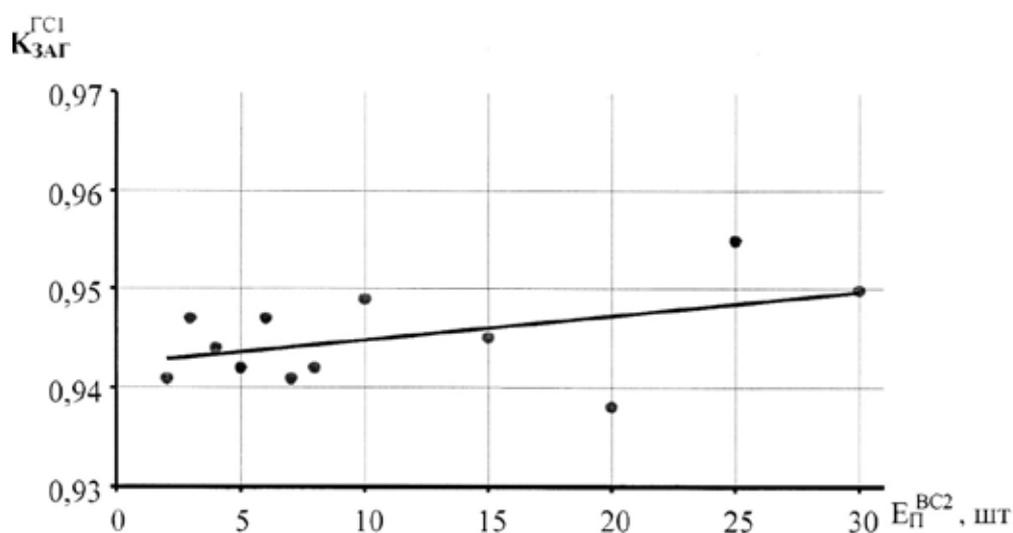
С позиций системного анализа лесобработывающий цех лесопромышленного предприятия можно представить в виде сложной динамической системы.

Наиболее приемлемым способом изучения таких сложных систем является имитационное моделирование.

Созданная комплекс-программа ЦЕХ и её компонент-программа ПОТОК позволяет эффективно решать многие задачи анализа и синтеза.

Таблица 5. Синхронизация работы станка второго ряда ВС2 со станком ВС1 и головным станком ГС1

№ файла STR	№ файла RES	E_n^{BC2} , шт.	P_{cm}^{GS1} , м ³	Kz^{GS1}
1	1	2	50,4	0,941
2	2	3	49,2	0,947
3	3	4	49,8	0,944
4	4	5	50,2	0,942
5	5	6	50,1	0,947
6	6	7	50,0	0,941
7	7	8	49,9	0,942
8	8	10	50,4	0,949
9	9	15	50,0	0,945
10	10	20	50,2	0,938
11	11	25	50,8	0,955
12	12	30	50,8	0,950

Рис. 7. График зависимости коэффициента загрузки станка ГС1 от емкости питателя E_n^{BC2}

Литература:

1. Якимович, С. Б., Тетерина, М. А. Синхронизация обрабатывающе-транспортных систем заготовки и первичной обработки древесины. Монография. — Йошкар-Ола, 2011. — 201 с.
2. Ефимов, Ю. В. Оценка эффективности лесопиления в условиях лесосеки по критерию удельной энергоёмкости // Отраслевые аспекты технических наук. Издательство ИНГН. № 12. — Москва. — 2012. — с. 67–70.
3. Чамеев, В. В. Математическая модель и алгоритм по определению сортового состава круглых лесоматериалов и выхода готовой продукции // Вестник МГУЛ — Лесной вестник, 2014. — № 2-S. — с. 156–162.
4. Кривоногова, А. Н. Имитационное моделирование размерно-качественных параметров круглых лесоматериалов и выхода пилопродукции в лесоперерабатывающих цехах лесопромышленного предприятия/А. Н. Кривоногова, В. В. Чамеев, Б. Е. Меньшиков // Т. 1 Молодые ученые в решении актуальных проблем науки: сборник статей студентов и молодых ученых/СибГТУ. — Красноярск, 2009. — с. 244–248.
5. Чамеев, В. В., Харисов, П. Е. Варианты построения математической модели лесоперерабатывающего цеха лесопромышленного предприятия // Научное творчество молодежи — лесному комплексу России: сб. материалов III всероссийской научно-технической конференции студентов и аспирантов. Екатеринбург, УГЛТУ. — 2007. — с. 83–87.
6. Чамеев, В. В. Еремеев, А. А. Методологический подход к созданию математической модели схемы раскроя круглых лесоматериалов групповым методом // Леса России и хозяйство в них: жур. Вып. 1 (31). Екатеринбург, УГЛТУ. — 2009. — 91 с.

СЕЛЬСКОЕ ХОЗЯЙСТВО

Улучшение эксплуатационных показателей управления при поливах хлопчатника

Ахмеджонов Дилмурод Гуломович, кандидат технических наук, доцент;

Бекнозарова Замира Фармановна, ассистент;

Ахмеджанов Гулом, кандидат технических наук, доцент

Ташкентский институт ирригации и мелиорации (Узбекистан)

Данная статья посвящается повышению эксплуатационных характеристик полива с водосберегающими приемами орошения хлопчатника с применением интерполимерных комплексов (ИПК), в условиях легкосуглинистых почв с глубоким залеганием грунтовых вод.

Водосбережение является основным принципом перехода к интегрированному управлению водными ресурсами (ИУВР) и основой рационального водопользования. По размерам удельных расходов поливной воды можно сказать о нерациональности ее использования, основной причиной которой — низкая дисциплина водопользования. Следовательно, в условиях дефицита водных ресурсов и лимитного водопользования, требуется внедрения научно-обоснованных режимов орошения и характеристик полива хлопчатника, с внедрением новых, прогрессивных способов техники и технологии орошения.

В зонах дефицита воды, особенно в условиях глубоких грунтовых вод рекомендуется внутрпочвенное и капельное орошения, но с высокой стоимостью. Также, при сравнении капельного орошения с бороздковым поливом выяснено, что экономия воды достигается за счет исключения потерь воды на глубинную фильтрацию, испарения из глубины и поверхности почв.

Нами в период 2011–2012 гг. на полях фермерского хозяйства «Омад», Уртачирчикского района, Ташкентского вилоята, в условиях глубоких грунтовых вод (12–13 м), были проведены полевые исследования по совершенствованию техники бороздкового полива, при поливах хлопчатника на полях с внутрпочвенным противифльтрационным экраном из ИПК, представляющий комплекс карбоксиметилцеллюлозы (КМЦ) с мочевиноформальдегидной смолой (МФС) [1].

Раствор ИПК приготавливается с помощью агрегата заменителя молока (АЗМ-0,8), предназначенный для приготовления высокодисперсных эмульсий.

Создание противифльтрационного экрана из ИПК производится с помощью специального агрегата. Агрегат состоит из навесного плужного устройства, которое навешивается на трактор МТЗ-80 или другой трактор, пред-

назначенный для пахоты. С нижней стороны каждого отвала плужного устройства приварены трубки диаметром 15–20 мм, к которым прикреплены по два опрыскивателя марки Н 0590–30–16. Необходимо отметить, что отвалы плужного устройства обеспечивают предохранение от забивания почвой отверстий опрыскивателей являющийся одним из основных моментов изобретения. Водный раствор ИПК подается к этим трубкам через шланги высокого давления, которые соединены с установленными на тракторе баком или цистерной для раствора. Давление жидкости создается компрессором ПХГ и контролируется манометром, установленным в начале системы шлангов. Равномерность подачи воды определяется гидравлическим расчетом диаметров трубок и их длины.

Длина трубки определяется по формуле:

$$l_n = l_n^0 (nk - 1) + 20,05 = 0,30 \text{ м}$$

Расход воды в трубках:

$$q = q_0 n_k$$

где q_0 — расход поливного отверстия; n_k — количество опрыскивателей.

Диаметры опрыскивателей:

$$d = 1,13 \sqrt{\frac{q_0 \cdot 10^{-3}}{v_{\text{доп}}}}$$

где $v_{\text{факт}}$ — фактическая скорость воды в трубке, м/с;

С началом движения трактора опускается плужное устройство и одновременно, открывается кран для напуска раствора из ИПК. После срезания пласта почвы отвалом на необходимой глубине, на поверхность почвы под давлением из опрыскивателей наносится раствор ИПК, а следующим отвалом засыпается почвой. В результате, на глубине пахотного слоя почвы после высыхания (время высыхания 40–45 дней) образуется сплошной

противофильтрационный экран в виде тонкой пленки. Вся операция проводится одновременно с самой вспашкой поля [2].

В целях совершенствования техники и технологии бороздкового полива хлопчатника, при внедрении водосберегающих способов орошения с применением ИПК, как поливы в каждую борозду и через междурядья, необходимо изучение объема впитавшейся воды по времени t (t), добега, спада и доувлажнения в бороздах, а также рациональных элементов техники полива.

Проведены полевые исследования на полях с внутрипочвенным экраном, где анализировались опыт и контроль. Поливы производились в обоих полях импульсным методом. Площадь опытного участка составляла 1,0 га, а контрольного 1,3 га с длиной борозды 280 м. Опыты проводились в соответствии методикой УзНИХИ с четырехкратной повторностью.

Такие эксплуатационные показатели, как равномерность распределения увлажнения DU (%), которая характеризует систему полива и эффективность использования поливной нормы E_a (%) являются показателем управления эксплуатационными характеристиками [3], определяемые с помощью нижеследующих формул:

$$DU = \frac{Z_{ег}}{Z_{avg}} 100 \% \text{ и } E_a = \frac{Z_{рег}}{D} 100 \%,$$

где $Z_{ег}$ — средний слой (мм), впитавшейся на нижней четверти поля; Z_{avg} — средний слой воды, впитавшейся на всем поле (мм); $Z_{рег}$ — средний слой (мм), оценивается из полевых измерений влажности почв перед и после поливов, определяется по формуле А.А. Роде; D — средний слой (мм) общей водоподачи, определяется по формуле: $D = \frac{60q t_{co}}{iS}$, где q — расход воды, л/с; t_{co} — общее время водоподачи, мин; l — длина борозды, м; S — ширина междурядья.

Обозначая средний слой инфильтрации на поле (мм) через Z_{avg} и средний слой воды, впитавшийся в корневой зоне на всей орошаемой площади (мм) через Z_{avg} (root zone), можно вычислить глубинную фильтрацию ниже корнеобитаемой зоны (DPR) по разнице Z_{avg} и Z_{avg} (root zone).

В целях подтверждения этих результатов, были проведены пробные поливы (таблица 1), где поливы производились через междурядье.

Эти величины оцениваются из расчета слоя впитавшейся воды в течении эффективного времени инфильтрации в каждой точке « i », т. е. через каждые 40 м по длине борозды, используя откалиброванное уравнение А. Н. Костякова (4):

$$Z = [(\tau_r)_i - (\tau_0)_i] + \varphi_0 [(t_r)_i - (t_0)_i],$$

где $(\tau_r)_i$ и $(\tau_0)_i$ — время добега и спада, относящиеся к точке « i » (мин).

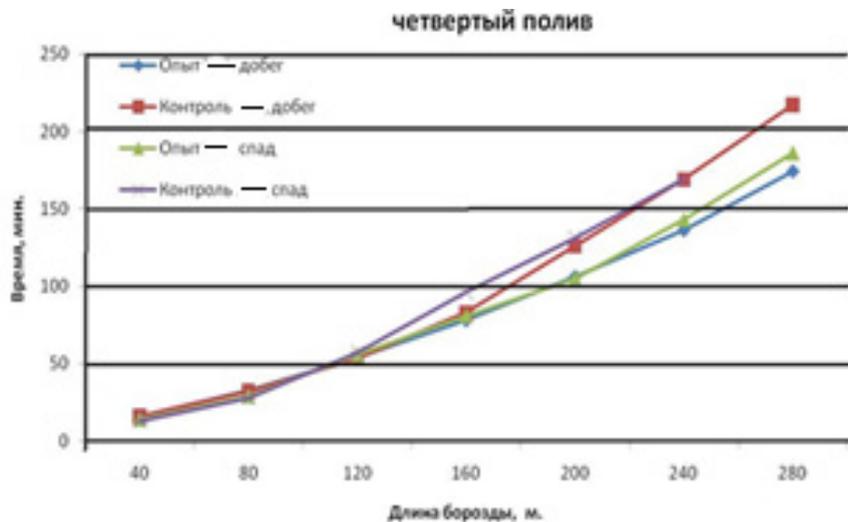


Рис. 1. Сравнение добегов поливных струй и спада на опытном и контрольном участках (четвертый полив)

Таблица 1. Результаты пробных поливов на опытном и контрольном участках

Номера опытов и контроля	ПОЛИВНЫЕ НОРМЫ, мм																Оросительная норма, мм
	Расстояние 0,25 л				Расстояние 0,5 л				Расстояние 0,75 л				Норма нетто				
	ПОЛИВЫ																
	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	
Опыт	40	38	36	35	34	30	30	27	28	26	27	26	102	96	93	88	379
Контроль	48	50	47	48	40	41	42	42	28	37	35	28	116	128	124	118	486

Сравнения кривых добегов и спадов на опытном и контрольном участках, например для четвертого полива представленные на рисунке 1 показывают, что на опыте, в нижней части борозды время добега и спада, из-за уменьшения глубинной фильтрации несколько меньше, чем в контроле. Спад воды в контроле прекращается, начиная с 240 м от начала борозд.

Из таблицы видно, что если разница поливных норм для четвертого полива в начале и конце борозды в контроле 97–64 мм, то в опыте она составила 70–56 мм. Коэффициент равномерности увлажнения в опыте — 0,8, на контроле — 0,65. Была вычислена «DPR», рассчитываемая по следующей формуле:

$$Z=D-V \quad (4)$$

Так как на опытном варианте концевой сброс отсутствует ($V=0$), то $Z=D$, т. е. определяется значением среднего слоя воды (мм), поданного на орошаемую площадь, при вычислении которой была принята корневая зона хлопчатника равной 0,7 м.

Результаты вычислений показали, что при поливах с внедрением водосберегающих приемов на полях с вну-

трипочвенным экраном из ИПК DPR уменьшается на 18–21 % от оросительной нормы (мм), которая соответствует по данным опыта 68–80 мм.

Выводы

1. Установлено, что при поливах хлопчатника на полях с внутривпочвенным экраном из ИПК, с применением метода дискретного полива, глубинная фильтрация уменьшается на 18–21 % от оросительной нормы. Следовательно, при таких поливах обеспечивается экономия воды, особенно больше преимущества полива через междурядья с длиной борозды ($l_c = 280$ м), где требуется меньшие затраты труда на поливы и отмечается повышение КЗИ от 0,82 до 0,91.

2. Коэффициент равномерности увлажнений по длине борозды составили в опыте и на контроле, соответственно 0,84 и 0,70, что позволяют рекомендовать на полях с внутривпочвенным экраном, полив в длинные борозды через междурядья, обеспечивая роста урожайности.

Литература:

1. Мухамедов, Г. И. Интерполимерные комплексы на основе аминокислотных мочевиноформальдегидных олигомеров и полимеров и их применение: Дис. ... докт. хим. наук. — М.: МГУ, 1991. — 267 с.
2. Ахмеджонов, Д. Г. Техника и технология бороздкового полива // Журнал Agro ilm. — Ташкент, 2010. — № 1 (13). — с. 34–36.
3. Хорст, М. Г. Совершенствование технологических схем полива по бороздам, в целях снижения затрат оросительной воды // Сб. науч. тр. САНИИРИ. — Ташкент, 1989. — с. 83–95.
4. Костяков, А. Н. Основы мелиорации. — М.: Сельхозиздат. — 1960. — 620 с.

Конструкция комбинированного лемешного плуга и исследование его тягового сопротивления в составе машинотракторного агрегата

Белоусов Сергей Витальевич, старший преподаватель, магистр;
Лепшина Анна Игоревна, студент
Кубанский государственный аграрный университет (г. Краснодар)

В данной статье рассмотрен вопрос экспериментальных исследований определения степени тягового сопротивления лемешного плуга, при обработке комбинированным лемешным плугом. Определены экспериментальным путем зависимости и оптимальные геометрические размеры разработанных дополнительных рабочих органов.

Ключевые слова: плуг, почва, ширина захвата, давление, качество обработки, рабочий орган, энергосбережение, нагрузка, отвал, рабочая поверхность.

В Кубанском государственном аграрном университете на кафедре «Процессы и машины в агробизнесе» ведутся исследования в области основной обработки почвы. Работа направлена на разработку рабочих органов к лемешному плугу. Предлагается установить комплект до-

полнительных рабочих органов (рис. 1) в виде батарей дисков расположенных на индивидуальных грядилях за каждым корпусом лемешного плуга. Предположительно, что данная конструкция позволит улучшить качественные показатели работы пахотного агрегата.

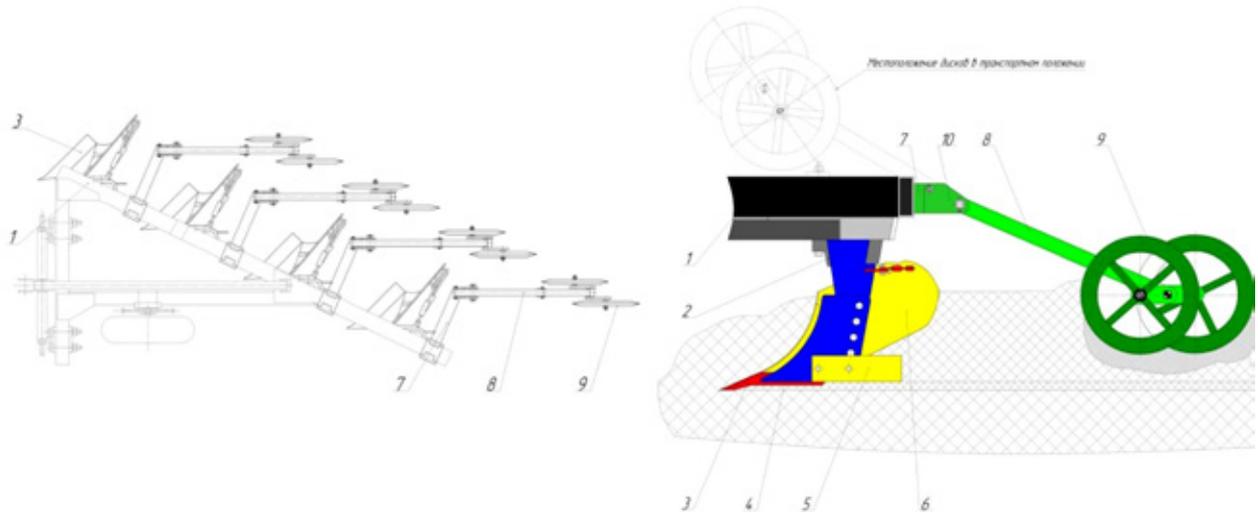


Рис. 1. Предлагаемое техническое решение модернизация лемешного плуга

Работы проводятся на базе патентов РФ №2491807; 136275; 136674 позволяющих повысить качество оборота пласта при минимальных затратах энергии.

Исследования проводились на территории Краснодарского края. Выбор марки трактора осуществлялся исходя из того что нами был создан рабочий пахотный агрегат марки ПЛН-4–25, и по эксплуатационным характеристикам нам подходил трактор марки МТЗ-80 класса 1,5–2 тонны [1].

Этот трактор пользуется предпочтением у производителей в силу своей универсальности, позволяющей использовать его с высокой степенью загрузки в течение всего года. В отличие, например, от гусеничных тракторов.

Существующий образец в модернизируемом варианте рисунок 1, устройство для обработки почвы рисунок 1 работает следующим образом:

Лемешный плуг, внедряясь в почву корпусами состоящие из стойки 2 лемеха 3 башмака 4 полевой доски 5 отвала 6 отрезает пласт почвы и поднимая его по отвалу 6 корпуса оборачивает его на дно борозды, закрепленные на раме плуга 1 на индивидуальных грядилках 7,8 батареи дисков 9 внедряясь в обернутый пласт почвы своими ре-

жущими кромками крошат его на более мелкие фракционные составляющие, и тем самым придавая поверхности поля выровненное строение, закрывая в ней влагу, а заделанные на дно борозды сорняки лишены связи с внешней средой, что ведет к их естественной гибели. [1]

Для проведения лабораторных и полевых исследований была изготовлена специальная установка рисунок 2, с помощью которой можно было производить полевые испытания.

Полученные результаты представлены в виде графика, показанного на рис. 3.

При рассмотрении факторов влияющих на производительность и качество обработки учитывалось расположение дисковых рабочих органов на раме лемешного плуга в пространстве относительно друг друга и их геометрические размеры.

Анализ непрерывных симметричных планов второго порядка показал, что максимальное значение определителя информационной матрицы достигается в том случае, когда моменты плана соответственно равны.

Для этого использовали ортогональный симметричный план (звездные точки которого равны ± 1). Изучалось

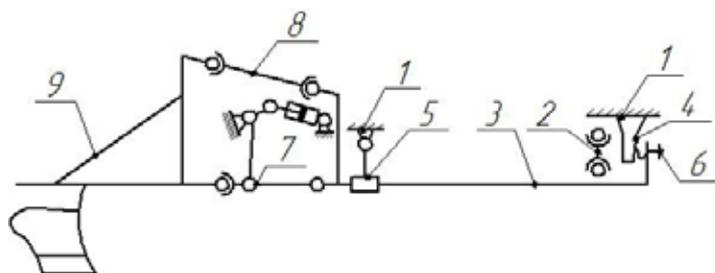


Рис. 2. Кинематическая схема переходной рамы к трактору МТЗ: 1 — остов трактора; 2 — маятниковый узел; 3 (BC) — несущий элемент переходной рамы; 4 — первичный измерительный преобразователь силы (консольная балка) равного сопротивления с тензорезисторами; 5 — подшипники; 6 — регулируемый упор; 7 — продольные тяги трактора; 8 — центральная тяга трактора; 9 — навешиваемая машина с рабочими органам.

Таблица 1. Факторы, интервалы и уровни варьирования

Факторы	Кодированное обозначение	Интервал варьирования	Уровни факторов		
			-1	0	+1
Диаметр используемого диска, мм.	x_1	235	0	235	510
Скорость движения агрегата, км/ч.	x_2	2,7	5,34	8,05	10,76

влияние двух факторов и фиксированы их значения на оптимальных уровнях. Факторы, интервалы и уровни варьирования представлены в таблице 1. [2]

На качество обработки влияет скорость движения и диаметр ротационного рабочего органа. Уровни факторов выбирали таким образом, чтобы оптимальные их значения, рассчитанные теоретически или учитывающие существующие ограничения, попадали в центр интервала варьирования.

Максимальным значением для первого фактора x_1 являлось диаметр диска равный $n_{max} = 510$ мм. и снижались до $n_{min} = 0$ мм, что соответствовало интервалу варьирования.

Для второго фактора x_2 значения, являлось значение скорости движения пахотного агрегата $k_{v max} = 10,76$ и снижался до $k_{v min} = 5,34$ что соответствовало интервалу варьирования. [3]

На основании этих рассуждений были выбраны интервалы варьирования и уровни факторов, значения которых занесены в таблицу 1. Матрица планирования представлена в таблице 2. Опыты проводили согласно описанной методике [4]. Порядок проведения опытов выполнялся согласно таблице случайных чисел. Средние величины параметров оптимизации представлены в таблице 2.

После математической обработки экспериментальных данных получили следующие уравнения регрессии: [4]

$$Y = 4.49 - 8.95 - 0.09 * X_2 - 12.57 * X_2 * X_2 + 0.074 * X_1^2 - 0.045 * X_2^2 \quad (1)$$

где Y — производительность плуга при взаимодействии 1 и 2 фактора.

Выполняя каноническое преобразование и решая систему линейных уравнений, находим координаты центра поверхности отклика

$$X_1 = -0.0196, X_2 = -0.71172$$

Подставляя найденные значения x_1, x_2 в уравнение (1) определяем значение параметра оптимизации в центре поверхности отклика.

$$Y_{S_{12}} = 4.537$$

Угол поворота осей a равен -44.73396 градусов, а коэффициенты регрессии в канонической форме равны: $B_{11} = +6.27141$; $B_{22} = -6.27141$.

Уравнение регрессии в канонической форме

$$Y_{12} + 4.537 = +6.27141 * X_1^2 - 6.27141 * X_2^2 \quad (2)$$

Коэффициенты B_{11} и B_{22} имеют разные знаки. Гиперболы вытянуты по той оси, которой соответствует меньшее по абсолютной величине значение коэффициента в каноническом уравнении. В этом случае значение отклика увеличивается при движении из центра фигуры по одной оси и уменьшается — при движении по другой. Если, например, $B_{11} > 0$, а $B_{22} < 0$, ($y - y_s = B_1 \tilde{X}_1^2 + B_2 \tilde{X}_2^2$), то отклик будет увеличиваться при движении из центра s в направлении $+\tilde{X}_1$ и $-\tilde{X}_1$ и уменьшаться при движении в направлении $+\tilde{X}_2$ и $-\tilde{X}_2$. Центр s фигуры называется седлом или минимаксом. Поверхность отклика является

Таблица 2. Матрица планирования при оптимизации показателей работы лемешного плуга с ротационными рабочими органами

№ опыта	x_0	x_1	x_2	x_1	x_2	$x_1 x_2$	x_1^2	x_2^2	Тяговое сопротивление Y , кН	
1	+1	0	5.34	+1	+1	+1	+1	+1	13.1	ПФЭ
2	+1	0	8.16	-1	+1	-1	+1	+1	14.37	
3	+1	0	10.15	+1	-1	-1	+1	+1	15.73	
4	+1	420	5.52	-1	-1	+1	+1	+1	11.9	
5	+1	420	8.39	+1	0	0	+1	0	13.0	Звездные точки
6	+1	420	10.61	-1	0	0	+1	0	13.63	
7	+1	510	5.65	0	+1	0	0	+1	11.1	
8	+1	510	8.57	0	-1	0	0	+1	11.9	
9	+1	510	10.76	0	0	0	0	0	12.5	Опыты в центре плана

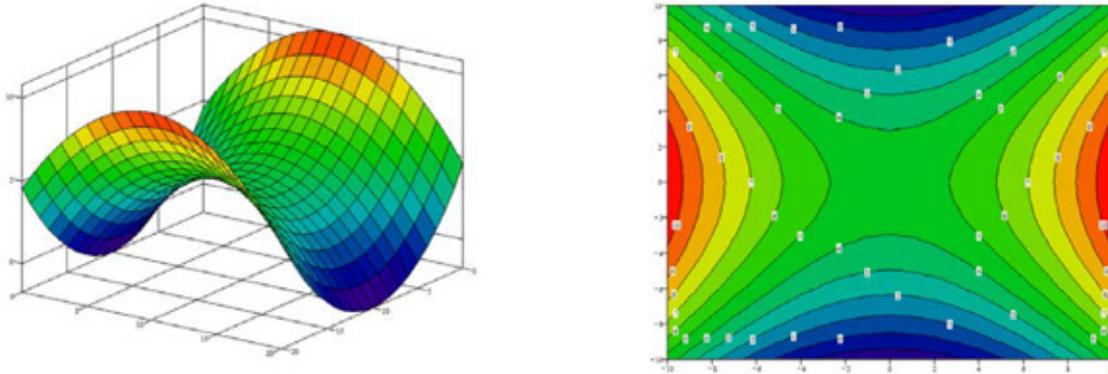


Рис. 3. Поверхность зависимости диаметра диска от скорости движения

гиперболическим параболоидом. Здесь направление движения выбирают в зависимости от того, чего необходимо достичь — максимума или минимума. Как и при крутом восхождении, можно наметить серию мысленных опытов, часть из которых можно реализовать.

Подставив различные значения отклика Y в канонические уравнения (1) было получено семейство сопряженных изолиний (рис. 3). Расположение элементов производительности в области эксперимента напоминало поверхность типа «эллипса». Центр эксперимента находится в пределах области эксперимента. Максимальная производительность в данном случае будет при диаметре диска 230,4 мм. и скорости движения 6,15 км/ч. [5]

В результате проделанной работы мы получили следующие выводы:

- 1) Получена конструкция комбинированного лемешного плуга.
- 2) Составлена матрица планирования эксперимента.

3) Изучены физико-механические свойства почвы среднее значение

4) Получен график зависимости диаметра диска от скорости движения пахотного агрегат, из которого видно, что при увеличении коэффициента диаметра диска происходит уменьшение производительности, а соответственно и ухудшение качественных показателей работы лемешного плуга с ротационными рабочими органами.

Были обоснованы факторы влияния на производительность (диаметр диска и скорость движения). С использованием планирования двухфакторного эксперимента по ортогональному плану определены оптимальные параметры режимов работы лемешного плуга при условии выполнения исходных требований к качеству обработки. Согласно полученному уравнению регрессии по критерию максимальной производительности лемешной обработки почвы центр эксперимента находится в пределах области эксперимента при этом максимальная производительность в данном случае будет при диаметре диска 230,4 мм. и скорости движения 6,15 км/ч.

Литература:

1. Основная обработка почвы с оборотом пласта в современных условиях работы и устройства для ее осуществления. Белоусов С. В., д. т. н. профессор Трубилин Е. И, студентка Лепшина А. И. Политематический Электронный Научный журнал КубГАУ, № 104 (10), 2014 года ВАК (21 стр.)
2. Результаты экспериментальных исследований определение степени тягового сопротивления лемешного плуга при обработке тяжелых почв Белоусов С. В., д. т. н. профессор Трубилин Е. И, студентка Лепшина А. И. Политематический Электронный Научный журнал КубГАУ, № 103 (09), 2014 года ВАК (14 стр.)
3. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ №2014616837 от 04 июля 2014. Белоусов С. В., Трубилин Е. И., Цыбулевский В. В. Тяговое усилие лемешного плуга в зависимости от скорости движения и диаметра используемого диска.
4. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ №2014619482 от 13 мая 2014. Белоусов С. В., Трубилин Е. И., Цыбулевский В. В. Каноническое преобразование уравнения зависимости тягового сопротивления лемешного плуга в зависимости от диаметра используемого диска.
5. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ №2014616838 от 13 мая 2014. Белоусов С. В., Трубилин Е. И., Цыбулевский В. В. Графики зависимости тягового сопротивления лемешного плуга от диаметра используемого диска

Economical effectiveness of buckwheat cultivation on moisture saving technology in the steppe zone of Akmola region

Сыздыкова Гульсум Ташкеновна, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент;
Жумакаев Ануар Рысбекович, магистрант
Кокшетауский государственный университет (Казахстан)

Sizdikova Gulsum Tashkenovna, doctor of agricultural science, assistant professor;
Zhumakaev Anuar Risbekovich, candidate for a master's degree
Kokshetau State University named after Shokan Ualikhanov (Kokshetau)

This article presents the yield data of cultivated buckwheat on moisture saving technology. Economical effectiveness of buckwheat cultivation in the steppe zone of Akmola region was calculated based on economical indicators.

Key words: buckwheat, moisture saving technology, yield, economical effectiveness.

Buckwheat is a valuable cereal crop with high yields. In Kazakhstan there are good prospects for the production of buckwheat, the demand for which is growing. World production of buckwheat ranges from 1.9 million tons to 2.6 million tons. The largest manufacturers of buckwheat in the world agricultural market are Russia, China, Ukraine.

158 thousand tons of buckwheat are exported every year.

In Kazakhstan yield was increased to 61.6 thousand tons in 2009, which allowed us to go up to the 6th place in the world market. Potentially the country can easily take the 4th place in the world market for the production of buckwheat [1].

By the end of 2013 yield of buckwheat was 83.5 thousand tons, which is 74 % more than in 2012 (48 thousand tons). In 2012, the growth of the gross yield of buckwheat in relation to 2011 was 28 %. The lowest gross yield of buckwheat was observed in 2008, 16.6 thousand tons [2].

For further increasing of the buckwheat acreage and respectively the gross yield of products, it is necessary to carry out research to develop technologies of cultivation and processing. Thus it was decided in 2011 to develop technolog-

ical cluster for the production of buckwheat products. At the initial stage, during 2012–2014, the experiments to develop moisture saving technology of buckwheat cultivation and determination of optimal harvest date and seed rate in the steppe zone of Akmola region were carried out.

Research methodology. The research was conducted according to the method of experimental work by B.A. Dospekzhova [3]. Determination of laboratory germination was carried out according to GOST 12047–85. During the vegetation period the phenological observations were carried out in phases of plant development by the State strain testing method (1985). Yield structure elements was determined by the following formula:

$$Y(\text{bio.}) = \frac{N_{\text{plant}} \cdot N_s \cdot M_{1000} \cdot c}{10000} \cdot \text{ha}, \quad (1)$$

where

N_{plant} – number of plants on 1 m², pcs.

N_s – Number of seeds on one plant, pcs.

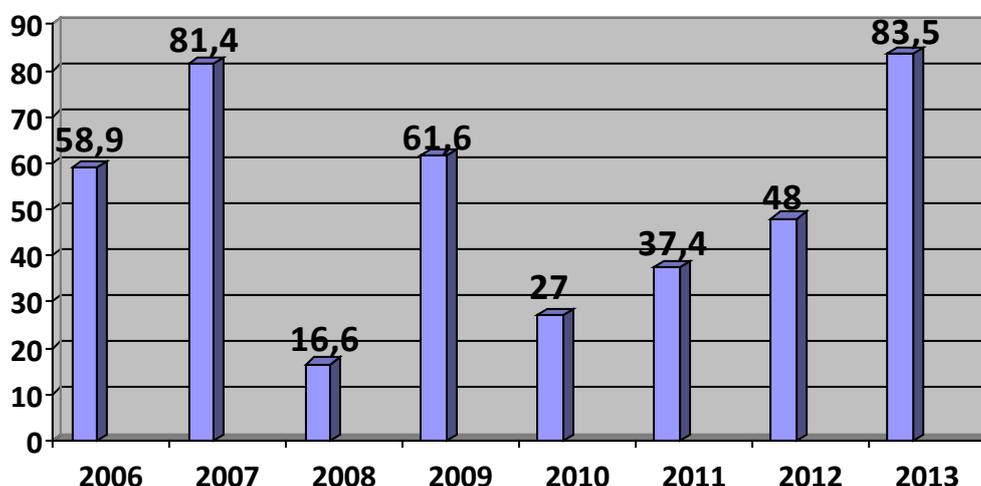


Fig. 1. Gross yield of buckwheat (thous. tons)

Table 1. Yield structure elements of buckwheat and the average yield over 3 years.

Date of seeding	Seeding rate, million germinated seed/ha	Number of plants before harvest	Number of seeds on plants, pcs.	Weight per 1000 seeds, year.	Biological yield, c./ha
20.05.	2,8	161	11	31,3	5,5
	3,0	172	10	31,2	5,4
	3,2	179	11	30,4	6,0
25.05.	2,8	164	12	30,6	6,1
	3,0 (6)	176	13	30,4	6,9
	3,2	182	12	30,8	6,7
30.05.	2,8	172	15	31,4	8,1
	3,0	181	15	31,5	8,6
	3,2	192	14	31,2	8,4
EKEA ₀₅					1,23

M_{1000} – weight per 1000 seeds, year.

Obtained results were subjected to initial stage of development and correlation.

The main results of field tests, ie the yield of buckwheat, cultivated on moisture saving technologies are presented in Table 1.

According to Table 1, the value of the buckwheat yield is affected by seeding date and seeding rate, yield ranges from 5,4 to 8,6 kg/ha. The efficiency of agricultural production can be determined based on crop yields, cultivation costs and selling prices.

Efficiency of agricultural production is one of the most difficult economic categories; it takes into account the whole structure of agricultural work. One of the main indicators of the impact is productivity. With its characteristics, the following economical concepts are distinguished: effect and economical effectiveness. Effect is the result of agro-technical measures. For example, fertilizer has a positive effect on plant growth and development, and as a result increased yield. However, we are not taking into account whether the expected increase in the yield will justify the costs for material, transport and application of fertilizers. Indicators of economical effectiveness are used to solve these issues.

Economical effectiveness shows final effect for using the means of production and living labor, in other words, effective output of total investments. In the agricultural sector this means obtaining the maximum amount of production per area unit at the lowest cost for labor and materials. Economical effectiveness is determined for each agro-technical measure, implemented in agriculture. In agriculture, the effectiveness indicator determines the increase in net product at the lowest cost for the production. [4].

Key indicators of economical effectiveness in agriculture. In modern conditions to obtain a stable high profits it is necessary to pay attention to improve production efficiency. Efficiency of agricultural production is one of the most difficult economic categories, which is affected by the economic

laws. For the calculation of the economical effectiveness, it is necessary to know the key indicators of the production costs, gross production, net income and profitability.

Production costs expressed in monetary terms, it is the material and monetary costs of production. This includes expenses, wages, amortization, taxes and other.

Gross production is produced agricultural production for all season in monetary terms; commodity output ready for distribution or already distributed.

Net income (NI) calculated by subtracting from the gross production costs or net cost.

Profitability. Profitability summarizes the results of agricultural production economical effectiveness. The level of profitability is determined in percent based on the ratio of profit to the full net cost of the product.

Methodology of determining the economical effectiveness indicators. Gross income of agricultural products producers obtained by products distribution. Gross income size directly connected with the product price, volume and cost. Gross income is determined by multiplying the volume of sold products at the price at which it was distributed.

Net income is the difference between the value of gross product and its cost. Also, net income can be calculated by subtracting from gross income the costs associated with the production.

Net income is a source for further expansion, reserves, and it is used to increase fixed assets for the purchase of new equipment, improved technology, and other.

Apart from the gross income and net income, the level of profitability is used for characterization of economical effectiveness. Profitability is one of the economic categories, which means revenue or profit. The level of profitability is determined as a percentage of profits to the amount of material and labor costs associated with the production and sales. The level of profitability shows the production efficiency in terms of profit per material unit and labor costs for the production and distribution of products [5].

Table 2. Indicators of economical effectiveness for buckwheat cultivation on moisture saving technology

Date of seeding and seeding rate	Yield, c/ha	Costs, tg.	Gross production, tg.	Net income, tg.	Yield profitability, %
20.05;2,8	5,5	34647	44000	9353	27,0
20.05;3,0	5,4	34647	43200	8553	24,7
20.05;3,2	6,0	34647	48000	13353	38,5
25.05;2,8	6,1	34647	48800	14153	40,8
25.05;3,0 (ст-т)	6,9	34647	55200	20553	59,3
25.05;3,2	6,7	34647	53600	18953	54,7
30.05;2,8	8,1	34647	64800	30153	87,0
30.05;3,0	8,6	34647	68800	34153	98,6
30.05;3,2	8,4	34647	67200	32553	93,9

According to our planning sheet of buckwheat cultivation the production costs are equal to 34,647 tenge. The average selling price of buckwheat is 80000 tenge per ton. [6]

According to Table 2, the economical effectiveness of

buckwheat cultivation was observed in all the variants of the experiment. In this case, the maximum net income and profitability are obtained with a maximum yield of 8.6 t./ha (34153 tenge and 98.6% respectively).

References:

1. Rakhman Alshanov. Economy of Kazakhstan over 20 years: agro-industrial field // Kazakhstanskaya Pravda. — 2012. — №440–441. — с. 6.
2. JSC «Regional Finance Center of Almaty Rating Agency». Plant Breeding Industry Analysis // Almaty. — 2014. — с. 23.
3. Dospekhov B. A. Methodology of field experiments. — М.: Изд-во Колос, 1985. — 321 с.
4. Medeubekov K. U. «Kazakstan agrooynerkasibi: ekonomikasin yimdistiru zhane baskaru»// Almaty. — 1990. — с. 164.
5. Abdildina L. I. Economics, organization and planning of agricultural production // Almaty. — 1989. с. 68.
6. News Agency «KazakhZerno»: <http://www.kazakh-zerno.kz/>

Государственная поддержка устойчивого развития сельскохозяйственного производства как основа продовольственной безопасности страны

Шевченко Татьяна Викторовна, кандидат экономических наук
Государственный университет по землеустройству (г. Москва)

Ключевые слова: продовольственная безопасность страны, экспорт продовольственных товаров, отечественные производители, импортозамещение.

Основная цель продовольственной безопасности страны — это обеспечение населения нашей страны безопасной сельскохозяйственной продукцией. Достигается она посредством стабильности внутреннего производства, а также наличием необходимых запасов.

Развитие агропромышленного комплекса в контексте обеспечения продовольственной безопасности считается одним из приоритетов социально-экономической политики государства. Существующая нормативная правовая база во многом отражает комплексное решение этой проблемы.

В январе 2010 г. президентом была утверждена Доктрина продовольственной безопасности Российской Федерации, которая определила цели, задачи и основные направления государственной экономической политики в области обеспечения продовольственной безопасности страны. В Доктрине определены показатели продовольственной безопасности и критерии их оценки, возможные риски и угрозы, основные направления государственной экономической политики в сфере обеспечения продовольственной безопасности, механизмы

и ресурсы обеспечения продовольственной безопасности страны.

Для оценки состояния продовольственной безопасности в качестве критерия определяется удельный вес отечественной сельскохозяйственной, рыбной продукции и продовольствия в общем объеме товарных ресурсов (с учетом переходящих запасов) внутреннего рынка соответствующих продуктов, имеющий пороговые значения в отношении [1]:

- зерна — не менее 95 процентов;
- сахара — не менее 80 процентов;
- растительного масла — не менее 80 процентов;
- мяса и мясопродуктов (в пересчете на мясо) — не менее 85 процентов;
- молока и молокопродуктов (в пересчете на молоко) — не менее 90 процентов;
- рыбной продукции — не менее 80 процентов;
- картофеля — не менее 95 процентов;
- соли пищевой — не менее 85 процентов.

Несмотря на то, что сегодня многие макроэкономические показатели страны демонстрируют положительную динамику, проблема продовольственной безопасности дополнительно обострилась в связи с введением запретов на ввоз отдельных видов сельскохозяйственной продукции.

Поэтому одним из основных направлений государственной политики является импортозамещение.

По оперативным данным Федеральной таможенной службы, в январе-ноябре 2014 г. в Российскую Федерацию ввезено продовольственных товаров и сельскохозяйственного сырья на 36321,4 млн. долл. США или на 4,9% меньше, чем за соответствующий период 2013 г., когда его было импортировано на 38188,8 млн. долл. США.

По сравнению с январем-ноябрём 2013 года существенно возросли физические объемы импортных закупок масла сливочного (на 10,8%), сахара-сырца (на 33,0%), сахара белого (в 3,8 раза), изделий и консервов из мяса (в 1,8 раза), и не так значительно увеличились по табачным изделиям (на 7,0%) и кофе (на 6,7%),

Вместе с тем сократился ввоз мяса свежего и мороженого (на 20,2%), мяса птицы (на 13,4%), рыбы (на 12,5%), молока и сливок сгущенных (на 12,2%), цитрусовых (на 2,8%), чая (на 0,6%), какао-бобов (на 3,6%), продуктов, содержащих какао (на 25,2%), масла подсолнечного (в 2,1 раза), алкогольных напитков (на 1,8%).

Экспорт продовольственных товаров и сельскохозяйственного сырья в январе-ноябре 2014 г. составил 17141,3 млн. долл. США, что на 19,1% больше, чем в январе-ноябре 2013 г.; за указанный период в 1,6 раза увеличился экспорт пшеницы и меслина, а экспорт водки сократился на 9,8 процента.

В целом, как показывают расчеты, проведенные ВНИИ экономики сельского хозяйства, если в полной мере реализовать потенциал аграрного сектора России при наиболее благоприятных экономических условиях можно было бы не только достигнуть параметры Доктрины продовольственной безопасности, но выйти на баланс экспорта-импорта на уровне 20–25 млрд. долл. США, даже с учетом роста потребления до рациональных норм [2].

Результаты 2014 года в целом опережают показатели прошлых годов, что будет способствовать дальнейшему процессу импортозамещения.

В 2014 году валовый сбор зерновых и зернобобовых культур превысил 105 миллионов тонн после доработки. Намолочено более 2,5 миллиона тонн сои и почти 1,5 миллиона тонн рапса, что является максимальными результатами за всю историю выращивания этих культур в нашей стране. Получен рекордный урожай овощей — 15,4 миллиона тонн, плодов и ягод — без малого 3 миллиона тонн. В производстве скота и птицы в сравнении с прошлым годом ожидается прибавка — 4 процента. Основной прирост обеспечит увеличение объемов производства свиней — на 6 процентов и птицы — на 6,1 процента. Более чем на 1 миллион тонн увеличился объем молока, поступившего на переработку.

Для дальнейшего уменьшения зависимости от импорта продовольствия Правительством России разработан комплекс мер, призванных в 2015–2020 годах, повысить производство и поддержать отечественных производителей [3].

В частности, для этого в декабре 2014 года была утверждена новая редакция Государственной программы развития сельского хозяйства и регулирования рынков сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия на 2013–2020 годы, основной целью которой является обеспечение продовольственной безопасности России. Приоритетное направление — ускоренное импортозамещение в отношении мяса (свинины, птицы, крупного рогатого

Таблица 1. Уровень самообеспечения основной сельскохозяйственной продукцией по Российской Федерации, %

Продукция	2012 год	2013 год	2020 г. Государственная программа
Зерно	108	99,4	99,7
Сахар	86	84,6	93,2
Растительное масло	209	81,1	87,7
Картофель	97,5	99,4	98,7
Мясо и мясопродукты	76,1	78,5	91,5
Молоко и молокопродукты	80,2	77,5	90,2

того скота), молока, тепличных овощей, семенного картофеля и плодово-ягодной продукции.

По данным Минсельхоза преимущество будет отдано новым инвестиционным проектам в регионах с низким обеспечением собственного производства мяса и избыточным производством зерна, а также эпизоотически благополучных в отношении африканской чумы свиней, это Урал, Поволжье, Сибирь и Дальний Восток.

Увеличение финансирования, по расчетам Минсельхоза, позволит снизить импортные поставки мяса скота и птицы, а также овощей к 2020 году почти на 70 процентов, молочных продуктов — на 30 процентов, плодово-ягодной продукции — на 20 процентов.

На реализацию новых и действующих мероприятий госпрограммы в 2015 году пока предусмотрено выделение дополнительных 20 миллиардов рублей из федерального бюджета. В целом объем средств в рамках госпрограммы на 2015 год составляет 187,9 миллиарда рублей. С учетом предложений Минсельхоза, на 2015–2020 годы на поддержку аграриев в рамках госпрограммы дополнительно направляется 568,2 миллиарда рублей.

Однако в соответствии с предложением Минсельхоза России в целях ускорения импортозамещения эти субсидии необходимо увеличить на 77 миллиардов рублей в 2015 году.

По данным ВНИИ экономики сельского хозяйства для реального исполнения программы и обеспечения продовольственной независимости страны нужно направить дополнительные 300 миллиардов рублей в 2015 году и соответственно 2,8 триллиона рублей на период до 2020 года [2]. В противном случае произойдет замена одних импортеров другими.

Вместе с тем, существенный рост цен на продовольствие, не способствует в должной степени росту доход-

ности сельскохозяйственных товаропроизводителей. Доля производителей в конечной розничной цене пищевой продукции составляет от 24 до 60 процентов. В то же время происходит удорожание кредитов, вызванное корректировкой денежно-кредитной политики России. В структуре затрат на производство животноводческой продукции имеются импортозависимые позиции, в частности, ветеринарные препараты, в том числе вакцины, племенная продукция, витамины и премиксы. Также не могли не отразиться на конечной цене продукции повышение стоимости зерна и кормов, минеральных удобрений, ГСМ, коммунальных платежей.

По данным Минсельхоза при сложившейся макроэкономической ситуации затраты сельхозпроизводителей, связанные с проведением сезонных полевых работ и реализацией инвестиционных проектов, возрастают примерно в 1,5 раза [3].

Устойчивое производство сельскохозяйственной продукции служит основой устойчивого развития производства продукции сельского хозяйства, что обеспечивает продовольственную безопасность страны.

Таким образом, механизмы действующей государственной поддержки АПК должны корректироваться с учетом макроэкономической ситуации. Важным является совершенствование государственной аграрной политики и повышение конкурентоспособности продукции отечественных производителей, а также увеличение инвестиционной привлекательности отрасли сельскохозяйственного. В свою очередь доходность отрасли связана с увеличением доли сельскохозяйственных производителей в конечной розничной цене продовольствия, что предполагает развитие кооперации; и с совершенствованием ценообразования на рынках материально-технических ресурсов; и с увеличением государственной поддержки аграрного производства.

Литература:

1. Доктрина продовольственной безопасности Российской Федерации, утвержденная Указом президента Российской Федерации от 30 января 2010 г. № 120.
2. Ушачев, И. Г. Социально-экономическое развитие АПК в условиях членства России во Всемирной торговой организации и Евразийском экономическом союзе/И. Г. Ушачев // Вестник ОрелГАУ. — 2014. - № 5 (50). — с. 3–11.
3. Выступление Министра сельского хозяйства российской Федерации Н. В. Федорова на Всероссийском аграрном совещании.
4. Чекалин, В. С. Экономические проблемы развития сельского хозяйства/В. С. Чекалин // Мясные технологии. — 2011. — № 7.
5. Ушачев, И. Г. Проблемы обеспечения национальной и коллективной продовольственной безопасности в ЕАЭС/И. Г. Ушачев, А. Ф. Серков, А. Г.
6. Папцов, В. И. Тарасов, В. С. Чекалин // АПК: Экономика, управление. — 2014. — № 10.

Молодой ученый

Ежемесячный научный журнал

№ 5 (85) / 2015

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

Главный редактор:

Ахметова Г. Д.

Члены редакционной коллегии:

Ахметова М. Н.
Иванова Ю. В.
Каленский А. 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.
Кузьмина В. М.
Кучерявенко С. А.
Лескова Е. В.
Макеева И. А.
Матроскина Т. В.
Мусаева У. А.
Насимов М. О.
Прончев Г. Б.
Семахин А. М.
Сенюшкин Н. С.
Ткаченко И. Г.
Яхина А. С.

Ответственные редакторы:

Кайнова Г. А., Осянина Е. И.

Международный редакционный совет:

Айрян З. Г. (Армения)
Арошидзе П. Л. (Грузия)
Атаев З. В. (Россия)
Борисов В. В. (Украина)
Велковска Г. Ц. (Болгария)
Гайич Т. (Сербия)
Данатаров А. (Туркменистан)
Данилов А. М. (Россия)
Досманбетова З. Р. (Казахстан)
Ешиев А. М. (Кыргызстан)
Игисинов Н. С. (Казахстан)
Кадыров К. Б. (Узбекистан)
Кайгородов И. Б. (Бразилия)
Каленский А. В. (Россия)
Козырева О. А. (Россия)
Лю Цзюань (Китай)
Малес Л. В. (Украина)
Нагервадзе М. А. (Грузия)
Прокопьев Н. Я. (Россия)
Прокофьева М. А. (Казахстан)
Ребезов М. Б. (Россия)
Сорока Ю. Г. (Украина)
Узаков Г. Н. (Узбекистан)
Хоналиев Н. Х. (Таджикистан)
Хоссейни А. (Иран)
Шарипов А. К. (Казахстан)

Художник: Шишков Е. А.

Верстка: Бурьянов П. Я.

Статьи, поступающие в редакцию, рецензируются.

За достоверность сведений, изложенных в статьях, ответственность несут авторы.

Мнение редакции может не совпадать с мнением авторов материалов.

При перепечатке ссылка на журнал обязательна.

Материалы публикуются в авторской редакции.

АДРЕС РЕДАКЦИИ:

420126, г. Казань, ул. Амирхана, 10а, а/я 231.

E-mail: info@moluch.ru

<http://www.moluch.ru/>

Учредитель и издатель:

ООО «Издательство Молодой ученый»

ISSN 2072-0297

Тираж 1000 экз.

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