

ISSN 2072-0297

Молодой учёный

Ежемесячный научный журнал

№ 18 (77) / 2014

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

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

Члены редакционной коллегии:

Ахметова Мария Николаевна, *доктор педагогических наук*

Иванова Юлия Валентиновна, *доктор философских наук*

Лактионов Константин Станиславович, *доктор биологических наук*

Сараева Надежда Михайловна, *доктор психологических наук*

Авдеюк Оксана Алексеевна, *кандидат технических наук*

Алиева Тарана Ибрагим кызы, *кандидат химических наук*

Ахметова Валерия Валерьевна, *кандидат медицинских наук*

Брезгин Вячеслав Сергеевич, *кандидат экономических наук*

Данилов Олег Евгеньевич, *кандидат педагогических наук*

Дёмин Александр Викторович, *кандидат биологических наук*

Дядюн Кристина Владимировна, *кандидат юридических наук*

Желнова Кристина Владимировна, *кандидат экономических наук*

Жуйкова Тамара Павловна, *кандидат педагогических наук*

Игнатова Мария Александровна, *кандидат искусствоведения*

Каленский Александр Васильевич, *доктор физико-математических наук*

Коварда Владимир Васильевич, *кандидат физико-математических наук*

Комогорцев Максим Геннадьевич, *кандидат технических наук*

Котляров Алексей Васильевич, *кандидат геолого-минералогических наук*

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

Кучерявенко Светлана Алексеевна, *кандидат экономических наук*

Лескова Екатерина Викторовна, *кандидат физико-математических наук*

Макеева Ирина Александровна, *кандидат педагогических наук*

Мусаева Ума Алиевна, *кандидат технических наук*

Насимов Мурат Орленбаевич, *кандидат политических наук*

Прончев Геннадий Борисович, *кандидат физико-математических наук*

Семахин Андрей Михайлович, *кандидат технических наук*

Сенюшкин Николай Сергеевич, *кандидат технических наук*

Ткаченко Ирина Георгиевна, *кандидат филологических наук*

Яхина Асия Сергеевна, *кандидат технических наук*

На обложке изображен Николай Иванович Вавилов (1887–1943) — российский и советский учёный-генетик, ботаник, географ, создатель современных научных основ селекции.

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 Бекмуратович, 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: Евгений Шишков

Верстка: Павел Бурьянов

СОДЕРЖАНИЕ

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

Абрашитов В. С., Абрашитов Н. В., Жуков А. Н.

О возможности увеличения жилищного фонда путем реконструкции здания средней общеобразовательной школы под жилое помещение 209

Алексеева М. С., Иванова Е. В.

Угрозы безопасности локальных вычислительных сетей 212

Аль-Ани о. А. А.

Атомные электростанции 213

Аль-Бермани А. Г.

Создание технологий водородной энергетики 217

Антипин А. Ф.

Способ построения многомерных систем управления с компенсацией взаимного влияния контуров регулирования 220

Брагина Л. М.

Исследование процессов деградации свойств наноструктурированных пленок на основе $\text{SiO}_2\text{-SnO}_2\text{-In}_2\text{O}_3$ 224

Волкова Т. Н., Гарькина И. А.

Аппроксимация градуировочных характеристик средств измерений в материаловедении 227

Гляков М. Ю.

Обоснование конструктивного решения сохранения несущей способности конструкций производственных зданий от воздействия современных средств поражения различной мощности при использовании предохранительных конструкций 230

Данилова И. А.

Виды замораживания хлебобулочных полуфабрикатов 233

Кенийз Н. В.

Виды криопротекторов, используемых при замораживании хлебобулочных полуфабрикатов 236

Козлов П. В., Меркулов С. А., Бастрыкина Е. В., Клишин И. М., Фролов В. А.

Современные установки для модификации битумов полимерными материалами 239

Кудашов А. А.

Исследование структурных параметров композиционных материалов методом рентгенодифракционного анализа 243

Кузьмишкин А. А., Гарькин И. Н.

Метод расчёта остаточного ресурса норий 247

Кузьмишкин А. А., Гарькин И. Н.

Метод оценки износа зданий и сооружений ... 249

Куроткин В. А.

Применение итерационного алгоритма Шульца в рекуррентных алгоритмах параметрической идентификации 251

Кучин С. Г.

Вариант технического решения проблем выверки оптических прицелов к снайперскому оружию 256

Махалин А. А.

Использование технологии 3D-печати на этапе проектирования автомобильных компонентов 260

Махамбетов О. К., Темиргали Б. С.

Энергоаудит. Виды энергоаудитов. Энергоаудит в Казахстане 265

Поздняков Е. В.

Подготовка почвы площадками под посадку лесных культур 269

Русин А. Ю., Абдулхамед М. А. Статические обработки результатов наблюдений при проведении ускоренных испытаний на надежность 274	Тимошенко Н. В., Патиева А. М., Лисовицкая Е. П. Разработка новых видов мясосодержащих консервов для питания людей в условиях неблагоприятной экологической обстановки..... 298
Сазанов Е. А. Использование GI при рендере изображений архитектурных объектов профессиональными и молодыми архитекторами 280	Тимошенко Н. В., Патиева А. М., Лисовицкая Е. П. Технология производства антианемической колбасной продукции для дошкольного и школьного питания детей в профилактических целях 300
Сорокин Д. С., Данилов А. М. Композиционные материалы: методики измерений характеристик и поверки средств измерений 282	Узаков Г. Н., Раббимов Р. Т., Давланов Х. А., Алиярова Л. А., Узакова Ю. Г. Расчет теплотехнических и конструктивно-технологических параметров пиролизной установки для термической переработки биомассы 303
Суров Л. Д., Филиппов В. В., Махиянова Н. В. Определение вида короткого замыкания в линии, питающей трансформаторную подстанцию, с запретом автоматического повторного включения выключателя 285	Узаков Г. Н., Раббимов Р. Т., Давланов Х. А., Рахматов О. И., Узакова Ю. Г. Моделирование и расчет теплового баланса пиролизной установки для получения альтернативного топлива из биомассы..... 306
Суров Л. Д., Филиппов В. В. Контроль отказа отключения головного и отключения секционного выключателей с определением вида короткого замыкания ... 288	Фролов В. А., Меркулов С. А., Козлов П. В., Абрамов И. Ю., Буданцев В. В. Влияние молекулярной массы каучуковых составляющих резиновых смесей на физико-механические показатели дорожных вяжущих 312
Суров Л. Д., Филиппов В. В. Контроль отказа запрета автоматического включения резерва в линии кольцевой сети .. 291	Шибeko P. B., Захаров Е. А. Система контроля колесных пар железнодорожных вагонов..... 314
Тимошенко Н. В., Патиева А. М., Лисовицкая Е. П. Использование пищевого волокна при корректировке мясосодержащей продукции для людей, имеющих избыточную массу тела 294	Юсупов Ф., Абдуллаева Г. Х. Об одной графовой модели маслоэкстракционного производства..... 318

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

О возможности увеличения жилищного фонда путем реконструкции здания средней общеобразовательной школы под жилое помещение

Абрашитов Валентин Султанович, кандидат технических наук, профессор
Пензенский государственный университет архитектуры и строительства

Абрашитов Николай Валентинович, главный инженер
ООО «Союзпроект» (г. Пенза)

Жуков Александр Николаевич, кандидат технических наук, доцент
Пензенский государственный университет архитектуры и строительства

Одной из целей государственной программы «Обеспечение жильем и коммунальными услугами населения Пензенской области на 2014–2020 годы» является повышение доступности жилья и качества жилищного обеспечения населения. Государственная программа направлена на достижение двух основных целей, определенных Указом Президента Российской Федерации от 07.05.2013 N 600 «О мерах по обеспечению граждан Российской Федерации доступным и комфортным жильем и повышению качества жилищно-коммунальных услуг» и Законом Пензенской области от 04.09.2007 N 1367-ЗПО «О Стратегии социально-экономического развития Пензенской области на долгосрочную перспективу (до 2021 года)»:

— повышение качества жилищно-коммунальных услуг;

— повышение доступности жилья.

Достижение второй цели связано с актуальностью разрешения комплекса проблем в сфере развития жилищного строительства и подчеркивается тем, что приобрести жилье с использованием рыночных механизмов на сегодняшний день способен ограниченный круг семей с уровнем доходов выше среднего.

Жилищная проблема стоит перед большей частью российских семей, в той или иной степени не удовлетворенных жилищными условиями. При этом каждая четвертая семья имеет жилье, находящееся в плохом или очень плохом состоянии.

Анализ существующего положения в жилищном строительстве показал, что крупные города и отдельные районные центры Пензенской области подходят к той стадии, когда их ресурс свободных и готовых для застройки площадок уже исчерпан. Это требует вовлечения в оборот новых земель, из пригородной зоны — как правило, земель сельскохозяйственного назначения [1]. Кроме экс-

тенсивных способов реновации жилищного фонда, обеспечивающих увеличение совокупности существующих жилых зданий и требующих как правило селитебных территорий, существуют и интенсивные способы.

Интенсивные способы реновации обеспечивают повышение эффективности использования существующих жилых зданий за счет восстановления или улучшения их потребительских качеств. При этом под новым жилищным строительством понимается возведение новых жилых объектов, осуществляемое на впервые освоенных или на освобожденных от существующей застройки и повторно используемых земельных участках. Под расширением жилых зданий понимается создание дополнительных жилых помещений путем строительства вставок, пристроек к существующим жилым зданиям.

В условиях плотной городской застройки при строительстве предпочитают финансировать реконструкцию имеющихся сооружений вместо строительства новых зданий. В подавляющем большинстве случаев реконструируемые здания представляют собой постройки середины XX века, причем часто они не востребованы по первоначальному назначению, и в силу морального и физического износа требуют проведения в них капитального ремонта.

Наиболее перспективным направлением в этой области является введение дополнительных этажей, что удается выполнить без усиления основания, так как в большинстве эксплуатируемых зданий полезная расчетная нагрузка превышает таковую для общественных помещений.

Одним из примеров интенсивного способа реновации жилищного фонда является репрофилирование здания общеобразовательной школы в жилой многоквартирный дом. С целью определения возможности изменения функционального назначения объекта сотрудниками Пензен-



Рис. 1. Здание общеобразовательной школы №218 в г. Заречный Пензенской области

ского ГУАС выполнено освидетельствование и обследование состояния конструктивных элементов здания общеобразовательной школы №218 в г. Заречный Пензенской области [1] (рис. 1.).

Здание построено по проектной документации, разработанной в конце 50-х годов XX века, и состоит из трех прямоугольных блоков. Два блока имеют размеры в осях 9,7x20,4 м и средний блок размером 10,4x25,6 м. Все три блока имеют четыре этажа, три из которых имеют высоту этажа 3,9 м, а для среднего блока высота помещений четвертого этажа составляет 4,9 м (высота от пола до низа несущих железобетонных балок покрытия).

Для определения размеров фундаментов при освидетельствовании были выполнены шурфы под наиболее нагруженными фундаментами здания, по которым определены глубина заложения и ширина подошвы ленточного фундамента. В конструктивном отношении фундаменты выполнены монолитными бетонными ленточными шириной верхней части от 400 до 550 мм и высотой от 1750 до 2300 мм. Плита подошвы фундамента имеет высоту минимум 550 мм и ширину от 1680 до 1830 мм. Для некоторых фундаментов ширина подошвы меньше, чем в проектной документации. Так, например, ширина подошвы фундамента под средней стеной — 1810 мм, а проектом предусмотрена ширина 2000 мм, а под крайней стеной — ширина подошвы равна 1820 мм вместо 1900 мм по проекту.

Для выявления несущей способности фундаментов были выполнены инженерно-геологические изыскания оснований под фундаменты с последующим определением их расчётного сопротивления. Расчёты показали, что имеется возможность надстройки здания, и давление под подошвой фундамента от шести этажей жилого здания будет меньше, чем расчётное сопротивление под подошвой фундамента здания школы. Анализируя проектную документацию на здание школы было вы-

явлено, что размеры подошвы фундаментов были подобраны по расчётному сопротивлению грунта $R=1,5$ кгс/см², тогда как по результатам вычислений (расчётов), исходя из данных выполненных инженерно-геологических изысканий, расчётное сопротивление грунта составляет около 2,9 кгс/см² [2].

При освидетельствовании конструктивных элементов здания школы выявлено, что в качестве несущих элементов приняты наружные стены, выполненные из глиняного кирпича пластического формования на цементно-песчаном растворе с толщиной стен от 380 до 560 мм. Внутренняя поверхность наружных стен оштукатурена раствором толщиной до 40 мм. Обследование состояния кладки здания отмечено наличие пустот в растворе глубиной до 40..70 мм. По нижней цокольной части здания отсутствует расшивка швов из цементно-песчаного раствора, вследствие чего раствор оказался вымытым из кладки. Толщина имеющихся наружных стен не соответствует требованиям теплообеспечения и энергосбережения в соответствии с СП 23-101–2000.

При обследовании технического состояния конструктивных элементов перекрытий и покрытий, состоящих из ребристых железобетонных плит размером 800x6400 мм, 400x3300 мм и 400x2800 мм, были произведены вскрытия сечения плит и замеры диаметров рабочей арматуры плит перекрытий.

Так для плиты сечением 800x6400 мм поперечное сечение плиты перекрытия выполнено следующим образом:

Выявлено, что прочность бетона плиты перекрытия составляет не более М150; арматура рабочая класса А-III сечением \varnothing 18 мм. Перерасчёт несущей способности плит перекрытий показал, что они способны воспринимать полезную нагрузку около 600 кгс/м² с учётом собственного веса.

Анализ результатов обследования фундаментов здания показал, что их несущая способность фундаментов обеспечена для 6-ти этажного жилого здания ($R=2,07 \text{ кгс/см}^2$) при расчётном сопротивлении грунта $R=2,9 \text{ кгс/см}^2$. В кирпичных стенах здания обнаружены вертикальные трещины с шириной раскрытия 1...3 мм, а их толщина не соответствует требованиям теплообеспечения и энергосбережения в соответствии с СП 23-101–2000. Для обеспечения нормальной эксплуатации в условиях изменения назначения здания, стены необходимо усилить путём уменьшения оконных и дверных проёмов и устройства железобетонных «рубашек» [3], и выполнить утепление наружных стен путём крепления утеплителя к стене с последующей наружной штукатуркой здания, либо устройством вентилируемого фасада. Необходимо заменить существующие деревянные окна из стеклоблоков размером 2х3 м, имеющие значительный физический износ, на обычные оконные рамы из дерева или ПВХ, уменьшив ширину проёмов в соответствии с требованиями освещенности жилых помещений.

Физический износ чердачной кровли из деревянной стропильной системы составляет до 70%. Рекомендуется заменить чердачную кровлю из деревянной стропильной системы с физическим износом до 70% на кровлю, совмещенную с покрытием с организованным внутренним водосток. Чтобы обеспечить недостаточную несущую способность простенка первого этажа, требуется увеличить площадь простенков первого и второго этажа и выполнить их усиление.

В результате проведённого анализа состояния несущей способности основных несущих конструктивных элементов здания отмечено следующее:

Состояние конструктивных элементов кровли здания ограниченно-работоспособное и они должны быть подвержены полному капитальному ремонту вплоть до замены. Для снижения общей нагрузки на конструктивные несущие элементы здания (фундаменты и несущие стены) рекомендуется утеплитель по кровле заменить на минеральную вату с объёмным весом до 50 кгс/м^3 . Водоизоляционный ковёр кровли имеет физический износ около 75% и должен быть заменён.

Литература:

1. Постановление Правительства Пензенской области №811-пП от 01 ноября 2013 г. Об утверждении государственной программы «Обеспечение жильем и коммунальными услугами населения Пензенской области на 2014–2020 годы»
2. ГОСТ Р 54257–2010 «Надежность строительных конструкций и оснований». Стандартиформ. М., 2011–19 с.
3. СП 20–101–2004. «Проектирование и устройство оснований и фундаментов зданий и сооружений». М., 2005–128 с.
4. СП 15.13330.2012 «Каменные и армокаменные конструкции» Актуализированная редакция СНиП II — 22–81*. М., 2012–103 с.

Несущие каменные стены здания в местах нахождения водосливных воронок и труб имеют ограниченно-работоспособное состояние и должны быть подвергнуты усилению. Показатели прочности каменной кладки имеют следующие величины прочности исходных материалов: кирпич прочностью М50 и цементно-песчаный раствор М25. При определении показателей прочности железобетонных плит перекрытия и балок было выявлено, что их прочность составляет М100.

В ходе анализа несущей способности каменных стен был произведен перерасчёт несущей способности каменной кладки оконных простенков первого этажа. Он показал, что она недостаточна для существующих четырёх этажей здания с чердачной кровлей. Необходимо при проведении капитального ремонта и реконструкции здания их усилить по специальным техническим решениям.

Перерасчёт фундаментов здания при их фактических геометрических размерах, выявленных при освидетельствовании и параметрам инженерно-геологических условий и значении расчётного сопротивления грунта $R=2,9 \text{ кгс/см}^2$, показал, что несущая способность наиболее нагруженных фундаментов в осях 2,5 и В достаточна для восприятия шести этажей здания при условии использования этажей со 2 по 6 их в качестве жилых помещений.

При проведении капитального ремонта предусмотрены мероприятия по водоотводу атмосферной влаги от стен здания и дворовой территории, в частности выполнение асфальтобетонной отмостки шириной 1200 мм с уклоном от стен не менее 5%.

Анализ технического состояния несущих конструкций здания общеобразовательной школы №218 в г. Заречный Пензенской области показал, что его перепрофилирование с учётом снижения полезной нагрузки с 400 кгс/м^2 (для общественных зданий) до 150 кгс/м^2 (для жилых зданий) возможно даже при условии увеличения количества этажей с четырёх до шести.

Таким образом, результаты проведенного анализа показывают, что перепрофилирование зданий с общественного назначения на жилое является экономически целесообразным и позволяет в короткие сроки (по сравнению с новым строительством) пополнить городской жилищный фонд.

Угрозы безопасности локальных вычислительных сетей

Алексеева Мария Сергеевна, студент;
Иванова Елена Вячеславовна, студент
Омский государственный технический университет

Локальная сеть (LOCAL AREA NETWORK-LAN) — набор компьютеров (часто называемых рабочими станциями (Workstation)), серверов, сетевых принтеров, коммутаторов (Switch), маршрутизаторов (Router), точек доступа (Access Point), другого оборудования, а также соединяющих их кабелей, обычно расположенных на относительно небольшой территории или в небольшой группе зданий (учебный класс, квартира, офис, университет, дом, фирма, предприятие) [1].

Компьютерные сети сегодня являются привычным инструментом коммуникаций, информационного обмена и выполнения вычислений. Именно поэтому очень важно быть уверенным в защищённости локальной сети и вовремя выявить возможные угрозы. Знание возможных угроз, а также уязвимых мест защиты, которые эти угрозы обычно эксплуатируют, необходимо для выбора наиболее экономичных средств обеспечения безопасности.

Угрозы безопасности информации локальных вычислительных сетей можно разделить на две большие группы:

I. Технические угрозы:

1. Ошибки в программном обеспечении.
2. Различные DoS- и DDoS-атаки.
3. Компьютерные вирусы, черви, троянские кони.
4. Анализаторы протоколов и прослушивающие программы («снифферы»).
5. Технические средства съёма информации.

II. Человеческий фактор:

1. Уволенные или недовольные сотрудники.
2. Промышленный шпионаж.
3. Халатность.
4. Низкая квалификация.

Рассмотрим каждую угрозу и способы защиты от них подробнее.

Ошибки в программном обеспечении — самое узкое место любой сети. Источниками ошибок в программном обеспечении являются специалисты — конкретные люди с их индивидуальными особенностями, квалификацией, талантом и опытом. Большинство ошибок не представляет никакой опасности, некоторые же могут привести к трагическим последствиям, таким, как получение злоумышленником контроля над сервером, неработоспособность сервера, несанкционированное использование ресурсов. Такие уязвимости устраняется с помощью пакетов обновлений, регулярно выпускаемых производителем ПО. Своевременная установка таких обновлений является необходимым условием безопасности сети.

Различные DoS- и DDoS-атаки. Denial Of Service (отказ в обслуживании) — особый тип атак, направленный на выведение сети или сервера из работоспособ-

ного состояния. При DoS-атаках могут использоваться ошибки в программном обеспечении или легитимные операции, но в больших масштабах (например, посылка огромного количества электронной почты). Новый тип атак DDoS (Distributed Denial Of Service) отличается от предыдущего наличием огромного количества компьютеров, расположенных в большой географической зоне. Такие атаки просто перегружают канал трафиком и мешают прохождению, а зачастую и полностью блокируют передачу по нему полезной информации. Защита от DoS — атак должна опираться на **межсетевой экран**. При этом важна правильная настройка работы всех компонентов, которая возможна лишь с участием квалифицированного специалиста области информационной безопасности. Проведение мониторинга и анализа трафика позволит своевременно обнаружить угрозы, принять необходимые меры. Более надёжная защита от DDoS — атак достигается **с помощью выделенного сервера**. Безопасное дисковое пространство надёжно хранит данные, которые находятся под контролем экспертов дата-центра. При этом предоставляется круглосуточный доступ к сети.

Существует система очистки трафика как качественная защита DDoS-атак, которая построена на выявлении поддельных пакетов и их блокировке. Легитимные пользователи при этом не ограничиваются в доступе к ресурсам. Система анализирует нормальный входящий и исходящий трафик, строит графики и запоминает адекватную работу. При DDoS-атаке сразу можно заметить аномальные отклонения в построенных кривых. При первых симптомах атаки рекомендуется обратиться к профессиональным сервисам, предоставляющим услугу защиты от таких атак [3].

Компьютерные вирусы, черви, троянские кони. Компьютерный вирус — вид вредоносного программного обеспечения, способный создавать копии самого себя и внедряться в код других программ, с целью нарушения работы программно-аппаратных комплексов.

В связи с активным применением сетевых технологий для передачи данных вирусы все более тесно интегрируются с троянскими компонентами и сетевыми червями. В настоящее время компьютерный вирус использует для своего распространения либо электронную почту, либо уязвимости в ПО. Методов борьбы достаточно много, одним из них является все та же своевременная установка обновлений, установка антивирусного ПО, осуществление контроля задач и сервисов, запускаемых в системе, установка персонального брандмауэр [2].

Анализаторы протоколов и прослушивающие программы («снифферы»). В эту группу входят сред-

ства перехвата передаваемых по сети данных. Обычно данные передаются по сети в открытом виде, что позволяет злоумышленнику внутри локальной сети перехватить их. Некоторые протоколы работы с сетью (POP3, FTP) не используют шифрование паролей, что позволяет злоумышленнику перехватить их и использовать самому. При передаче данных по глобальным сетям эта проблема встает наиболее остро. По возможности следует ограничить доступ к сети неавторизованным пользователям и случайным людям [1].

Технические средства съема информации. Сюда можно отнести такие средства, как клавиатурные жучки, различные мини-камеры, звукозаписывающие устройства и т.д. Данная группа используется в повседневной жизни намного реже вышеперечисленных, так как, кроме наличия спецтехники, требует доступа к сети и ее составляющим.

Уволенные и недовольные сотрудники. Данная группа людей наиболее опасна, так как многие из работающих сотрудников могут иметь разрешенный доступ к конфиденциальной информации. Особенную группу составляют системные администраторы, зачастую недовольные своим материальным положением или несогласные с увольнением, они оставляют «черные ходы» для последующей возможности злонамеренного использования ресурсов, похищения конфиденциальной информации и т.д. Защита от них может осуществляться на физическом уровне и с помощью нормативно-правовых мер [4].

Промышленный шпионаж — форма недобросовестной конкуренции, при которой осуществляется незаконное получение, использование, разглашение ин-

формации, составляющей коммерческую, служебную или иную охраняемую законом тайну с целью получения преимуществ при осуществлении предпринимательской деятельности, а равно получения материальной выгоды. Защититься от него достаточно сложно. В основном защита осуществляется с помощью охранной системы.

Халатность — неисполнение или ненадлежащее исполнение должностным лицом своих обязанностей вследствие недобросовестного или небрежного отношения к работе.

В результате ошибок из-за халатности, злоумышленник может получить доступ в защищенную сеть. Борьба с халатностью ведётся на законодательном уровне. Существует множество нормативно-правовых актов, которые предусматривают меры наказания за подобное нарушение.

Низкая квалификация. Низкая грамотность сотрудников в работе локальных сетей может приводить к ряду ошибок. Такой сотрудник не может определить, какая информация является конфиденциальной, а какую можно разглашать. В крупных компаниях часто можно позвонить пользователю и, представившись администратором, узнать у него учетные данные для входа в сеть. Выход только один — обучение пользователей, создание соответствующих документов и повышение квалификации [4].

Вышеперечисленные угрозы составляют неполный перечень угроз безопасности локальных сетей, и могут дополняться. Однако знание основных угроз и методов борьбы с ними позволит обезопасить локальную вычислительную сеть от нежелательных воздействий, а также принять все необходимые меры по их устранению.

Литература:

1. В. Г. Олифер, Н. А. Олифер. Компьютерные сети. Принципы, технологии, протоколы. — СПб: Питер, 2000.
2. Касперский, Е. Компьютерные вирусы, 2003. — Электронная энциклопедия. — Режим доступа к энциклопедии: www.viruslist.com/viruslistbooks.html.
3. Лужнов, Е. DDoS атаки, методы противодействия // Лаборатория Касперского.
4. Информационно-психологическая безопасность: основные понятия / Г. М. Зараковский., Г. Л. Смолян // Психология и безопасность организаций: Сб. науч. тр. / Под ред. А. В. Брушлинского и В. Е. Лепского. — М., 1997.

Атомные электростанции

Аль-Ани Омар Абед Альнасер, магистрант

Белгородский государственный технологический университет им. В. Г. Шухова

Введение

Энергетика — важнейшая отрасль народного хозяйства, охватывающая энергетические ресурсы, выработку, преобразование, передачу и использование различных видов энергии. Это основа экономики государства.

В настоящее время многие природные легкодоступные ресурсы планеты исчерпываются. Добывать сырье приходится на большой глубине или на морских шельфах. Ограниченные мировые запасы нефти и газа, казалось бы, ставят человечество перед перспективой энергетического кризиса. Однако использование ядерной энергии дает че-

ловечеству возможность избежать этого, так как результаты фундаментальных исследований физики атомного ядра позволяют отвести угрозу энергетического кризиса путем использования энергии, выделяемой при некоторых реакциях атомных ядер.

Атомная электростанция (АЭС) — ядерная установка для производства энергии в заданных режимах и условиях применения, располагающаяся в пределах определённой проектом территории, на которой для осуществления этой цели используются ядерный реактор (реакторы) и комплекс необходимых систем, устройств, оборудования и сооружений с необходимыми работниками (персоналом) [1].

По виду отпускаемой энергии

Атомные станции по виду отпускаемой энергии можно разделить на:

— Атомные электростанции (АЭС), предназначенные для выработки электрической энергии. При этом на многих АЭС есть теплофикационные установки, предназначенные для подогрева сетевой воды, используя тепловые потери станции.

— Атомные теплоэлектроцентрали (АТЭЦ), вырабатывающие как электроэнергию, так и тепловую энергию.

Ядерные реакторы

— При делении тяжелых ядер образуется несколько свободных нейтронов. Это позволяет организовать так называемую цепную реакцию деления, когда нейтроны, распространяясь в среде, содержащей тяжелые элементы, могут вызвать их деление с испусканием новых свободных нейтронов. Если среда такова, что число вновь рождающихся нейтронов увеличивается, то процесс деления лавинообразно нарастает. В случае, когда число нейтронов при последующих делениях уменьшается, цепная ядерная реакция затухает.

— Для получения стационарной цепной ядерной реакции, очевидно, необходимо создать такие условия, чтобы каждое ядро, поглотившее нейтрон, при делении выделяло в среднем один нейтрон, идущий на деление второго тяжелого ядра.

— Ядерным реактором называется устройство, в котором осуществляется и поддерживается управляемая цепная реакция деления некоторых тяжелых ядер.

— Цепная ядерная реакция в реакторе может осуществляться только при определенном количестве делящихся ядер, которые могут делиться при любой энергии нейтронов. Из делящихся материалов важнейшим является изотоп ^{235}U , доля которого в естественном уране составляет всего 0,714 %.

— Хотя ^{238}U и делится нейтронами, энергия которых превышает 1,2 МэВ, однако самоподдерживающаяся цепная реакция на быстрых нейтронах в естественном уране не возможна из-за высокой вероятности неупругого взаимодействия ядер ^{238}U с быстрыми нейтронами. При этом энергия нейтронов становится ниже пороговой энергии деления ядер ^{238}U .

— Использование замедлителя приводит к уменьшению резонансного поглощения в ^{238}U , так как нейтрон

может пройти область резонансных энергий в результате столкновения с ядрами замедлителя и поглотиться ядрами ^{235}U , ^{239}Pu , ^{233}U , сечение деления которых существенно увеличивается с уменьшением энергии нейтронов. В качестве замедлителей используют материалы с малым массовым числом и небольшим сечением поглощения (вода, графит, бериллий и др.) [3].

— Для характеристики цепной реакции деления используется величина, называемая коэффициентом размножения K . Это отношение числа нейтронов определенного поколения к числу нейтронов предыдущего поколения. Для стационарной цепной реакции деления $K=1$. Размножающаяся система (реактор), в которой $K=1$, называется критической. Если $K>1$, число нейтронов в системе увеличивается, и она в этом случае называется надкритической. При $K<1$ происходит уменьшение числа нейтронов и система называется подкритической. В стационарном состоянии реактора число вновь образующихся нейтронов равно числу нейтронов, покидающих реактор (нейтроны утечки) и поглощающихся в его пределах. В критическом реакторе присутствуют нейтроны всех энергий. Они образуют так называемый энергетический спектр нейтронов, который характеризует число нейтронов различных энергий в единице объема в любой точке реактора. Средняя энергия спектра нейтронов определяется долей замедлителя, делящихся ядер (ядра горючего) и других материалов, которые входят в состав активной зоны реактора. Если большая часть делений происходит при поглощении тепловых нейтронов, то такой реактор называется реактором на тепловых нейтронах. Энергия нейтронов в такой системе не превышает 0,2 эВ. Если большая часть делений в реакторе происходит при поглощении быстрых нейтронов, такой реактор называется реактором на быстрых нейтронах.

— В активной зоне реактора на тепловых нейтронах наряду с ядерным топливом находится значительная масса замедлителя-вещества, отличающегося большим сечением рассеяния и малым сечением поглощения.

— Активная зона реактора практически всегда, за исключением специальных реакторов, окружена отражателем, возвращающим часть нейтронов в активную зону за счет многократного рассеяния. В реакторах на быстрых нейтронах активная зона окружена зонами воспроизводства. В них происходит накопление делящихся изотопов. Кроме того, зоны воспроизводства выполняют и функции отражателя. В ядерном реакторе происходит накопления продуктов деления, которые называются шлаками. Наличие шлаков приводит к дополнительным потерям свободных нейтронов.

— Ядерные реакторы в зависимости от взаимного размещения горючего и замедлителя подразделяются на гомогенные и гетерогенные. В гомогенном реакторе активная зона представляет собой однородную массу топлива, замедлителя и теплоносителя в виде раствора, смеси или расплава. Гетерогенным называется реактор, в котором топливо в виде блоков или тепловыделяющих

сборки размещено в замедлителе, образуя в нем правильную геометрическую решетку [3].

Принцип действия

На рисунке 1 показана схема работы атомной электростанции с двухконтурным водо-водяным энергетическим реактором. Энергия, выделяемая в активной зоне реактора, передаётся теплоносителю первого контура. Далее теплоноситель поступает в теплообменник (парогенератор), где нагревает до кипения воду второго контура. Полученный при этом пар поступает в турбины, вращающие электрогенераторы. На выходе из турбин пар поступает в конденсатор, где охлаждается большим количеством воды, поступающим из водохранилища [2].

Компенсатор давления представляет собой довольно сложную и громоздкую конструкцию, которая служит для выравнивания колебаний давления в контуре во время работы реактора, возникающих за счёт теплового расширения теплоносителя. Давление в 1-м контуре может достигать до 160 атмосфер (ВВЭР-1000).

Помимо воды, в различных реакторах в качестве теплоносителя могут применяться также расплавы металлов: натрий, свинец, эвтектический сплав свинца с висмутом и др. Использование жидкометаллических теплоносителей позволяет упростить конструкцию оболочки активной зоны реактора (в отличие от водяного контура, давление в жидкометаллическом контуре не превышает атмосферное), избавиться от компенсатора давления.

Общее количество контуров может меняться для различных реакторов, схема на рисунке приведена для реакторов типа ВВЭР (Водо-Водяной Энергетический Реактор). Реакторы типа РБМК (Реактор Большой Мощности Канального типа) использует один водяной контур, реакторы на быстрых нейтронах — два натриевых и один водяной контуры, перспективные проекты реакторных

установок СВБР-100 и БРЕСТ предполагают двухконтурную схему, с тяжелым теплоносителем в первом контуре и водой во втором.

В случае невозможности использования большого количества воды для конденсации пара, вместо использования водохранилища вода может охлаждаться в специальных охладительных башнях (градирнях), которые благодаря своим размерам обычно являются самой заметной частью атомной электростанции [2][3].

Достоинства и недостатки

Главное преимущество — практическая независимость от источников топлива из-за небольшого объёма используемого топлива, например 54 тепловыделяющих сборки общей массой 41 тонна на один энергоблок с реактором ВВЭР-1000 в 1–1,5 года (для сравнения, одна только Троицкая ГРЭС мощностью 2000 МВт сжигает за сутки два железнодорожных состава угля). Расходы на перевозку ядерного топлива, в отличие от традиционного, ничтожны. В России это особенно важно в европейской части, так как доставка угля из Сибири слишком дорога.

Огромным преимуществом АЭС является её относительная экологическая чистота. На ТЭС суммарные годовые выбросы вредных веществ, в которые входят сернистый газ, оксиды азота, оксиды углерода, углеводороды, альдегиды и золовая пыль, на 1000 МВт установленной мощности составляют от примерно 13000 тонн в год на газовых и до 165000 тонн на пылеугольных ТЭС. Подобные выбросы на АЭС полностью отсутствуют. ТЭС мощностью 1000 МВт потребляет 8 миллионов тонн кислорода в год для окисления топлива, АЭС же не потребляют кислорода вообще [4]. Кроме того, большой удельный (на единицу произведенной электроэнергии) выброс радиоактивных веществ даёт угольная станция. В угле

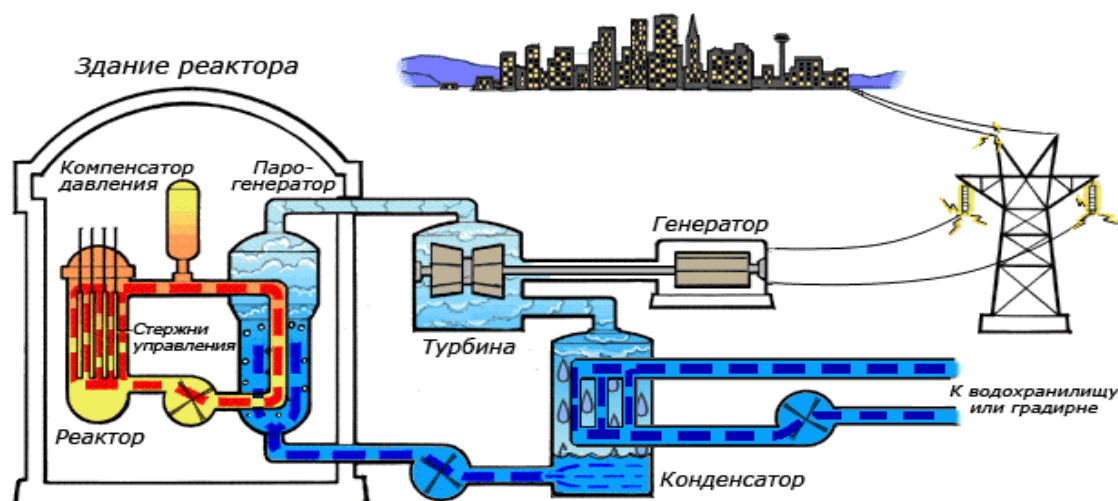


Рис. 1. Схема работы атомной электростанции на двухконтурном водо-водяном энергетическом реакторе (ВВЭР)

всегда содержатся природные радиоактивные вещества, при сжигании угля они практически полностью попадают во внешнюю среду. При этом удельная активность выбросов ТЭС в несколько раз выше, чем для АЭС [5]. Единственный фактор, в котором АЭС уступают в экологическом плане традиционным КЭС — тепловое загрязнение, вызванное большими расходами технической воды для охлаждения конденсаторов турбин, которое у АЭС несколько выше из-за более низкого КПД (не более 35%), однако этот фактор важен для водных экосистем, а современные АЭС в основном имеют собственные искусственно созданные водохранилища-охладители или вовсе охлаждаются градирнями. Также некоторые АЭС отводят часть тепла на нужды отопления и горячего водоснабжения городов, что снижает непродуктивные тепловые потери, существуют действующие и перспективные проекты по использованию «лишнего» тепла в энергобиологических комплексах (рыбоводство, выращивание устриц, обогрев теплиц и пр.). Кроме того, в перспективе возможно осуществление проектов комбинирования АЭС с ГТУ, в том числе в качестве «надстроек» на существующих АЭС, которые могут позволить добиться аналогичного с тепловыми станциями КПД [6].

Затраты на строительство АЭС по оценкам, составленным на основе реализованных в 2000-х годах проектов, ориентировочно равны 2300 \$ за кВт электрической мощности, эта цифра может снижаться при массовости строительства (для ТЭС на угле 1200 \$, на газе — 950 \$) [15]. Прогнозы на стоимость проектов, осуществляемых в настоящее время, сходятся на цифре 2000 \$ за кВт (на 35% выше, чем для угольных, на 45% — газовых ТЭС).

Главный недостаток АЭС — тяжелые последствия аварий, для исключения которых АЭС оборудуются сложнейшими системами безопасности с многократными запа-

сами и резервированием, обеспечивающими исключение расплавления активной зоны даже в случае максимальной проектной аварии (местный полный поперечный разрыв трубопровода циркуляционного контура реактора) [4].

Серьёзной проблемой для АЭС является их ликвидация после выработки ресурса, по оценкам она может составить до 20% от стоимости их строительства.

По ряду технических причин для АЭС крайне нежелательна работа в манёвренных режимах, то есть покрытие переменной части графика электрической нагрузки [4].

Заключение

Энергетическая проблема — одна из важнейших проблем, которые сегодня приходится решать человечеству. Уже стали привычными такие достижения науки и техники, как средства мгновенной связи, быстрый транспорт, освоение космического пространства. Но все это требует огромных затрат энергии. Резкий рост производства и потребления энергии выдвинул новую острую проблему загрязнения окружающей среды, которое представляет серьёзную опасность для человечества.

Мировые энергетические потребности в ближайшее десятилетие будут интенсивно возрастать. Какой-либо один источник энергии не сможет их обеспечить, поэтому необходимо развивать все источники энергии и эффективно использовать энергетические ресурсы.

На ближайшем этапе развития энергетики (первые десятилетия XXI в.) наиболее перспективными останутся угольная энергетика и ядерная энергетика с реакторами на тепловых и быстрых нейтронах. Однако можно надеяться, что человечество не остановится на пути прогресса, связанного с потреблением энергии во всевозрастающих количествах.

Литература:

1. Кесслер «Ядерная энергетика» Москва: Энергоиздат, 1986 г.
2. Х. Маргулова «Атомная энергетика сегодня и завтра» Москва: Высшая школа, 1989 г.
3. Дж. Коллиер, Дж. Хьюитт «Введение в ядерную энергетику» Москва: Энергоатомиздат, 1989 г.
4. под ред. проф. А.Д. Трухня Основы современной энергетики/под общ. ред. чл.-корр. РАН Е. В. Аметистова. — М.: Издательский дом МЭИ, 2008. — Т. 1. — с. 174–175. — 472 с.
5. П. Шомполов. Выбросы АЭС на практике в сотни раз меньше допустимых. energyland.ru (14 августа 2009). Проверено 9 сентября 2010. Архивировано из первоисточника 23 августа 2011.
6. В.И. Басов, М.С. Доронин, П.Л. Ипатов, В.В. Каштанов, Е.А. Ларин, В.В. Северинов, В.А. Хрусталёв, Ю.В. Чеботаревский. Региональная эффективность проектов АЭС/Под общ. ред. П.Л. Ипатова. — М.: Энергоатомиздат, 2005. — с. 195–196. — 228 с.

Создание технологий водородной энергетики

Аль-Бермани Али Гашним, магистрант

Белгородский государственный технологический университет имени В. Г. Шухова

Введение

Понятие — «водородная энергетика» сформировалось в середине 70-х г. XX столетия. Водородную энергетику можно определить, как научно техническое направление, охватывающее проблемы получения, хранения, транспортировки и использования водорода. По мере развития этого направления становились все более очевидными экологические и энергоресурс сберегающие преимущества водородных технологий в различных областях экономики. Успехи в развитии ряда водородных технологий (в первую очередь, таких как топливные элементы и системы хранения и получения водорода) продемонстрировали, что использование водорода приводит к качественно новым показателям в работе установок и систем, а выполненные технико-экономические исследования показали, что хотя водород является вторичным энергоносителем, его применение во многих случаях экономически оправдано и эффективно.

Работы в области водородной энергетики в большинстве промышленно развитых стран относятся к приоритетным направлениям развития науки и техники и находят все большую финансовую поддержку как со стороны государства, так и со стороны частного капитала.

В этом плане Россия отличается от зарубежных промышленно развитых стран в худшую сторону. Если финансовая поддержка, инвестиции в развитие водородной энергетики со стороны государства ощущается, то активности в этом вопросе со стороны частного бизнеса незаметно. Широко разрекламированная в 2004 году «Норильским никелем» Комплексная программа «Водородная энергетика и топливные элементы», к сожалению, не дала сколько-нибудь значительного импульса к развитию водородной энергетики в России и в 2008 году была свернута.

Следует отметить, что технологии водородной энергетики в большинстве стран Евросоюза, в США, Японии, а также в России, включены в перечень критических технологий, от уровня которых зависит безопасность страны [1].

Результаты разработок последних лет, обостряющиеся энергетические и экологические проблемы определяют основные направления развития нового рынка водородных технологий и использования водорода в качестве экологически чистого энергоносителя в ближайшей перспективе и общие для всех стран направления НИОКР.

В настоящее время уже сформировался и нашел широкое распространение термин «водородная экономика». Под этим понимается экономика, построенная путем полной замены углеводородного топлива, получаемого из невозобновляемых ископаемых источников энергии, водородным топливом, позволяющим уменьшить выброс парниковых газов в окружающую среду.

Наблюдаемое в мире в последние десятилетия резкое увеличение интереса к водороду как к горючему и энергоносителю определяется следующими его основными особенностями:

- во-первых, запасы водорода практически не ограничены;
- во-вторых, водород — универсальный вид энергоресурса, он может использоваться в качестве горючего для производства электричества в рабочих циклах различного типа и в качестве энергоносителя для транспортировки в газообразном, жидком и связанном состояниях;
- в-третьих, при помощи водорода возможна аккумуляция энергии;
- в-четвертых, среди прочих видов органического топлива водород отличается наибольшей теплотворной способностью на единицу массы и наименьшим отрицательным воздействием на окружающую среду [2].

Показатель		Единицы измерения	Значение
Температура точки кипения		К	20,39
Плотность твердого водорода в тройной точке		кг/м ³	86,7
Плотность жидкого водорода в тройной точке		кг/м ³	77,0
Плотность газообразного водорода при нормальных условиях (давление 0,101325 МПа, температура 273,15 К)		кг/м ³	0,0893
Удельная теплота сгорания на единицу массы	высшая	МДж/кг	142
	низшая	МДж/кг	120
Удельная теплота сгорания на единицу объема	высшая	МДж/м ³	12,8
	низшая	МДж/м ³	10,8

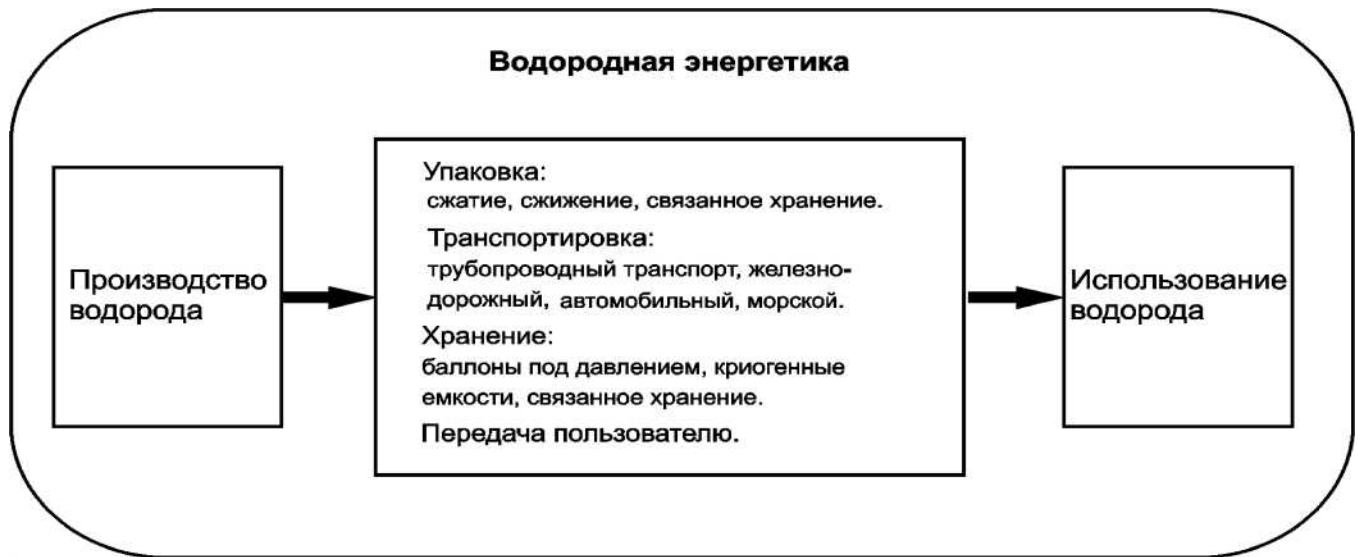


Рис. 1. Жизненный цикл водорода

Свойства водорода как горючего и энергоносителя

Водород имеется повсюду в мире, правда, в природе он не встречается в чистом виде. Его необходимо извлекать или из углеводорода, или из воды. Вместе с тем, запасы водорода, связанного в органическом веществе и в воде, практически неисчерпаемы. Энергосодержание 1 г водорода эквивалентно энергосодержанию около 3 г бензина. При использовании водорода в топливных элементах вследствие высокого КПД топливного элемента (в 1,5–3 раза больше, чем у двигателя внутреннего сгорания) эффективность водорода как топлива оказывается еще выше (примерно в 4–10 раз).

Использование водорода с целью получения электроэнергии

Наряду с технологией получения и хранения водорода другой важнейшей технологией водородной энергетики является технология топливных элементов и батарей топливных элементов.

Топливные элементы относятся к химическим источникам тока.

Топливный элемент — электрохимическое устройство, подобное гальваническому элементу, но отличающееся от него тем, что вещества для электрохимической реакции подаются в него извне — в отличие от ограниченного количества энергии, запасенного в гальваническом элементе или аккумуляторе. Топливные элементы осуществляют превращение химической энергии топлива в электричество, минуя малоэффективные, идущие с большими потерями, процессы горения. Топливный элемент в результате высокоэффективного «холодного горения» топлива непосредственно вырабатывает электроэнергию.

Хотя открытие топливного элемента англичанином У. Гровом произошло сравнительно давно, в 1838 г.,

Вместе с тем, при переходе на водородное топливо неизбежно появление новых технических проблем, поскольку водород представляет собой искусственный энергоноситель, который должен быть получен из существующих в природе веществ. В водородной экономике водород, подобно любому другому коммерческому продукту, проходит несколько стадий между получением и использованием. После получения он должен быть упакован путем сжатия или сжижения, транспортирован наземными или морскими транспортными средствами и сохранен в системах хранения до передачи потребителю. Жизненный цикл водорода заканчивается после его полного использования потребителем [3].

их интенсивное развитие началось всего несколько десятилетий тому назад, особенно после создания твердополимерного электролита.

Топливные элементы являются ключевым звеном в энергоустановках, работающих на водородном топливе [4].

Принцип действия топливных элементов различных типов

Почему ЭУ с ТЭ?

Актуальность широкого внедрения ЭУ с ТЭ в экономику связана, прежде всего, с истощением запасов топлива и ухудшением экологической ситуации.

В этом смысле энергетические установки на топливных элементах вне конкуренции. Их коэффициент полезного действия по электричеству может достигать 70% (комбинированные высокотемпературные ЭУ), а количество вредных выбросов на несколько порядков ниже, чем у энергоустановок машинного типа. Именно это явилось причиной и движущей силой интенсивного развития в последние годы водородной энергетики во всем мире.

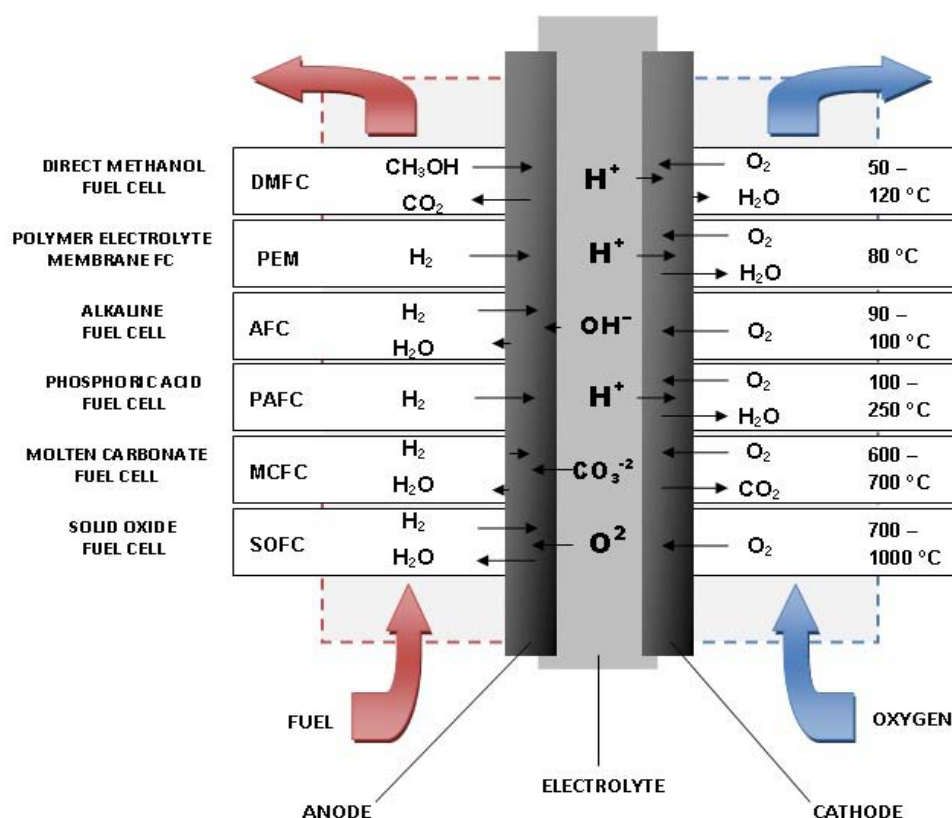


Рис. 2

Итак, основными преимуществами ЭУ с ТЭ по экономическим и потребительским качествам являются:

- значительно меньшие выбросы вредных веществ в окружающую среду;
- значительно меньшие показатели уровня шума и вибрации;
- эффективное использование топлива и высокий КПД;
- низкие затраты на эксплуатацию (не требуются замена масла, присутствие оператора);
- плавные вольтамперные характеристики, высокая маневренность и эффективность во всем диапазоне нагрузок [5].

Заключение

За последнее десятилетие в области водородной энергетики и технологии произошли качественные изменения. Если ранее основное внимание уделялось научным, технологическим и энергетическим аспектам, то в настоящее

время на первый план выходят экологические, экономические и политические составляющие проблемы создания межотраслевой инфраструктуры, обеспечивающей широкомасштабное использование водорода.

Зародившаяся на фоне мирового нефтяного кризиса 1970-х годов концепция водородных энергосистем к настоящему времени переросла в динамично развивающееся научно-техническое направление, поддержка которого возведена в ранг приоритетов политики международных сообществ, национальных правительств, руководства коммерческих компаний и общественных организаций.

В то же время следует отметить, что в большинстве работ по конкретным направлениям водородной энергетики, технологии и экономики ощущается недостаток системного подхода, выявления взаимосвязи между этими направлениями и, как следствие, отсутствуют сбалансированные рекомендации стратегического порядка. Одним из немногих исключений являются экономические исследования по учету фактора загрязнения окружающей среды.

Литература:

1. Б. Н. Кузык, Ю. В. Яковец «Россия: стратегия перехода к водородной энергетике»
2. <http://protown.ru/information/doc/4295.html>
3. Полякова, Т. В., с. н. с. Центр глобальных проблем ИМИ
4. http://elibrary.ru/query_results.asp
5. О. В. Ковалева, В. В. Ковалев, Г. Г. Дука, М. В. Иванов. Problemele Energeticii Regionale 1 (15) 2011

Способ построения многомерных систем управления с компенсацией взаимного влияния контуров регулирования

Антипин Андрей Федорович, кандидат технических наук, доцент
Стерлитамакский филиал Башкирского государственного университета

В статье описывается способ построения многомерных систем управления на основе интервально-логических регуляторов с компенсацией взаимного влияния контуров регулирования.

Ключевые слова: многомерная система управления, интервально-логический регулятор, компенсация взаимного влияния контуров регулирования.

Известно [1, с. 100], что к многомерным системам управления относятся системы, у которых имеется несколько взаимосвязанных управляемых и управляющих физических величин, например, системы автоматического регулирования (САР) напряжения или частоты синхронного генератора, САР частоты вращения двигателей переменного тока и т. д.

Многомерная система управления (СУ) предполагает наличие многомерного объекта управления (МОУ), который характеризуется входными управляющими переменными и возмущающими воздействиями, выходными (регулируемыми) и промежуточными (внутренними) переменными, что являются, по существу, векторными величинами, зависящими от времени.

На рис. 1 приведена сокращённая структурная схема многомерной СУ, где векторы u , f и y образуют соответствующие пространства управляющих, возмущающих и регулируемых величин; вектор заданий g в каждый момент времени t образует пространство заданных величин; МР — многомерный регулятор [2, с. 75].

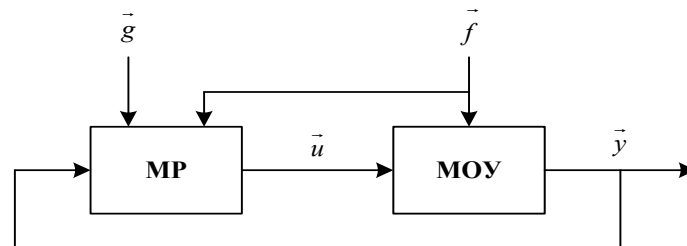


Рис. 1. Схема многомерной системы управления

Основной проблемой систем, относящихся к классу многомерных, является значительное взаимное влияние их параметров при поддержании значений регулируемых величин в требуемом числовом диапазоне. Кроме того, многомерные системы характеризуются рядом особенностей, к которым можно отнести высокую сложность при большом числе каналов, высокий порядок соответствующих дифференциальных уравнений, трудности при определении структуры регуляторов и обеспечении требуемых динамических свойств и т. д. Очевидно, что при разработке многомерных регуляторов основной проблемой является развязка каналов. В связи с этим при их синтезе необходимо учитывать перекрёстные связи. Задачей синтеза многомерной системы управления, в первую очередь, является исключение взаимного влияния каналов за счет введения дополнительных связей, то есть важно настроить каждый контур регулирования с учётом влияния смежных контуров.

В многомерном нечётком интервально-логическом регуляторе (МИЛР), разработанном автором, каждому терму T непрерывной физической величины x на заданном отрезке универсальной числовой оси отводится отдельный участок, который не перекрывается соседними термами. Данное обстоятельство позволяет каждое чёткое значение непрерывной физической величины представить одним и только одним термом, что наиболее адекватно идентифицирует эту величину в виде совокупности аргументов двузначной логики.

На рис. 2 представлены варианты интерпретации непрерывной физической величины x совокупностью термов T , где для каждого терма однозначно определён покрываемый им отрезок числовой оси. Так, на рис. 2, б) терм $T_2^{(x)}$ покрывает на оси отрезок $x_1 < x \leq x_2$.

При прямом характере определения принадлежности термов непрерывной величины x (рис 2, а, в) терм-множество $T^{(x)}$ аналитически можно представить в виде

$$T^{(x)} = \{T_1^{(x)}(x_0 \leq x < x_1), T_2^{(x)}(x_1 \leq x < x_2), \dots, T_n^{(x)}(x_{n-1} \leq x \leq x_n)\},$$

а его рекуррентную форму в виде

$$T^{(x)} = \sum_{i=1}^n T_i^{(x)}(x, x_{i-1}, x_i),$$

где знак суммы обозначает совокупность термов непрерывной физической величины x .

При обратном характере определения принадлежности термов непрерывной величины x (рис 2, б, г) терм-множество $T^{(x)}$ аналитически можно представить в виде

$$T^{(x)} = \{T_1^{(x)}(x_0 \leq x \leq x_1), T_2^{(x)}(x_1 < x \leq x_2), \dots, T_n^{(x)}(x_{n-1} < x \leq x_n)\},$$

а его рекуррентная форма останется неизменной.

Значения x_0 и x_n определяют диапазон распределения термов T непрерывной величины x на числовой оси.

Так как термы $T_1^{(x)} - T_n^{(x)}$ представляют собой однозначно определённые множества, их функции принадлежности $\mu(x)$ будут иметь прямоугольную форму. Значение функций принадлежности будет равно единице для всех термов T непрерывной величины x . Это обстоятельство указывает на то, что термы T являются по своей природе булевыми переменными, которые принимают значение равное логической единице на тех участках числовой оси непрерывной физической величины x , где функция принадлежности термов равна 1, и, наоборот, логическому нулю, где функция принадлежности термов равна 0.

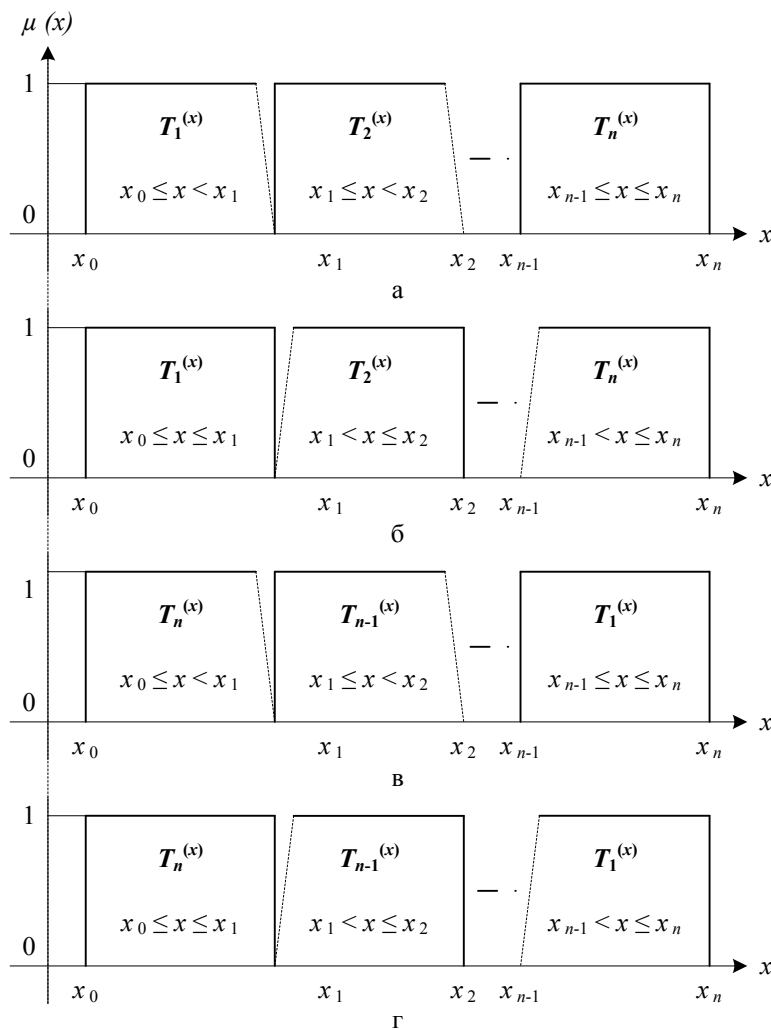


Рис. 2. Способ интерпретации непрерывной физической величины x в виде совокупности термов T с прямым (а, б) и обратным (в, г) порядком распределения термов, и с прямым (а, в) и обратным (б, г) характером определения принадлежности термов

Концепция построения СУ на основе МИЛР состоит из следующих положений:

- 1) текущее и заданное значения непрерывных величин сравниваются единожды — в условной части системы интервализаторов (фаззификаторов) в процессе их интерпретации эквивалентными совокупностями термов;
- 2) для повышения быстродействия процедуры интервализации (фаззификации) непрерывных величин её необходимо прервать после определения терма, значение которого равно логической единице;
- 3) в любой момент t существует один и только один терм в совокупности термов T , определяющих непрерывную величину, значение которого равно логической единице. Значения остальных термов T в указанной совокупности в момент t равны логическому нулю. Это положение следует из факта, что любая непрерывная величина в каждый момент времени t может иметь одно и только одно чёткое значение;
- 4) в любой момент t система продукционных правил, относящаяся к конкретной регулируемой непрерывной величине, содержит одно и только одно правило, антецедент которого равен логической единице. В связи с этим, в каждом цикле сканирования достаточно определить только «истинное» правило, а не обрабатывать систему правил целиком, что может быть достигнуто в результате введения соответствующего механизма [3, с. 33].

Отличительной особенностью МИЛР от других нечетких регуляторов является деление системы продукционных правил (СПП) на регулируемую и компенсационную составляющие (РСПП и КСПП соответственно).

Компенсационная СПП позволяет решить главную проблему синтеза многомерных регуляторов, и служит для исключения в установившемся режиме взаимного влияния контуров регулирования друг на друга.

На рис. 3 представлена упрощённая схема СУ на базе МИЛР с компенсацией влияния на отдельно взятый контур всех остальных контуров регулирования, где $Z(t), Z(t), U(t)$ — векторы задающих, регулируемых и регулирующих параметров соответственно, а T_{3Z} и U_T — векторы их термов; X_B и Y_B — дискретные входные и выходные сигналы МОУ соответственно; БЛВ — блок логического вывода.

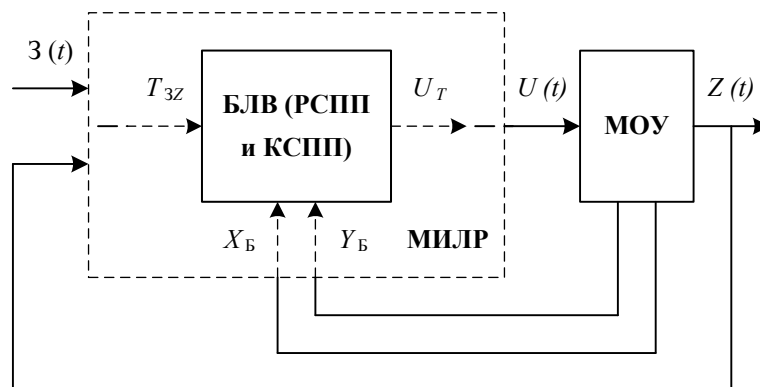


Рис. 3. Схема СУ на базе МИЛР с компенсацией взаимного влияния контуров

Источником информации при разработке СПП МИЛР являются экспериментально снятые зависимости задающего и регулируемого параметров в автономном и многосвязном режимах работы. В связи с тем, что в условной части продукционных правил имеется возможность использовать термы, как входных, так и выходных параметров, информацию для разработки КСПП предлагается получать из двух и более экспериментов при работе МИЛР с реальным МОУ. В ходе первого эксперимента снимаются зависимости управляющих воздействий от задающих параметров в автономном режиме работы контуров регулирования МИЛР, что достигается в результате отключения всех контуров, кроме того, на котором в данный момент времени t снимается указанная зависимость. В ходе второго и, при необходимости, последующих экспериментов для каждого контура регулирования при одинаковых значениях задающего параметра снимаются те же зависимости, но при работе остальных контуров регулирования МИЛР в штатном режиме.

На рис. 4 приведены графики зависимости управляющего воздействия U_i от задающего параметра Z_i i -го канала МИЛР: U_{ai} — в автономном (сепаратном) режиме, U_{mi} — в режиме взаимного влияния контуров. Кривая U_{mi} приведена для i -го контура регулирования МИЛР. Аналогичные зависимости требуется получить для остальных контуров регулирования МИЛР. На рис. 4 заштрихованная площадь характеризует степень влияния на i -ый контур остальных $(n-i)$ контуров регулирования МИЛР. Эта характеристика в более лаконичной и удобной форме представлена на рис. 5 в виде разностной функции

$$U_{pi} = U_{mi} - U_{ai}.$$

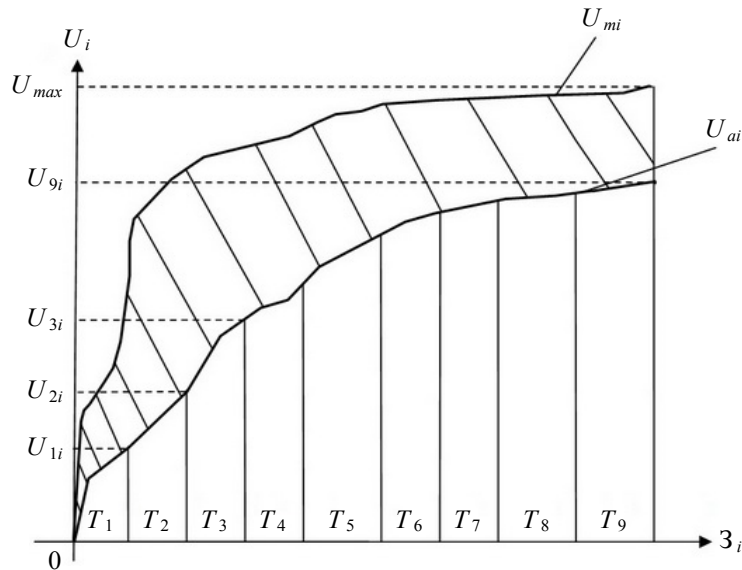


Рис. 4. Графики зависимости U_i от задающего параметра Z_i i -го канала МИЛР

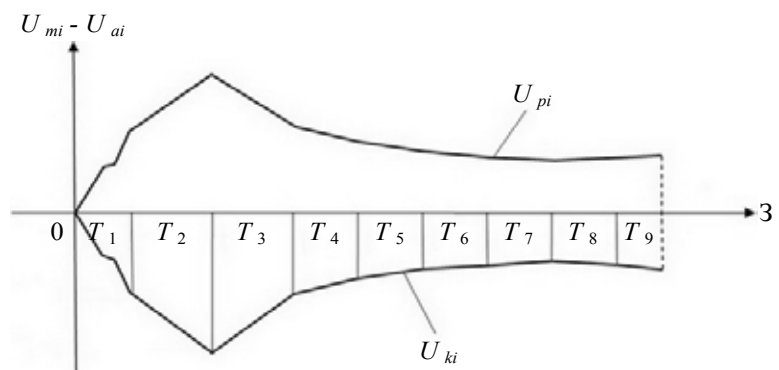


Рис. 5. Графики разностной функции U_{pi} и функции компенсации U_{ki} влияния $(n-i)$ контуров на i -ый контур регулирования МИЛР

Смысл компенсации взаимного влияния контуров регулирования МИЛР заключается в выработке при помощи специальной системы правил функции, характеризующей степень влияния на i -ый контур остальных контуров регулирования МИЛР. Функция U_{ki} является зеркальным отображением экспериментально полученной функции U_{pi} относительно оси абсцисс Z_i . При точном отображении функция U_{ki} компенсирует влияние $(n-i)$ контуров на i -ый контур регулирования МИЛР [4, с. 32].

Для интерпретации U_{ki} в виде совокупности аргументов двузначной логики используются термы T_1, \dots, T_9 , которые вырабатываются из условий:

$$\left\{ \begin{array}{l} Z_i = T_1, \text{ при } Z_{0i} \leq Z_i < Z_{1i} \\ \dots \\ Z_i = T_9, \text{ при } Z_{8i} \leq Z_i \leq Z_{9i} \end{array} \right. \quad \text{или} \quad \left\{ \begin{array}{l} Z_i = T_1, \text{ при } Z_{0i} \leq Z_i \leq Z_{1i} \\ \dots \\ Z_i = T_9, \text{ при } Z_{8i} < Z_i \leq Z_{9i} \end{array} \right.$$

в зависимости от характера (прямой или обратный) определения принадлежности термов.

СПП, реализующая компенсирующую функцию U_{ki} для i -го контура регулирования МИЛР с помощью термов T_1, \dots, T_9 , имеет следующий вид:

$$\left\{ \begin{array}{l} \text{Если } Z_i = T_1, \text{ то } U_{ki} = U_{1ki} \\ \dots \\ \text{Если } Z_i = T_9, \text{ то } U_{ki} = U_{9ki} \end{array} \right.$$

В общем случае количество термов T для представления функции U_{ki} определяется точностью регулирования и решающей способностью программируемого контроллера, ресурсы которого задействованы при разработке МИЛР.

Воспроизведение компенсирующих функций для остальных контуров регулирования производится аналогично.

Предложенный способ позволяет повысить характеристики регулирования, а также расширить область применения МИЛР.

Литература:

1. Артамонов, Д. В., Семенов А. Д. Основы теории линейных систем автоматического управления: Учебное пособие. — Пенза: Изд-во Пенз. гос. ун-та, 2003. — 135 с.
2. Антипин, А. Ф. Сравнительный анализ быстродействия дискретно-логического регулятора // Программные продукты и системы. 2010. № 1. с. 75–77.
3. Антипин, А. Ф. Особенности программной реализации многомерных логических регуляторов с переменными в виде совокупности аргументов двужначной логики // Автоматизация и современные технологии. 2014. № 2. с. 30–36.
4. Антипин, А. Ф. Об одном способе анализа структуры многомерного четкого логического регулятора // Прикладная информатика. 2012. № 5. с. 30–36.

Исследование процессов деградации свойств наноструктурированных пленок на основе $\text{SiO}_2\text{-SnO}_2\text{-In}_2\text{O}_3$

Брагина Лариса Михайловна, магистрант
Пензенский государственный университет

В настоящее время интенсивно изучаются газочувствительные процессы в тонких оксидных пленках и оксидных нановолокнах, имеющих вариации внутренних или внешних параметров, для разработки на их основе мультисенсорных систем распознавания газов [1–6]. Например, в работе [7] исследовано влияние однородных (7 нм) и неоднородных (до 24 нм) по толщине покрытий SiO_2 на газораспознавательную способность сенсоров. Установлено, что нанесение мембраны SiO_2 однородной толщины оказывает влияние не только на газочувствительный отклик пленок SnO_2 , но и на изменение их свойств с течением времени. Кроме того, показано, что обработка равномерным ионным пучком Ag^+ поверхности пленки диоксида олова приводит к формированию дополнительных дефектов в приповерхностном слое и, соответственно, увеличению проводящего канала в объеме пленки, что приводит к уменьшению величины газочувствительного отклика и при отсутствии дифференциации свойств — к ухудшению газораспознавательной способности.

Вследствие этого немаловажной задачей становится исследование деградации свойств наноструктурированных пленок на основе двух и трехкомпонентных систем, таких как

$\text{SiO}_2 - \text{SnO} \times - 5\% \text{In}_2\text{O}_3; \blacklozenge - 10\% \text{In}_2\text{O}_3; \blacksquare - 15\% \text{In}_2\text{O}_3; \bullet - 25\% \text{In}_2\text{O}_3$; — расчет по уравнению (1)

На рисунке 1 представлено изменение сопротивления наноструктурированных пленок на основе $\text{SiO}_2\text{-SnO}_2\text{-In}_2\text{O}_3$, полученных золь-гель методом [8–12] в процессе эксплуатации. Анализ приведенных зависимостей $R=f(t)$ показывает, что с течением времени происходит рост сопротивления наноструктурированных пленок, которое зависит от массовой доли оксида индия и может быть описан следующим уравнением:

$$R = R_0 + \frac{A}{\exp \frac{B}{t}} \quad (1)$$

где R_0 — начальное сопротивление пленки после отжига [кОм], A , B — эмпирические коэффициенты, имеющие размерность [кОм] и [мин] соответственно.

Рост сопротивления в процессе эксплуатации, вероятно, связан с самоокислением поверхности пленки. В поликристаллических материалах кислород диффундирует по границам зерен, так как плотность пленок может составлять меньше 90% от плотности монокристалла, а затем в объем кристаллитов по вакансиям. Диффузия кислорода активизирует диффузию точечных дефектов в объеме пленки. С течением времени интенсивность

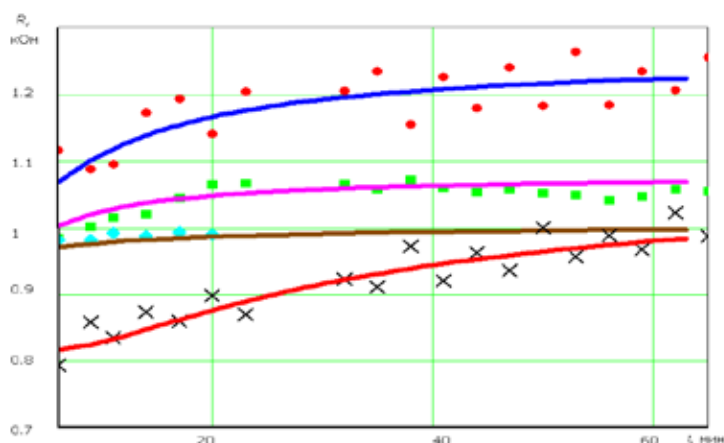


Рис. 1. Относительное изменение сопротивления наноструктурированных плёнок на основе $\text{SiO}_2\text{-SnO}_2\text{-In}_2\text{O}_3$

диффузии атомов кислорода в пленке убывает за счет уменьшения концентрации вакансий в узлах кристаллической решетки, не занятых кислородом. Процесс диффузии кислорода закончится тогда, когда все вакансии в кристаллической решетке заполнены. Это соответствует распределению кислорода по всему объему наноструктурированной пленки [13–17].

Следовательно, процессы самоокисления вызывают увеличение сопротивления как вследствие увеличения интенсивности рассеяния носителей заряда за счет заполнения кислородом вакансий и образования изолирующей фазы на границах зерен пленки, так и уменьшения концентрации носителей заряда из-за их захвата атомами кислорода.

Знание закономерностей процессов самоокисления и деградации свойств наноструктурированных материалов позволяет решить одну из задач современного приборостроения, а именно, управляемого синтеза многокомпонентных систем для приборов нано- и микроэлектроники нового поколения. Следовательно, задачами данного ис-

следования являются управление параметрами наноструктурированных пленок и их стабилизация во времени, как в процессе синтеза пленок за счет выбора технологических режимов получения [18–21], так и посредством внешних воздействий, таких как отжиг, облучение рентгеновскими лучами [22–24].

В широком временном интервале наблюдаются как резкое увеличение сопротивления наноструктурированных пленок на основе $\text{SiO}_2\text{-SnO}_2\text{-In}_2\text{O}_3$, так и его стабилизация (рисунок 2).

Анализ рисунка 2 показывает, что при длительном хранении коэффициент старения приобретает постоянные значения, при этом зависимости для пленок с различной концентрацией In_2O_3 сближаются. Пренебрегая модификациями морфологии и структуры пленки, это изменение проводимости может быть объяснено изменениями концентрации основных носителей заряда либо их подвижности (в данном случае — электронов, связанных с вакансиями кислорода). Очевидно, что эти изменения определяются диффузией, в первую оче-

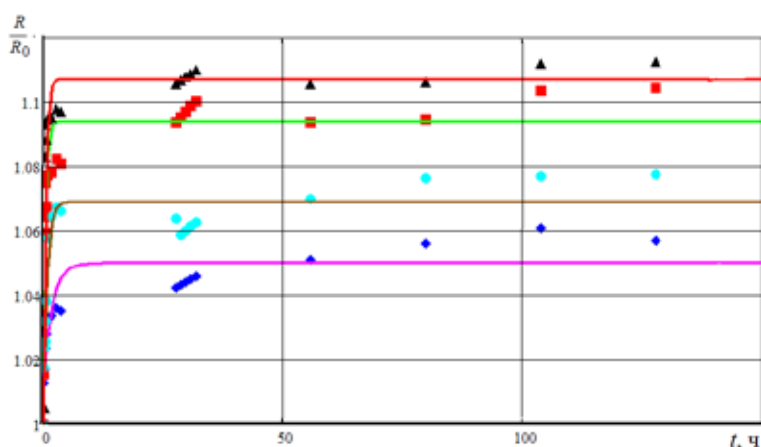


Рис. 2. Относительное изменение сопротивления наноструктурированных плёнок на основе $\text{SiO}_2\text{-SnO}_2\text{-In}_2\text{O}_3$.

◆ — 5% In_2O_3 ; ● — 10% In_2O_3 ; ■ — 15% In_2O_3 ; ▲ — 25% In_2O_3

редь, молекул кислорода вдоль межзеренных границ и пор, имеющихся в пленке, в объем или из объема слоя [25–28].

Следует отметить, что при низких температурах отжига, пленки имеют максимальные значения коэффициента старения сопротивления и его стабилизация наступает при больших периодах эксплуатации. Опти-

мальными режимами получения таких пленок с точки зрения минимальных значений коэффициента старения сопротивления являются: температура отжига более 450°C и время свыше 30 минут [29]. Таким образом, посредством режимов синтеза можно управлять не только свойствами наноструктурированных пленок на основе $\text{SiO}_2\text{-SnO}_2\text{-In}_2\text{O}_3$, но и их временной стабильностью.

Литература:

1. Аверин, И.А., Пронин И.А., Карманов А.А. Исследование газочувствительности сенсоров на основе наноструктурированных композиционных материалов $\text{SiO}_2\text{-SnO}_2$ // Нано- и микросистемная техника. — 2013. — №5. — с. 23–26.
2. Аверин, И.А., Пронин И.А., Якушова Н.Д., Горячева М.В. Особенности вольтамперных характеристик газовых сенсоров резистивного типа в мультисенсорном исполнении // Датчики и системы, 2013. — №12 (175). — с. 12–16.
3. Карманов, А.А. Особенности синтеза материалов для чувствительных элементов мультисенсорных систем золь-гель методом // Труды международного симпозиума Надежность и качество. — 2013. — Т. 2. — с. 115–118.
4. Аверин, И.А., Никулин А.С., Печерская Р.М., Пронин И.А. Чувствительные элементы газовых сенсоров на основе пористых нанопленок // Труды международного симпозиума Надежность и качество. — 2010. — Т. 2. — с. 101–103.
5. Аверин, И.А., Александрова О.А., Мошников В.А., Пронин И.А. Модифицирование селективных и газочувствительных свойств резистивных адсорбционных сенсоров путем целенаправленного легирования // Датчики и системы, 2013. — №3. — с. 13–16;
6. Moshnikov, V.A., Gracheva I. E., Anchkov M. G., Pshchelko N. S., Levine K. L. Investigating properties of gas-sensitive nanocomposites obtained via hierarchical self-assembly // Smart Nanoobjects, 2013. — V. 2. — №2. — P. 165–179.
7. Geistlinger, H. Election theory of thin-film gas sensors // Sensors & Actuators B. — 1993. — V. 17. P. 47–60.
8. Аверин, И.А., Карманов А.А., Мошников В.А., Печерская Р.М., Пронин И.А. Особенности синтеза и исследования нанокompозитных пленок, полученных методом золь-гель технологии // Известия высших учебных заведений. Поволжский регион. Физико-математические науки. — 2012. — №2. — с. 155–162.
9. Аверин, И.А., Игошина С.Е., Карманов А.А., Пронин И.А. Моделирование образования золь-гель нанокompозитных пленок // Труды международного симпозиума Надежность и качество. — 2013. — Т. 2. — с. 201–205.
10. Аверин, И.А., Пронин И.А. Особенности фазового состояния неравновесных термодинамических систем полимер-растворитель // Известия высших учебных заведений. Поволжский регион. Физико-математические науки. — 2012. — №2. — с. 163–169.
11. Пронин, И.А., Аверин И.А., Димитров Д.Ц., Карманов А.А. Особенности структурообразования и модели синтеза нанокompозитных материалов состава $\text{SiO}_2\text{-MexO}_y$, полученных с помощью золь-гель технологии // Нано- и микросистемная техника. — 2014. — №8. — с. 3–7.
12. Аверин, И.А., Александрова О.А., Мошников В.А., Печерская Р.М., Пронин И.А. Типы фазового распада растворов полимеров // Нано- и микросистемная техника. — 2012. — №7. — с. 12–14.
13. Аверин, И.А., Пронин И.А., Мошников В.А., Димитров Д.Ц., Якушова Н.Д., Карманов А.А., Кузнецова М.В. Анализ каталитических и адсорбционных свойств d-металлов-модификаторов диоксида олова // Нано- и микросистемная техника. — 2014. — №7. — с. 47–51
14. Аверин, И.А., Карманов А.А., Пронин И.А. Моделирование процессов газочувствительности полупроводниковых сетчатых композитов на основе $\text{SiO}_2\text{-SnO}_2$ // Труды международного симпозиума Надежность и качество. — 2012. — Т. 1. — с. 214–216.
15. Аверин, И.А., Карпова С.С., Мошников В.А., Никулин А.С., Печерская Р.М., Пронин И.А. Управляемый синтез тонких стекловидных пленок // Нано- и микросистемная техника. — 2011. — №1. — с. 23–25.
16. Аверин, И.А., Игошина С.Е., Карманов А.А. Исследование частотных зависимостей емкости наноструктур на основе $\text{SiO}_2\text{-SnO}_2$ // Известия высших учебных заведений. Поволжский регион. Технические науки. — 2013. — №3 (27). — с. 168–175.
17. Аверин, И.А., Печерская Р.М. Контролируемое изменение эксплуатационных характеристик чувствительных элементов и их временной стабильности // Нано- и микросистемная техника. — 2007. — №1. — с. 20–23.
18. Аверин, И.А., Карманов А.А., Печерская Р.М., Пронин И.А. Исследование золь ортокремневой кислоты методом ИК-спектроскопии // Труды международного симпозиума Надежность и качество. — 2012. — Т. 2. — с. 181–182.

19. Игошина, С. Е., Карманов А. А., Сигаев А. П. Особенности ИК-спектров пропускания пленкообразующих золь на основе тетраэтоксисилана, содержащих модифицирующие соединения // Молодой ученый. — 2014. — №9 (68). — с. 158–161.
20. Аверин, И. А., Блохин Ю. Н., Луцкая О. Ф. Термодинамическое исследование условий синтеза слоев твердых растворов $PbSI-xSex$ // Неорганические материалы. — 1988. — Т. 24. — №2. — с. 219–222.
21. Аверин, И. А., Печерская Р. М. Управление составом многокомпонентных систем // Известия вузов поволжский регион. Сер. Естественные науки. — 2006. — Вып. 5. — с. 185–191
22. Аверин, И. А., Мошников В. А., Пронин И. А. Вклад поверхности газочувствительных композитов $SnO_2-In_2O_3$ в сенсорные свойства и селективность // Нано- и микросистемная техника. — 2013. — №9. — с. 19–21.
23. Давыдов, С. Ю., Мошников В. А., Федотов А. А. Адсорбция молекул кислорода и окиси углерода на диоксиде олова // ЖТФ, 2006. — Т. 76. — №1. — с. 141–142.
24. Аверин, И. А. Управляемый синтез гетерогенных систем: получение и свойства: монография/Пенза: Изд-во Пенз. гос. ун-та., 2006. — 316 с.
25. Игошина, С. Е., Аверин И. А., Карманов А. А. Моделирование газочувствительности пористых пленок на основе полупроводниковых оксидов // Вестник Рязанского государственного радиотехнического университета. — 2014. — №2 (48). — с. 115–119.
26. Пронин, И. А., Аверин И. А., Мошников В. А., Якушова Н. Д., Кузнецова М. В., Карманов А. А. Перколяционная модель газового сенсора на основе полупроводниковых оксидных наноматериалов с иерархической структурой // Нано- и микросистемная техника. — 2014. — №9. — с. 15–19.
27. Игошина, С. Е., Карманов А. А., Сигаев А. П. Вакуумметры с чувствительными элементами на основе пористых наноструктурированных материалов состава SiO_2-SnO_2 // Молодой ученый. — 2014. — №11 (70). — с. 52–55.
28. Аверин, И. А., Аношкин Ю. В., Печерская Р. М. Исследование поверхностей слоев резистивных структур на низкоразмерном уровне // Нано- и микросистемная техника. — 2010. — №1. — с. 25–26.
29. Аверин, И. А., Сигаев А. П., Карманов А. А., Пронин И. А., Игошина С. Е., Кудашов А. А. Влияние отжига на качественный состав наноструктурированных материалов на основе SiO_2 , SiO_2-SnO_2 , $SiO_2-SnO_2-In_2O_3$ // Труды Международного симпозиума Надежность и качество, 2014. — Т. 2. — с. 133–136.

Аппроксимация градуировочных характеристик средств измерений в материаловедении

Волкова Татьяна Николаевна, студент;
Гарькина Ирина Александровна, доктор технических наук, профессор
Пензенский государственный университет архитектуры и строительства

Рассматриваются практические вопросы определения градуировочных характеристик средств измерений, используемых для анализа кинетики формирования физико-механических характеристик композиционных материалов при их аппроксимации ортогональными полиномами Чебышева.

Ключевые слова: композиты, свойства, средства измерений, градуировочные характеристики, аппроксимация, точность.

После определения математической модели системы проводится ее параметрическая идентификация (определение числовых параметров математической модели, при которых решение задачи соответствовало бы экспериментальным данным; найденные значения констант не должны противоречить физическому смыслу и теоретическим соображениям). Результаты во многом будут определяться точностью используемых средств измерений. Модели могут быть в разной степени формализованными [1...4], но все они должны обладать главным свойством: связать результаты наблюдений в некоторую общую картину. Численные характеристики изучаемой системы (процесса) могут быть константами (не изменяются в ходе процесса) или переменными. Часть из них может быть измерена лабораторными методами в ходе эксперимента (измеряемые константы и переменные), а другая либо вообще не может быть измерена современными методами, либо их измерение чрезвычайно трудоемко и дорого (не измеряемые константы и переменные).

Выбор метода идентификации определяется неоднозначно, ибо в самой постановке задачи заранее предполагается неопределенность (неполнота знаний об объекте, ограничения в наблюдениях объекта во времени, неточность измерения сигналов на входе и на выходе объекта и т. п.).

В силу значительной сложности структурная идентификация часто сводится к эвристическому заданию структуры модели, опираясь на априорные данные. Здесь эффективность последующей параметрической идентификации во многом определяется тем, насколько удачно была выбрана структура модели. В известных методах параметрической идентификации учитываются особенности исследуемой системы, условия функционирования, способ тестирования, способы анализа экспериментальных данных, вид получаемых моделей и др.

Всегда важным остается выбор процедуры сравнения для оценки адекватности получаемой модели объекту. Основное требование к модели — адекватность объекту изучения; иначе теряется смысл моделирования. Создание адекватной модели возможно лишь в случае, когда свойства и взаимосвязи моделируемого объекта в достаточной степени изучены. Адекватность частных математических моделей для описания формирования физико-механических характеристик материалов в значительной степени определяется выбором и проверкой средств измерений (по точности градуировочных характеристик [5,6]).

Рассмотрим использование ортогональных полиномов Чебышева $P_j(X)$ для аппроксимации градуировочных характеристик с указанием и способа выбора степени аппроксимирующего полинома.

Предполагается, что экспериментальные значения X_i известны точно; значения Y_i содержат погрешности, которые имеют приближенно гауссовское распределение с дисперсиями $S_i^2 = \frac{S^2}{\omega_i}$. Тогда по данным (X_i, Y_i) можно последовательно построить, используя МНК, приближения полиномами со степенями $l = 1, \dots, L$:

$$f_l(X) = \sum_{j=0}^l b_j P_j(X), \quad b_j = \frac{\sum_{i=1}^m \omega_i Y_i P_j(X_i)}{\sum_{i=1}^m \omega_i P_j^2(X_i)}.$$

Максимальную степень полинома обычно выбирается, исходя из конкретной задачи (в большинстве случаев L не превышает 5).

Далее вычисляются остаточные суммы квадратов

$$Q_l = \sum_{i=1}^m \omega_i Y_i^2 - \sum_{j=0}^l b_j^2 H_j$$

и оценки дисперсии S_l^2 , соответствующие различным степеням l :

$$S_l^2 = \frac{Q_l}{m-l-1}.$$

Степень полинома повышают до тех пор, пока оценки S_l^2 заметно убывают. Выбор степени полинома l осуществляется, исходя из точности построения ГХ в конкретной методике. При проверке используемых средств измерений характеристик композитов значение l выбиралось из условия, чтобы оценка S_l^2 была минимальна ($S_l^2 < S_{l-1}^2$, $S_l^2 < S_{l+1}^2$); а также при принятом значении l оценка S_l^2 перестает заметно убывать ($S_{l+1}^2 > 0,8S_l^2$). Если при всех степенях $l < L$ выбранное условие не достигается, то максимальная степень полинома принимается равной L .

Для выбора степени полинома можно использовать и методы перекрестного выбора. Здесь все данные разбивают на $l+2$ группы (конкретные способы разбиения могут быть различны и устанавливаются в методиках). Одна из групп является проверочной, а по медианным точкам остальных групп строится полином $f_l(X)$. Согласие полинома с исходными данными оценивается по его отклонению от медианы проверочной выборки:

$$d(l, n) = \left| f_l(X_{med}^n) - Y_{med}^n \right|.$$

Описанную процедуру повторяют многократно, принимая последовательно каждую из групп за проверочную. В результате получится суммарный показатель адекватности полинома $f_l(X)$ исходным данным:

$$d(l) = \sum_{n=1}^{l+2} d(l, n).$$

В качестве искомой степени полинома принимается значение l , для которого показатель $d(l)$ минимален.

Рассмотрим далее оценку погрешностей ГХ, представленных в аналитической форме $Y = F(X, a_1, \dots, a_k)$, которая производится на основе линеаризованного разложения

$$\delta F(X) = \sum_1^k (U_i(X)\delta(X_i) + V_i(X)\delta(Y_i)),$$

где коэффициенты

$$U_i(X) = \sum_1^k \left(\frac{dF}{da_j} \right) \left(\frac{da_j}{dX_i} \right), V_i(X) = \sum_1^k \left(\frac{dF}{da_j} \right) \left(\frac{da_j}{dY_i} \right),$$

a_j - оценки параметров ГХ по данным (X_i, Y_i) , $i = 1, \dots, m$; все производные вычисляются в точке (X, a_1, \dots, a_k) .

Если границы погрешностей измерений величин X_i, Y_i есть Δ_X и Δ_Y , то границы погрешности ГХ в точке X определяются из:

$$\Delta(X) = \Delta_X \sum_1^m |U_i(X)| + \Delta_Y \sum_1^m |V_i(X)|.$$

При известных характеристиках случайных и систематических составляющих погрешностей измерений величин X_i, Y_i характеристики погрешности ГХ в точке X определяются из условий:

$$\theta(X) = \theta_X \sum_1^m |U_i(X)| + \theta_Y \sum_1^m |V_i(X)|,$$

$$S(X) = \sqrt{S_X^2 \sum_1^m U_i^2(X) + S_Y^2 \sum_1^m V_i^2(X)}.$$

При этом доверительные границы случайной погрешности ГХ в точке X оценивают по формуле

$$\varepsilon(X) = t_k(P)S(X),$$

где $t_k(P)$ - коэффициент Стьюдента при вероятности P с числом степеней свободы $k = \min(n_X - 1, n_Y - 1)$, n_X и n_Y — объемы выборок, по которым получены оценки S_X и S_Y .

Если известно, что погрешности исходных данных изменяются нерегулярным образом в заданных границах $\pm \Delta_X$, $\pm \Delta_Y$, то можно построить приближенные доверительные границы погрешности ГХ в точке X

$$\Delta(X) = z_P S_0(X),$$

исходя из $z_P = 1,96$ при $P = 0,95$; $z_P = 2,58$ при $P = 0,99$

$$S_0(X) = \sqrt{\Delta_X^2 \frac{\sum U_i^2(X)}{3} + \Delta_Y^2 \frac{\sum V_i^2(X)}{3}}.$$

Если систематические погрешности исходных данных изменяются нерегулярным образом в заданных границах $\pm \theta_X$, $\pm \theta_Y$, то приближенные границы систематической погрешности ГХ в точке X вычисляются по формулам

$$\Delta(X) = z_P S_0(X), S_0(X) = \sqrt{\theta_X^2 \frac{\sum U_i^2(X)}{3} + \theta_Y^2 \frac{\sum V_i^2(X)}{3}}.$$

Если систематические погрешности исходных данных остаются примерно постоянными для всех точек диапазоне, то границы систематической погрешности ГХ в точке X оценивают по формуле

$$\theta(X) = \theta_X \sum_1^m |U_i(X)| + \theta_Y \sum_1^m |V_i(X)|.$$

Предложенная методика использовалась при построении математических моделей отдельных свойств композиционных материалов [2,3,4,7].

Литература:

1. Сложные системы: идентификация, синтез, управление: монография/Данилов А. М., Гарькина И. А. — Пенза: ПГУАС. — 2011. — 308 с.
2. Гарькина, И. А., Данилов А. М., Королев Е. В. Математическое и компьютерное моделирование при синтезе строительных композитов: состояние и перспективы/Региональная архитектура и строительство. — 2010. — №2. — с. 9–13.

3. Данилов, А. М., Гарькина И. А. Математическое моделирование сложных систем: состояние, перспективы, пример реализации./Вестник гражданских инженеров. — 2012. — №2. — с. 333–337.
4. Королев, Е. В., Смирнов В. А., Прошин А. П., Данилов А. М. Моделирование эволюции лиофобных дисперсных систем/Известия высших учебных заведений. Строительство. — 2004. — №8. — с. 40–46.
5. Планирование эксперимента. Обработка опытных данных: монография/И. А. Гарькина [и др.]; под ред. проф. А. М. Данилова. — М.: Палеотип. — 2005. — 272 с.
6. Хнаев, О. А., Данилов А. М. Методы планирования эксперимента в аппроксимации функций многих переменных/Молодой учёный. — 2014. — №4. — с. 295–297.
7. Гарькина, И. А., Данилов А. М. Опыт разработки композиционных материалов: некоторые аспекты математического моделирования/Известия ВУЗов. Строительство. — 2013. — №8 (656). — с. 28–33.

Обоснование конструктивного решения сохранения несущей способности конструкций производственных зданий от воздействия современных средств поражения различной мощности при использовании предохранительных конструкций

Гляков Максим Юрьевич, адъюнкт
Военный инженерно-технический университет (г. Балашиха, Московская обл.)

Проведена оценка эффективности применения различных предохранительных конструкций при взрывном воздействии внутри здания. Рассмотрены примеры определения предельных нагрузок на колонну при взрыве боеприпаса различной мощности.

Ключевые слова: допускаемое избыточное давление, предохранительные конструкции, взрывоустойчивость производственных зданий, предельные нагрузки.

Основным назначением предохранительных конструкций является снижение нагрузок, возникающих при внутренних взрывах, на несущие элементы производственных зданий. При проектировании производственных зданий величина допускаемого избыточного давления $\Delta P_{\text{доп}}$ должна назначаться с учетом прочности несущих конструкций зданий, обеспечивающих его взрывоустойчивость, и принимается, как правило, от 3 до 5 кПа, согласно рекомендации по взрывоопасности [2]. Нижнее значение избыточного давления соответствует зданиям, конструкции которых не рассчитаны на воздействие аварийного взрыва.

Одним из самых эффективных мероприятий, снижающих взрывные нагрузки до безопасного уровня, является устройство сбросных проемов, оборудованных предохранительными конструкциями. Предохранительные конструкции, в частности, легкосбрасываемые конструкции (ЛСК), применяются на взрывоопасных промышленных объектах. Но в виду того, что нормативы по их применению носят рекомендательный характер, они не всегда должным образом обеспечивают взрывоустойчивость зданий и сооружений.

Основной задачей выбора конструктивной особенности сбросных проемов является сохранение основных строительных конструкций здания.

К решению проблем обеспечения взрывобезопасности и взрывоустойчивости зданий, учитывающих реальную физику взрывных процессов и особенности воздействия взрывных нагрузок на предохранительные конструкции, наиболее близко подошли Попов Н. Н., Расторгуев Б. С., Пилюгин Л. П., Мишуев А. В., Комаров А. А., Казеннов В. В. Применение предохранительных конструкций во взрывоопасных помещениях рассмотрено в работах Пилюгина Л. П., Шлега А. М., Орлова Г. Г. [3, 5, 6].

Предохранительные конструкции, заполняющие сбросные проемы, делятся на два типа: глухое остекление и легкосбрасываемые конструкции (ЛСК).

Оценка эффективности работы каждого из типов ЛСК существенно зависит от параметров взрывного воздействия, основным из которых является такая величина, как избыточное давление на фронте воздушной ударной волны (ВУВ) ΔP_{Φ} .

Для определения зависимости избыточного давления на фронте ударной волны ΔP_{Φ} (кПа) от расстояния R (м) до эпицентра взрыва конденсированного взрывчатого вещества, наиболее часто используют формулу М. А. Садовского для наземного взрыва [4]:

$$\Delta P_{\Phi} = 95 \frac{\sqrt[3]{q}}{R} + 390 \frac{\sqrt[3]{q}}{R^2} + 1300 \frac{\sqrt[3]{q}}{R^3} \quad (1)$$

Здесь q — мощность взрыва в тротиловом эквиваленте, тс,

$$q = 1000 G \cdot k_{\text{ор}}, \quad (2)$$

где G — вес заряда БП ОСП, кгс;

$k_{\text{ор}}$ — коэффициент повышения мощности (бризантности) взрыва заряда ВВ по отношению к тротилу (нитротолуолу).

Так как в расчетном случае значение избыточного давления находится в интервале $0,01 \leq \Delta P_{\phi} < 0,05 \text{ кгс/см}^2$, и расчет по приведенной выше формуле дает значительное отклонение от действительности, воспользуемся аппроксимационными зависимостями, приведенными в исследовании Д.В. Сурина, для расчета избыточного давления ΔP_{ϕ} ВУВ в заданном диапазоне, которая определяется на основе зависимости [7]:

$$\Delta P_{\phi} = \frac{216}{\bar{R}^{1,62}} \quad (3)$$

Где \bar{R} приведенное расстояния от центра взрыва до преграды, м/тс^{1/3}

$$\bar{R} = \frac{R}{q^{1/3}} \quad (4)$$

Для конструкций зданий, возвышающихся над поверхностью земли, приближенно можно принимать давление отражения, возникающее в момент встречи падающей ударной волны с отражающейся поверхностью, что определяется на основе формулы Измайлова-Власова [8]:

$$\Delta P_{\text{отр}} = 2\Delta P_{\phi} + \frac{6\Delta P_{\phi}^2}{\Delta P_{\phi} + 0,72}, \text{ МПа} \quad (5)$$

Полученные значения $\Delta P_{\text{отр}}$ являются нагрузкой на ограждающие панели, которая передается колоннам производственного здания. Нагрузку, передаваемую на колонну производственного здания от панелей, можно регулировать за счет узла крепления, предложенного авторами [1] Узел крепления панели с колонной представлен на рисунке 1.

Величина нагрузки, вызывающая сброс панели, зависит от количества, диаметра и материала болтов 5.

Количество болтов при заданном диаметре d определяется на основе зависимости [1].

$$n \leq \frac{K_g \times \Delta P_{\text{max}} \times S}{S_b \times \tau \times K_c} \quad (6)$$

$$S_b = \frac{\pi \times d^2}{4}$$

где: ΔP_{max} — максимально избыточное давление от взрыва, действующее на панель, (КПа);

n — количество срезных болтов;

S_b — площадь сечения срезного болта, (м²);

S — площадь панели, (м²);

d — диаметр срезного болта, (м²)

τ — допускаемое напряжение на срез, (КПа);

K_g — оэффициент динамичности, определяемый частными характеристиками конструкции и видом нагрузки;

Для определения количества срезных болтов, необходимо провести двухстороннюю оценку, так как в цеху может возникнуть избыточное давление, связанное с перемещением масс воздуха при его эксплуатации, за счет открытия въездных ворот, дверей, окон. При этом панели должны сохранить свое монтажное положение. С одной стороны, количество срезных болтов должно обеспечить сохранение срезных болтов от нагрузки, возникающей при повседневной эксплуатации и связанной с перемещением масс воздуха. С другой стороны, количество срезных болтов должно обеспечить прогнозируемое сбрасывание панелей при воздействии динамических нагрузок вызванных взрывом. Неравенство имеет следующий вид [1].

$$\frac{P_b \times S}{S_b \times \tau} \leq n \leq \frac{K_g \times \Delta P_{\text{max}} \times S}{S_b \times \tau \times K_c} \quad (7)$$

$$P_b = \frac{\rho \times u^2}{2}$$

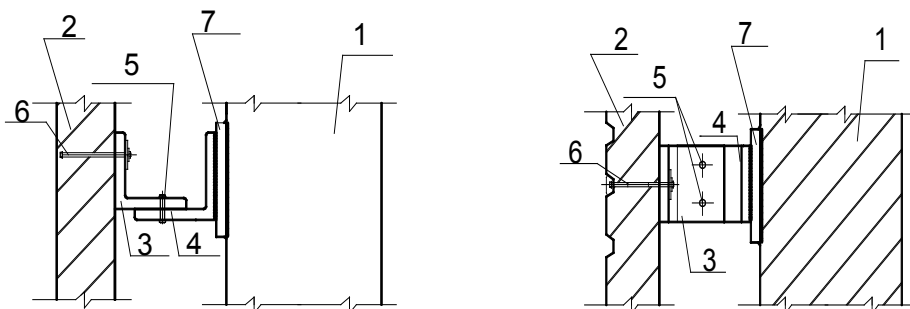


Рис. 1. Узел крепления несущей колонны здания со стеновой панелью: 1-железобетонная колонна; 2 — стеновая панель; 3 и 4 — стальные уголки; 5 — срезные болты; 6 — анкерные болты; 7 — закладная деталь

Таблица 1. Предельные нагрузки на колонну при взрыве боеприпаса на нулевой отметке

	Вариант 1	Вариант 2	Вариант 3	Вариант 4
ΔP_{ϕ} , кПа	1,9	4,3	7,7	9,3
$\Delta P_{отр}$, кПа	4	10	20	25
$\Delta P_{отр} / \Delta P_{отр}^1$	1	2,5	5	6,25

где: P_b — бытовое давление перемещения, зависящее от внутреннего давления в помещении, определяемых масс воздуха;

ρ — плотность воздуха, при 15°C равна 1,225 (кг/м³);

u — максимальная скорость воздуха в сооружении, (м/с).

Сохранение несущей способности колонн каркаса при действии динамической нагрузки от взрыва обеспечивается за счет снижения нагрузки на колонны при срыве стеновых панелей.

Сброс панели происходит в результате воздействия на нее предельной прогнозируемой нагрузки от взрыва. Гарантированное разрушение конструкции соединения каркаса здания со стеновой панелью при воздействии предельной прогнозируемой нагрузки от взрыва обеспечивается подбором количества n срезных болтов в узле соединения колонны с панелями, с учетом нагрузки от веса покрытия, передаваемого на колонну через фермы, собственного веса колонны, нагрузки от собственного веса панелей в местах крепления к колонне, а также постоянных нагрузок. Длительные нагрузки (в том числе снеговая) учитываются в том случае, когда они влияют на условие работы колонны при взрыве.

Рассмотрим конкретный пример воздействия ВУВ с различным избыточным давлением на производственное здание. Производственное здание размером в плане 72'54 м, трехпролетное, с несущим железобетонным каркасом (колонны каркаса здания сечением 800'400 мм, с высотой 7,2 м.).

Рассмотрим состояние колонн производственного здания, выполненного с различными вариантами навесных панелей при взрыве на нулевой отметке внутри здания. Оценим состояние колонн по четырем вариантам, отличающимся узлами крепления.

В первом варианте принимаем, что наружное ограждение здания сплошное и выполнено из закрепленных традиционным способом трехслойных железобетонных

панелей. Во втором варианте, часть ограждения здания выполнена из закрепленных традиционным способом трехслойных железобетонных панелей, а часть здания выполнена в виде остекленных панелей. В третьем варианте крепление железобетонных панелей к колонне осуществляется с помощью специального узла, который сбрасывает панель при заранее рассчитанной нагрузке $P_{вскр} = 2,0$ кПа. В четвертом варианте рассматриваются панели из третьего варианта совместно с остекленными панелями.

Традиционная панель размером 1,8 х 6 м. весом 2,7 т выполнена из бетона В25. Панели крепятся к колоннам по углам 4-мя стержнями $d = 14$ мм из прутков арматуры класса А-1 (монтажный сварной шов длиной 100 мм и высотой 8 мм), армирование рядовой панели — $A_s = A'_s = 2,012$ см² (4Ø8 А-III).

В третьем и четвертом варианте рассмотрена традиционная панель с закреплением специального узла, который обеспечивает срыв панели при 2 кПа. Во втором и четвертом варианте оконные переплеты выполнены с глухим одинарным остеклением толщиной 3 мм.

Расчет прочности колонны по первому предельному состоянию показывает, что, при традиционном креплении ограждающих панелей, разрушение колонны наступает при превышении избыточного давления от взрыва $\Delta P_{отр}^1 \geq 4$. Таким образом, при рассмотрении четырех вариантов применения различных ограждающих конструкций, получены предельные нагрузки, приводящие к разрушению колонны. Предельные нагрузки приведены в таблице 1.

На основании результатов выполненных расчетов, приведенных в таблице 3, можно сделать вывод о том, что ограждающие конструкции, выполненные из панелей, закрепленных с помощью специального узла, который сбрасывает панель при заранее рассчитанной нагрузке, обеспечивают прочность колонн при нагрузках более чем в пять — шесть раз превышающих допустимую, в отличие от панелей, закрепленных традиционным способом.

Литература:

1. Гляков, М. Ю., Капустин Д. И., Агеев С. М. Конструкция анкерного захвата крупногабаритных обломков. Патент на полезную модель. № 141381, 2014 г.
2. НПБ 105–03. Определение категорий помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности. — М., 2003. — 29 с.

3. Пилюгин, Л.П. Обеспечение взрывоустойчивости зданий с помощью предохранительных конструкций. Ассоциация «Пожарная безопасность и наука»: М. 2000 г. — 224 с.
4. Прогнозирование и оценка обстановки при чрезвычайных ситуациях. Омский государственный университет путей сообщения. Омск 2007.
5. Шлег, А.М. Определение параметров легкосбрасываемых конструкций, обеспечивающих допустимые взрывные давления во взрывоопасных помещениях. Дис...канд. тех. наук. М.: МГСУ. 2002.—187 с.
6. Орлов, Г.Г. Легкосбрасываемые конструкции для взрывозащиты промышленных зданий. — М.: Стройиздат, 1987. — 200 с.
7. Сурин, Д.В. Специальные фортификационные сооружения. — СПб., ВКА им. А.Ф. Можайского, 2010. — 429 с.
8. Лапшин, Г.А. Специальные фортификационные сооружения и их комплексы. — СПб., ВИТИ, 2011. — 198 с.

Виды замораживания хлебобулочных полуфабрикатов

Данилова Инна Александровна, аспирант

Кубанский государственный аграрный университет (г. Краснодар)

В настоящее время технология быстрого замораживания полуфабрикатов получает все большее распространение и используется при производстве различных видов теста: для слоеного теста, для специальных и элитных сортов хлеба, для пиццы, кондитерской сдобы и т.д.

Быстрое замораживание полуфабрикатов относится к технологиям отложенной во времени выпечки, суть которых заключается в том, чтобы: значительно замедлить или полностью приостановить брожение; сохранить замороженные полуфабрикаты длительное время; предусмотреть возможность последующей выпечки в пунктах продажи [1, с. 20, 2, с. 253].

Существует несколько разных приемов отложенной выпечки: замедленная расстойка в охлажденной среде (до нескольких часов); контролируемая расстойка в охлажденной среде с целью достижения заданных параметров изделия; двухступенчатая выпечка (с замораживанием или без) с целью окончательной выпечки поблизости места реализации; быстрое (шоковое) замораживание с целью длительного (до 6 месяцев) хранения полуфабрикатов, готовых к немедленной выпечке.

Если предполагаемый срок хранения составляет 8–12 недель (типичный срок для большинства коммерческих операций), после формования тестовые заготовки должны сразу замораживаться. Наиболее целесообразное и эффективное решение в этом случае — использовать систему, состоящую из установки (камеры) быстрого замораживания и низкотемпературной камеры для окончательного или стабильного хранения изделий. Замораживание должно производиться в камере быстрого замораживания до достижения температуры в центре заготовки около -7°C , а затем для окончательного замораживания и хранения тестовые заготовки хранятся при -18°C [3, с. 68, 4, с. 92].

При замораживании происходит образование кристаллов льда. Кристаллы льда возникают в виде ядер (за-

родышей), некоторого критического размера и затем увеличиваются. Критический размер — это такой размер, при котором рост ядра, вследствие увеличения объема, приводит к уменьшению поверхностной энергии и увеличению свободной энергии Гиббса u (для сферического кристалла льда радиуса r это происходит, когда $r_2 > r_3$).

Нуклеация может быть гомогенной или гетерогенной. Гомогенная нуклеация происходит только в гомогенных, свободных от взвешенных частиц жидкостях, вследствие случайных колебаний молекул. В твердых пищевых продуктах нуклеация имеет гетерогенный характер, при этом центром зародышеобразования, является поверхность клеток. Вероятность нуклеации в том или ином месте возрастает, если молекулярная структура поверхности имеет сходство со структурой льда, то есть соответствует размеру кристаллической решетки льда и действует как своего рода шаблон. Особенно это относится к так называемым льдообразующим белкам, обнаруженным у некоторых бактерий и растений [5, с. 50].

Пренебрегая явлением переохлаждения, можно утверждать, что чистая вода замерзает при 0°C , однако водные растворы (в пищевых продуктах — растворы хлорида натрия или других солей) имеют более низкую точку замерзания. Это понижение приближенно можно описать законом Рауля [5, с. 63, 6, с. 1256]. При понижении температуры ниже T_f , лед сначала образуется во внеклеточной области, а затем начинает изменяться фазовое состояние внутриклеточного пространства. Это объясняется тем, что клеточная мембрана (типичный диаметр клетки составляет 50 мкм) препятствует проникновению льда из межклеточного пространства внутрь клетки, способствуя переохлаждению внутриклеточной области до температуры около $(-8)^{\circ}\text{C}$.

На рисунке 1 показана диаграмма состояний бинарного (двухкомпонентного) раствора.

Для достижения равновесного состояния между льдом, образующимся при температурах ниже T_f , и остаточным



Рис. 1. Диаграмма состояний, схематически показывающая поведение двухкомпонентного раствора с эвтектической точкой E и эвтектической температурой T_E

раствором, требуется одинаковый химический потенциал двух фракций [7, с. 68]. Это обуславливает зависимость между активностью воды a_w раствора, молекулярными массами компонентов и их фракциями.

В ряде исследований по выживанию микроорганизмов при замораживании показано, что скорости замораживания и размораживания влияют на жизнеспособность дрожжей. Считается, что медленное замораживание даст возможность дрожжам приспособиться к низкотемпературным условиям за счет преобразования внутриклеточной воды во внеклеточный лед. С другой стороны, быстрое замораживание приводит к внутриклеточному замораживанию, поскольку изменения температуры происходят быстрее, чем вода проходит сквозь клеточные мембраны [8, с. 92]. Можно предположить, что небольшие кристаллы льда, образующиеся в процессе внутриклеточного замораживания, трансформируются в большие кристаллы вследствие вторичной кристаллизации в течение размораживания и повреждают дрожжевые клетки.

Замораживание до внутренней температуры тестовой заготовки -7°C оставляет центральную часть заготовки влажной. Рекомендуется не замораживать полуфабрикаты до твердого состояния, поскольку это сокращает срок низкотемпературного хранения и впоследствии увеличивает продолжительность расстойки размороженных тестовых полуфабрикатов. Остаточное замораживание происходит в течение так называемого периода равновесия. Таким образом, тесто полностью замораживается в точке наименьшей активности дрожжей. Этот процесс происходит в процессе упаковки и низкотемпературного хранения изделия. Для обеспечения правильного замораживания изделий необходимо отслеживать их внутреннюю температуру и соответственно корректировать длительность пребывания в камере быстрого заморажи-

вания. Очень важно правильно разместить полуфабрикаты перед помещением в камеру быстрого замораживания так, чтобы между ними оставались промежутки, иначе соприкасающиеся изделия не будут замораживаться должным образом [9, с. 187]. Двухэтапная операция замораживания позволяет снизить продолжительность пребывания в основной камере, повышая производительность всей системы и качество изделий. Изделия хранятся на складе при температуре от -18°C до -23°C (при этом колебания температуры должны быть по возможности минимальными). Изменения температуры изделия в течение низкотемпературного хранения или в процессе доставки существенно снижают свойства теста и сокращают срок низкотемпературного хранения из-за образования и смещения кристаллов льда. Даже при этих температурах не все дрожжевые клетки находятся в состоянии покоя, и большие колебания температуры негативно влияют на эффективность хранения полуфабрикатов и на конечное качество изделия. Разница между температурой замораживания и хранения существенно влияет на жизнеспособность дрожжей. Температура хранения ниже температуры замораживания оказывает большее повреждающее воздействие, чем замораживание и хранение при одинаковой температуре. Например, если рассматривать длительность расстойки, активность дрожжей была значительно ниже и пробах теста, замороженного при -18°C и хранившегося при -34°C , чем в пробах теста, замороженного и хранившегося при -18°C [10, с. 150, 11, с. 150]. Повреждение от замораживания при температуре -18°C и хранения при -34°C было еще более выраженным, чем от замораживания и хранения при -34°C . По-видимому, повреждение дрожжей было результатом перемещения замороженных полуфабрикатов на хранение при более низкой температуре. Повреждение дрожжей, вызванное

Таблица 1. Влияние соотношения температур замораживания и хранения на свойства замороженного теста и качество изделий.

Температура замораживания, °С	Температура хранения, °С	Продолжительность расстойки, мин	Объем, см ³
-18	-181	69	920
	-341	98	85
-34	-341	89	910
	-181	80	875
-18	-34, -182	100	880

медленным замораживанием до -34°C , было аналогичным тому, которое было вызвано замораживанием при -18°C и хранением при -34°C [12, с. 1175]. Повышение температуры хранения не привело к значительному дополнительному повреждению дрожжей (табл. 1).

Для получения замороженных тестовых заготовок высокого качества необходимо использовать криопротекторы. Они способствуют выживаемости дрожжевых клеток за счет связывания части свободной влаги.

Литература:

1. Кенийз, Н. В. Разработка технологии хлебобулочных полуфабрикатов с применением криопротектора/Н. В. Кенийз, Н. В. Сокол // Новые технологии. — 2013. — №1. — с. 19–24.
2. Kenijz, N.V. Pectic substances and their functional role in bread-making from frozen semi-finished products/N. V. Kenijz, N. V. Sokol // European Online Journal of Natural and Social Sciences. — 2013. — Т. 2. №2. — с. 253–261.
3. Кенийз, Н. В. Процесс замораживания хлебобулочных полуфабрикатов с добавлением криопротекторов и его влияние на структуру замороженных полуфабрикатов [Текст]/Н. В. Кенийз, Н. В. Сокол // Молодой ученый. — 2014. — №5. — с. 67–70.
4. Кенийз, Н. В. Технология производства хлеба из замороженных полуфабрикатов с использованием пектина в качестве криопротектора/Н. В. Кенийз, Н. В. Сокол // Вестник Мичуринского государственного аграрного университета. — 2011. — №2–2. — с. 92–94.
5. Кенийз, Н. В. Технология замороженных полуфабрикатов с применением криопротекторов/Н. В. Кенийз, Н. В. Сокол. — Саарбрюккен: Palmarium Academic Publishing, 2014. — 129 с.
6. Кенийз, Н. В. Изучение состояния влаги в тесте с криопротекторами, методом ядерно-магнитного резонанса/Н. В. Кенийз, Н. В. Сокол // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. — Краснодар: КубГАУ, 2014. — №04 (098). с. 1254–1260. — IDA [article ID]: 0981404090. — Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2014/04/pdf/90.pdf>, 0,438 у. п. л.
7. Кенийз, Н. В. Влияние пектина как криопротектора на водопоглотельную способность теста и дрожжевые клетки/Н. В. Кенийз // Вестник Казанского государственного аграрного университета. — 2013. — Т. 3. №29. — с. 67–69.
8. Кенийз, Н. В. Влияние дефростации в технологии хлеба из замороженных полуфабрикатов на качество готового продукта/Н. В. Кенийз, Н. В. Сокол // Вестник НГИЭИ. — 2011. — Т. 2. №2 (3). — с. 92–101.
9. Кенийз, Н. В. Определение содержание свободной и связанной влаги в тесте с добавлением криопротекторов [Текст]/Н. В. Кенийз // Молодой ученый. — 2014. — №4. — с. 187–189.
10. Кенийз, Н. В. Влияние технологических параметров на производство хлебобулочных полуфабрикатов [Текст]/Н. В. Кенийз // Молодой ученый. — 2014. — №10. — с. 150–153.
11. Кенийз, Н. В. Влияние различных криопротекторов на реологию теста для полуфабрикатов [Текст]/Н. В. Кенийз, Н. В. Сокол // Молодой ученый. — 2014. — №10. — с. 147–150.
12. Кенийз, Н. В. Влияние криопротекторов на активность дрожжевых клеток при замораживании хлебобулочных полуфабрикатов/Н. В. Кенийз, А. А. Пархоменко // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. — Краснодар: КубГАУ, 2014. — №07 (101). с. 1172–1179. — IDA [article ID]: 1011407076. — Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2014/07/pdf/76.pdf>, 0,5 у. п. л.

Виды криопротекторов, используемых при замораживании хлебобулочных полуфабрикатов

Кенийз Надежда Викторовна, кандидат технических наук, ассистент
Кубанский государственный аграрный университет (г. Краснодар)

В рамках традиционных технологий холодильного хранения жизнеспособность дрожжевых клеток обеспечивается за счет добавления специальных криопротекторов. Многие из них представляют собой вещество с относительно небольшими молекулами, которые легко проникают сквозь клеточные мембраны. Наряду с широко используемым для этой цели глицерином могут применяться также и другие полезные криопротекторы: диметилсульфоксид, сахароза, трегалоза, глюкоза, метанол, пролин, глицин, бетаин, фруктоза, галактоза и лактоза [1, с. 20]. В патенте заявлено, что добавление в дрожжи 1–20% масс, глицерина (27–29% сухих веществ) делает дрожжи полностью устойчивыми к неблагоприятному воздействию повторяющихся циклов замораживания-размораживания и значительно увеличивает срок хранения. В этом патенте также указывается, что аналогичное защитное действие гарантируется при использовании широкого спектра других полигидроксильных структур. В другом патенте заявлено, что добавление глицерина устраняет проблемы осаждения, которые обычно возникают при производстве жидких дрожжей. В настоящее время неизвестно, применяют ли для повышения холодостойкости дрожжей европейские производители глицерин в рецептурах жидких дрожжей.

Криопротекторы — это вещества, которые защищают продукт, подвергаемый замораживанию от переохлаждения, и используются в практике криогенной технологии из-за их потенциальной возможности стабилизировать свойства пищевых продуктов или полуфабрикатов во время хранения [2, с. 258].

Особенностью ржаных и ржано-пшеничных полуфабрикатов (закваска, тесто) является то, что большая часть водорастворимых компонентов, в том числе белки и пентозаны, удаляются выщелачиванием в питьевой воде. Однако во время хранения продукта в замороженном виде идет денатурация и/или агрегация белков, вызывающая потерю функциональных свойств. Поэтому замораживание при производстве хлебобулочных изделий, может, осуществляется с добавлением различных криопротекторных смесей. Известен эффект применения смесей криопротекторов, которые защищают белковую фракцию во время длительного хранения в замороженном виде [3, с. 187, 4, с. 85].

Недостатком использования сахарозы и сорбита, входящих в смеси криопротекторов, является придаваемый продукту сладкий вкус, который может быть нежелателен для потребителей. Кроме того, сегодняшние потребители обращают внимание на калорийность продукта, поэтому при производстве низкокалорийных замороженных про-

дуктов следует использовать соответствующие криопротекторы или их смеси.

В связи с этим не так давно было проведено множество исследований криопротекторов пониженной сладости или несладких с низкой энергетической ценностью. Очень широко изучались свойства лактита, полидекстрозы, глюкозных сиропов, продуктов гидролиза крахмала и линейных олигосахаридов.

Лактит — это многоатомный спирт (полиол) с подтвержденными криопротекторными свойствами. Это сладкий на вкус полиол, получаемый из лактозы при восстановлении глюкозной части молекулы, ценный продукт из сыворотки и побочный продукт производства сыров. Лактит имеет сладость 0,3 — 0,4 от сладости 4 сахарозы, а его калорийность составляет половину калорийности углеводов, т. е. максимум 2 ккал/г. Лактит был исследован как сахарозаменитель для больных сахарным диабетом и одобрен Комитетом Экспертов ФАО/ВОЗ (1983).

Использование полидекстрозы в качестве криопротектора было запатентовано Ланьером и Акаханой. Показано, что полидекстроза — это высокоразветвленный полисахарид, получаемый из декстрозы, сорбита и лимонной кислоты, который является хорошим криопротектором.

Все исследования были посвящены отдельным криопротекторам, добавляемым в различных количествах, эффект использования более, чем двух криопротекторов одновременно не описывался. Однако Park J. W., Rohatgy K. упоминали, что в дальнейшем возможно комбинирование отдельных веществ в «криопротекторные коктейли», позволяющие усилить эффект воздействия отдельных веществ.

Имеются публикации, свидетельствующие о снижении содержания проламинов, что свидетельствует о происходящих во время хранения флуктуациях. Изменение количества растворимых белков является главным критерием оценки денатурации при замораживании, но данные по растворимости не сообщают точно, сколько белка денатурировало, и сколько было изначально, а освещают только относительную величину денатурации.

Денатурация белков в процессе замораживания и хранения в зависимости от сроков происходит из-за агрегации белков с образованием водородных, ионных, гидрофобных и, возможно, дисульфидных связей. Вода при этом играет главнейшую роль. При замерзании воды изменяется концентрация растворов, что влечет за собой изменение pH и силы ионных взаимодействий в ближайшем к молекуле белка слое, как следствие дегидратации и агрегации [5, с. 150, 6, с. 148].

Денатурация белков от замораживания предотвращается или снижается при добавлении криопротекторов. В поддержку механизма криопротекции низкомолекулярными углеводами или полиолами можно привести исследование Park J. и Lanier T. C. Ими было показано, что добавление сахаров (лактоза и глюкоза) к водному раствору протеинов приводило к нежелательному самопроизвольному изменению — стабилизации раствора в изоляции от поверхности гидратированного белка. С другой стороны, эффект добавления криопротекторов состоит в том, что их молекулы могут приближаться или связываться с молекулами белка по какой-либо функциональной группе, образуя водородную или ионную связь. Таким образом, молекулы белка как бы покрываются молекулами криопротекторов [7, с. 1256].

В отличие от растворов низкомолекулярных углеводов, высокомолекулярные углеводы действуют как криостабilizаторы, опутывая белок стеклоподобной упаковкой с замедлением всех ухудшающих процессов внутри нее.

Основываясь на этих механизмах, можно использовать смеси криопротекторов как низкомолекулярной, так и высокомолекулярной природы, которые при совместном присутствии будут давать больший эффект, чем взятые отдельно.

Стабильность замороженного продукта увеличивается, когда разница между температурой «стеклования» (T_g) и температурой хранения минимальна или когда T_g превышает температуру хранения. Различные комбинации криопротекторов применяются с целью минимизации разности T_g и температуры хранения с тем, чтобы улучшить устойчивость продукта при хранении [8, с. 68, 9, с. 95].

Как уже упоминалось, множество исследований было посвящено оценке эффективности криопротекторов с одновременным снижением калорийности, но большая часть их касалась отдельных криопротекторов, более дорогостоящих, чем сахар. Комбинации криопротекторов позволяют повысить эффективность их использования с тем, чтобы снизить затраты.

Использование криопротекторных смесей в технологии приготовления замороженных полуфабрикатов хлебопекарного производства обеспечивает получение продуктов с хорошими свойствами, стабильно сохраняющими свои реологические характеристики при хранении в замороженном виде [10, с. 92, 11, с. 68].

На основании рассмотрения механизма действия криопротекторов становится очевидным, что их применение дает возможность снижать температуру при замораживании и хранении пищевых продуктов. Учитывая данное обстоятельство и на основании выполненных исследований, нами сделано предположение, что одним из эффективных криопротекторов может служить молочная сыворотка.

Известно, что сывороточные белки в определенных случаях характеризуются негативным воздействием на организм человека, что проявляется в виде аллергических реакций различного типа. Именно поэтому большое

внимание уделяется сывороточным белкам и их гидролизатам. Гидролизаты сывороточных белков обладают низкой аллергенностью по сравнению с нативными белками, а также лучшей усвояемостью.

Другая проблема — усвоение лактозы организмом. Определенная часть населения в той или иной степени страдает лактозной непереносимостью, обусловленной отсутствием синтеза лактазы или уменьшением ее активности. Вследствие этого гидролиз лактозы до глюкозы и галактозы не происходит или значительно снижен. Причем, лактозная непереносимость чаще встречается у взрослых, чем у детей. Поэтому необходимо снижать содержание лактозы.

Из всех способов снижения концентрации лактозы самым рациональным и рентабельным считается ее ферментативный гидролиз с помощью лактазы грибов, дрожжей и молочнокислых стрептококков, бифидо- и лактобацилл. Принцип метода основан на использовании нативной и восстановленной сыворотки в качестве питательной среды для роста сапрофитных микроорганизмов, обладающих системой мощных протеолитических ферментов, позволяющих им использовать сывороточные белки в качестве источника азота и лактозу в качестве энергии с целью получения кормовых добавок. На основе этой технологии была запатентована технология производства нового продукта: ферментативно гидролизованной сыворотки, обогащенной лактатами — СГОЛ.

Для производства данного продукта используются селективные штаммы *Streptococcus lactis* и *Streptococcus thermophilus*. В результате особенностей биотехнологического процесса производства СГОЛ молочная сыворотка обогащается ферментами (редуктазными, гликолитическими, пероксидазными), витаминами, микро- и макроэлементами, полисахаридами и нуклеиновыми кислотами, а также другими биологически активными веществами [12, с. 1176]. В результате гидролиза лактозы и полипептидов сыворотки гидролазами молочнокислых стрептококков конечный продукт является низколактозным и содержит олигопептиды, что повышает его пищевую ценность по сравнению с исходной молочной сывороткой. Кроме того, изменение соотношений основных пищевых компонентов и качественного состава сыворотки решает проблему того, что в нативной сыворотке эти соотношения не всегда полезны и, хотя обладают выраженной биологической активностью, не всегда благоприятно влияют на организм человека.

Таким образом, продукт СГОЛ отличается от ближайших кисломолочных продуктов низким содержанием лактозы и высокомолекулярных белков, способных вызывать аллергию у некоторых людей.

Процессы, происходящие при замораживании полуфабрикатов хлебопекарного производства, сложны и многогранны, что влечёт за собой понимание происходящих при этом теплофизических, биохимических и микробиологических изменений [13, с. 195, 14, с. 30].

Использование сырья с криопротекторными свойствами и хлебопекарных улучшителей для регулирования качества замороженных полуфабрикатов оказывает непосредственное влияние на изменение фазового состояния

влаги, криоскопической температуры и, как следствие, на активность микрофлоры, реологические характеристики теста, свойства замороженного продукта и качество готовых изделий.

Литература:

1. Кенийз, Н. В. Разработка технологии хлебобулочных полуфабрикатов с применением криопротектора/Н. В. Кенийз, Н. В. Сокол // Новые технологии. — 2013. — №1. — с. 19–24.
2. Kenijz, N.V. Pectic substances and their functional role in bread-making from frozen semi-finished products/N. V. Kenijz, N. V. Sokol // European Online Journal of Natural and Social Sciences. — 2013. — Т. 2. №2. — с. 253–261.
3. Кенийз, Н. В. Определение содержание свободной и связанной влаги в тесте с добавлением криопротекторов [Текст]/Н. В. Кенийз // Молодой ученый. — 2014. — №4. — с. 187–189.
4. Кенийз, Н. В. Технология замороженных полуфабрикатов с применением криопротекторов/Н. В. Кенийз, Н. В. Сокол. — Саарбрюккен: Palmarium Academic Publishing, 2014. — 129 с.
5. Кенийз, Н. В. Влияние технологических параметров на производство хлебобулочных полуфабрикатов [Текст]/Н. В. Кенийз // Молодой ученый. — 2014. — №10. — с. 150–153.
6. Кенийз, Н. В. Влияние различных криопротекторов на реологию теста для полуфабрикатов [Текст]/Н. В. Кенийз, Н. В. Сокол // Молодой ученый. — 2014. — №10. — с. 147–150.
7. Кенийз, Н. В. Изучение состояния влаги в тесте с криопротекторами, методом ядерно-магнитного резонанса/Н. В. Кенийз, Н. В. Сокол // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. — Краснодар: КубГАУ, 2014. — №04 (098). с. 1254–1260. — IDA [article ID]: 0981404090. — Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2014/04/pdf/90.pdf>, 0,438 у. п. л.
8. Кенийз, Н. В. Процесс замораживания хлебобулочных полуфабрикатов с добавлением криопротекторов и его влияние на структуру замороженных полуфабрикатов [Текст]/Н. В. Кенийз, Н. В. Сокол // Молодой ученый. — 2014. — №5. — с. 67–70.
9. Кенийз, Н. В. Влияние дефростации в технологии хлеба из замороженных полуфабрикатов на качество готового продукта/Н. В. Кенийз, Н. В. Сокол // Вестник НГИЭИ. — 2011. — Т. 2. №2 (3). — с. 92–101.
10. Кенийз, Н. В. Технология производства хлеба из замороженных полуфабрикатов с использованием пектина в качестве криопротектора/Н. В. Кенийз, Н. В. Сокол // Вестник Мичуринского государственного аграрного университета. — 2011. — №2–2. — с. 92–94.
11. Кенийз, Н. В. Влияние пектина как криопротектора на водопоглотительную способность теста и дрожжевые клетки/Н. В. Кенийз // Вестник Казанского государственного аграрного университета. — 2013. — Т. 3. №29. — с. 67–69.
12. Кенийз, Н. В. Влияние криопротекторов на активность дрожжевых клеток при замораживании хлебобулочных полуфабрикатов/Н. В. Кенийз, А. А. Пархоменко // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. — Краснодар: КубГАУ, 2014. — №07 (101). с. 1172–1179. — IDA [article ID]: 1011407076. — Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2014/07/pdf/76.pdf>, 0,5 у. п. л.
13. Кенийз, Н. В. Влияние дефростации в технологии хлеба из замороженных полуфабрикатов на качество готового продукта [Текст]/Н. В. Кенийз, Н. В. Сокол // Инновационные направления в пищевых технологиях: сб. науч. тр. — Пятигорск, 2010. — с. 195–198.
14. Кенийз, Н. В. Влияние дефростации на качество хлеба из замороженных полуфабрикатов [Текст]/Н. В. Кенийз, Н. В. Сокол // Всероссийский отраслевой журнал «Хлебопекарный кондитерский форум». — 2011. — 2 (2). — с. 30–31.

Современные установки для модификации битумов полимерными материалами

Козлов Павел Викторович, магистрант;
 Меркулов Сергей Александрович, аспирант;
 Бастрыкина Елизавета Валерьевна, магистрант;
 Клишин Илья Михайлович, магистрант;
 Фролов Виктор Андреевич, аспирант
 Тамбовский государственный технический университет

Дорожное покрытие должно обеспечивать максимальное сопротивление усталостным разрушениям, обладать устойчивостью к изменениям температур суточных и сезонных циклов. Одним из перспективных направлений, позволяющих решить эти задачи, является применение модифицированных битумов, в частности полимер-битумного вяжущего (ПБВ) [1–3]. В настоящее время существует множество способов и материалов для модификации дорожных вяжущих [4–14].

Наиболее эффективным для производства ПБВ следует считать оборудование, в составе которого имеются коллоидные мельницы (измельчители), которые обеспечивают измельчение полимера в процессе приготовления ПБВ. При измельчении полимера увеличивается удельная поверхность контакта смешиваемых компонентов, и соответственно ускоряются процессы набухания и растворения полимера. Использование оборудования такого типа позволяет получать ПБВ с регламентированными техническими требованиями при температуре не выше 160⁰ С, содержании модификатора не более 3,5 мас. % и малой продолжительности процесса [10]. В случае приготовления ПБВ на оборудовании без высокоскоростных

измельчителей (коллоидных мельниц) необходимо закладывать большую концентрацию полимера, более высокую температуру процесса (это может привести к старению битума и окислительной деструкции ПБВ, уровень свойств ПБВ при этом существенно снизится), кроме того, продолжительность процесса приготовления увеличивается более чем в 2 раза [10]. На данный момент лучшие показатели распределения (гомогенизации) достигаются только при использовании коллоидных мельниц с высокой степенью измельчения.

Технологическая схема процесса получения ПБВ на установке типа УНБ-4 с использованием коллоидной мельницы во внешнем циркуляционном контуре представлена на рис. 1 [10].

Нагретый в битумном котле до температуры 160...180⁰С битум, насосом Н 1.1 через трехходовой кран К1.2 подается к установке. Трехходовой кран К 1.2 Установлен в среднем положении, обеспечивающим перемешивание — циркуляцию битума в котле, в случае когда установка не потребляет битума. При включении крана К4 и насоса Н2, битум из котла через кран К3 поступает на смеситель СМ, где происходит смешивание с по-

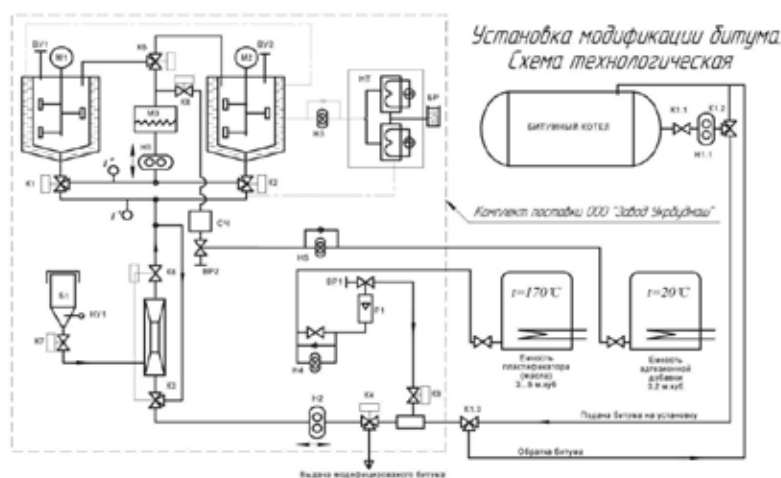


Рис. 1. Технологическая схема модификации битума при помощи установки УМБ — 4: Н1, Н1.1, Н2 — Н5 — насос; НТ — нагреватель теплоносителя; ВР — бак расширительный; М1, М2, М4 — привод мешалки; М3 — мельница; ВУ1, ВУ2 — датчик верхнего уровня; Р1, Р2 — реактор; К1.1 — кран битумный проходной; К1.2, К1.3 — кран битумный трехходовой; К4 — К9 — кран с электро-пневмоприводом; СМ — смеситель; НУ1 — датчик нижнего уровня; Б1 — емкость для загрузки полимера; ВР1, ВР2 — вентили регулировочные; Р1 — расходомер; СЧ — счетчик

лимером, который предварительно засыпается в емкость V. Смесь полимера с битумом подается в одну из емкостей реакторов P1, P2 (в зависимости от положения кранов K1; K2). После выработки полимера из битума V до срабатывания датчика НУ, кран K3 переводится в положение подачи битума в реактор минуя смеситель СМ. Клапан подачи полимера K7 и K6 закрываются. Емкость реактора заполняется битумом до верхнего уровня (ВУ1 или ВУ2). Одновременно с заполнением емкости реактора битумом, происходит его перемешивание. Перемешивание проводится в течении заданного технологическим процессом времени (15...20 мин). После окончания перемешивания переключается соответствующий кран (K1 или K2), включается насос Н1 и мельница М3. Кран K5 устанавливается в положение подачи битума после мельницы в соответствующий реактор. После окончания заполнения емкости первого реактора, заполняется и вводится полимер в емкость второго реактора P2. Технологический цикл во втором реакторе аналогичен первому. Блок реакторов состоит из двух обогреваемых емкостей выполненных цилиндрической формы с коническим днищем. В качестве теплоносителя используется масло Тп46. Для снижения потерь тепла реакторы теплоизолированы с помощью теплоизоляционных рубашек. На верхней крышке емкости смонтированы: привод лопастной мешалки; патрубок подачи битума; люк-лаз; датчик-поплавок верхнего уровня битума. Привод мешалки выполнен на базе червячных мотор-редукторов.

Широкое применение в области производства ПБВ по аналогичной технологической схеме также получила установка MASSENZA, специально сконструированная для производства ПБВ [11]. Мельница компании MASSENZA имеет особенную конфигурацию ротора/статора, позволяющую 100% мощности использовать исключительно на измельчающее действие. Фактически, увеличение зазора, имеющее место в мельницах других производителей, в случае когда поступает материал с высоким содержанием полимера означает снижение размельчающего действия, в то время как требуется наоборот в достаточной степени размельчить (расщепить) полимер. MASSENZA разработала совершенно иную систему, которая позволяет осуществлять максимально эффективную на все 100% работу по размельчению полимера независимо от содержания полимера в материале. Фактически, мельница MASSENZA обладает специальной системой, оснащенной внешним шестеренчатым насосом для подачи в мельницу.

Во многих странах, в частности в России, применяются ультрасовременные установки «Беннингхофен», которые производятся в Германии [12], реализующие ту же схему с коллоидной мельницей. Фирма «Беннингхофен» разработала и совершенствует уже в течение десяти лет модельный ряд установок в мобильном или транспортном исполнении. Основное оборудование может быть дополнительно укомплектовано специальными компонентами в соответствии с индивидуальной спецификацией в зависимости от назначения оборудования и рецептуры. Комплексы для производства ПБВ включают в себя:

емкостной парк хранения исходного битума; узел подготовки и смешивания нескольких сортов битума; блок модификации битума с реактором и коллоидной мельницей; система ввода пластификаторов и добавок; система обогрева; система дозирования; система смешивания концентрата с исходным битумом; емкостной парк для дозревания продукта с мешалками, устройство отгрузки: наливная эстакада с отводом паров, высокотемпературная полимерная коллоидная мельница в открытом состоянии. Мельница обогревается либо электрически, либо термальным маслом. За счет регулируемого зазора между режущими поверхностями мельницы достигается получение гомогенного ПБВ всего лишь за один рабочий проход.

Осваивается технология модификации битума кавитационными течениями. Яркий представитель данного направления ОАО «Военно-инженерная корпорация» («ВИКор»). Принципиальная схема установки производства ПБВ представлена на рис. 2 [13].

Заправленный в котел битум разогревается до температуры 170°C и предварительно перемешивается лопастными мешалками в течение 5 минут, без выключения мешалок постепенно через загрузочный люк вводится 4% по массе «Кратона D1101» и подвергается перемешиванию мешалками в течение 30 минут для пред растворения (разбухания) полимера, затем в течение 60 мин проводится циркуляция битумно-полимерной смеси через диспергатор КЭМ-20 по циркуляционному битумопроводу. Диспергация в данном случае протекает в кавитационном диспергаторе (рис. 3). Устройство работает следующим образом: полимерный модификатор предварительно растворяется в керосине и подается на вход. Туда же подается битум и кавитация обеспечивает интенсивный перемешивающий эффект.

Диспергатор КЭМ-20 в специальном исполнении с пропускной способностью до 30 м³/час, установлен в циркуляционный битумопровод после битумной станции и позволяет достигнуть высокой гомогенизации модификатора в битуме. Для работы по этой технологической схеме создана опытная установка производства ПБВ в ОАО «ДСТ №2, г. Гомель».

Известны установки для производства ПБВ по технологической схеме in-line, которая изображена на рис. 4 [14].

Суть технологического процесса по схеме в соответствии с рис. 4 сводится к переводу полимера из сухого состояния в жидкое путем экструзии и последующему смешению вязко-текучего полимера с нагретым до рабочей температуры битумом. При этом по ходу движения материалов одновременно осуществляются несколько процессов: экструзия полимера, сочетающаяся смешением и растворением образующегося расплава с некоторым количеством битума или пластификатора; смешение получающейся аномально вязкой жидкости с некоторым количеством битума и получение в результате полимерно-битумного вяжущего с высоким или супервысоким содержанием полимера; последующее смешение полимерно-битумного концентрата с основным потоком битума

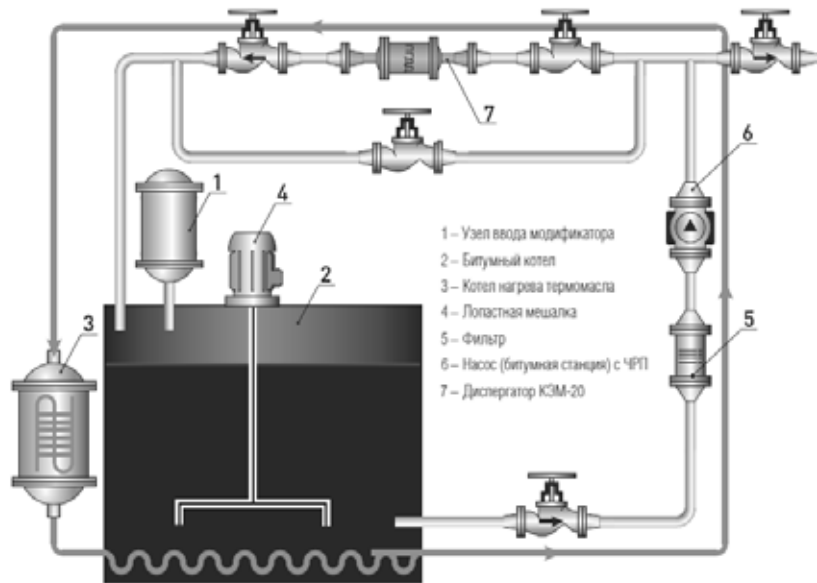


Рис. 2. Принципиальная схема установки производства ПБВ на базе штатного оборудования участка приема и хранения битума типового АБЗ



Рис. 3. Кавитационный диспергатор КЭМ-20

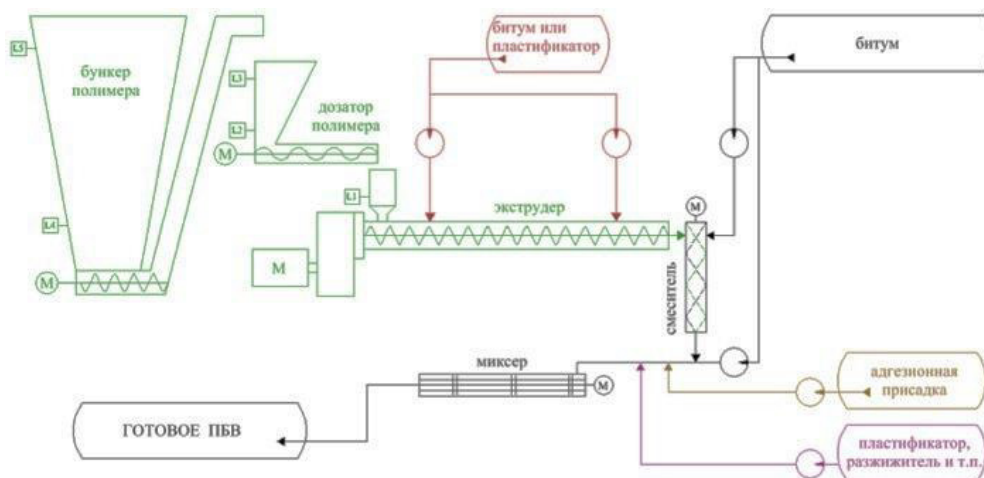


Рис. 4. Технологическая схема процесса приготовления ПБВ при помощи установки PMB Inline Mixer 10–15 t/h

в соотношениях, обеспечивающих требуемое содержание полимера в готовом ПБВ.

Процесс осуществляется поточно, в чистом режиме ин-лайн, то есть на входе в установку имеем битум и сухой полимер, на выходе — ПБВ, сразу готовое к использованию. В таком же режиме ин-лайн в вязущее в соответствии с рецептурой может быть добавлена адгезионная присадка или любой другой жидкий компонент, а также, например, дополнительное количество пластификатора или разжижителя. Температура битума на выходе из установки определяется температурой битума на входе. При возникновении потребности в приготовлении разжиженного битума, битума с адгезионной присадкой и т.п. энергетически мощный процесс экструзии задействовать не нужно, достаточно обычной работы дозирующих линий и миксера.

Говоря о процессе растворения полимера, следует отметить, что его растворимость тесно связана не только с соответствующей способностью битума, температурой самого битума, как это обычно отмечается в исследованиях о ПБВ, но и с температурой самого полимера,

а также с площадью границы раздела фаз. Чем выше температура полимера, чем выше площадь его соприкосновения с битумом, тем выше скорость растворения.

Следующим процессом по технологической схеме также является процесс смешения, но уже жидкостей с не столь различными вязкостями — полимерно-битумный концентрат и чистый битум. Кроме того, на этой стадии может быть добавлена адгезионная присадка и другие жидкие компоненты, если того требует рецептура. Смешение осуществляется эффективным динамическим миксером.

В качестве емкости готовой продукции предусматривается теплоизолированная вертикальная емкость с перемешиванием и обогревом.

На данный момент на рынке оборудования для производства ПБВ имеется широкий спектр установок и вариантов смесителей, с мешалками различных конфигураций к ним. Проблема переоборудования существующих АБЗ на технологические схемы производства АБС, на основе модифицированного ПБВ может быть решена в соответствии с типом модифицирующих материалов.

Литература:

1. Беляев, П. С. Решение проблемы утилизации полимерных отходов путем их использования в процессе модификации дорожного вяжущего/П. С. Беляев, О. Г. Маликов, С. А. Меркулов, Д. Л. Полушкин, В. А. Фролов// Строительные материалы. 2013. — №10, с. 38–41.
2. Belyaev, V. P. Improving Energy Efficiency of Bitumen Modification with Reclaimed Crumb Rubber/V. P. Belyaev, O. G. Malikov, S. A. Merkulov, P. S. Belyaev, D. L. Polushkin, V. A. Frolov// Components of Scientific and Technological Progress. — 2013, №1 (16) — с. 75–77.
3. Беляев, П. С. К вопросу о комплексном решении проблем экологии и качества дорожных покрытий/Беляев П. С., Маликов О. Г., Меркулов С. А., Полушкин Д. Л., Беляев В. П.//Вопросы современной науки и практики. Университет им. В. И. Вернадского. — 2012. № С39. с. 184–189.
4. Belyaev, V. P. Bitumen Modification with Recycled Polymeric Materials/V. P. Belyaev, O. G. Malikov, S. A. Merkulov, D. L. Polushkin, V. A. Frolov, P. S. Belyaev// Глобальный научный потенциал. — 2013, №9 (30). — с. 29–33.
5. Беляев, П. С. К вопросу получения резино-битумного концентрата для асфальтобетонных дорожных покрытий из изношенных автомобильных шин/Беляев П. С., Забавников М. В., Маликов О. Г.//Вестник Тамбовского государственного технического университета. — 2008. Т. 14. №2. с. 346–352.
6. Беляев, П. С. Получение резиобитумных композиционных материалов/Беляев П. С., Забавников М. В., Маликов О. Г. — Saarbrücken (Германия): LAP LAMBERT Academic Publishing, 2012. — 145 с.
7. Смеситель непрерывного действия для композиционных строительных материалов на основе нефтяных битумов/Забавников М. В., Беляев П. С., Маликов О. Г., Хабаров С. Н./патент на изобретение RUS 224765418.08.2003
8. Беляев, П. С. О перспективе комплексного решения проблем экологии и повышения качества дорожных покрытий/Беляев В. П., Беляев П. С., Полушкин Д. Л.//Перспективы науки. 2012. №32. с. 186–189.
9. Беляев, П. С. Исследование влияния резиновой крошки на физико-механические показатели нефтяного битума в процессе его модификации/Беляев П. С., Забавников М. В., Маликов О. Г., Волков Д. С.//Вестник Тамбовского государственного технического университета. — 2005. Т. 11. №4. с. 923–930.
10. УкрСтройМаш [Электронный ресурс]//: [сайт]. URL: http://www.ukrbudmash.com.ua/ru/modifiti_bitum_plant.htm (дата обращения: 25.06.2014).
11. Установки MASSENZA для производства полимер-битумного вяжущего [Электронный ресурс]//: [сайт]. URL: <http://www.massenza.ru/production/6-pbv.html> (дата обращения: 25.06.2014).
12. Асфальтные и асфальтобетонные заводы АБЗ Benninghoven в СНГ [Электронный ресурс]//: [сайт]. URL: <http://benninghoven.su> (дата обращения: 25.06.2014).
13. Военная инженерная корпорация [Электронный ресурс]// Технология и оборудование по производству полимерно-битумного вяжущего для типового асфальтобетонного завода: [сайт]. URL: <http://www.vicor.org.ru/v23.html> (дата обращения: 25.06.2014).

14. ENH engineering a/s [Электронный ресурс]//: [сайт]. URL: http://enh.dk/Products_PolymerModifiedBitumenPlants.html (дата обращения: 25.06.2014).

Исследование структурных параметров композиционных материалов методом рентгенодифракционного анализа

Кудашов Алексей Анатольевич, аспирант
Пензенский государственный университет

Рост интереса к наноконпозиционным материалам стимулировал значительную активность в исследовании их структуры и свойств для создания различных сенсорных устройств [1–10]. Одними из основных и универсальных экспериментальных методов определения строения материалов на уровне фазового состава и кристаллической структуры фаз являются рентгенодифракционные методы, основанные на анализе смещения, уширения и формы отдельных дифракционных пиков.

Поэтому целью работы является установление корреляции между структурными параметрами композиционных материалов на основе $\text{SiO}_2\text{-SnO}_2\text{-In}_2\text{O}_3$, исследуемых посредством рентгенодифракционного метода, и условиями их получения.

Методика получения композиционных материалов на основе $\text{SiO}_2\text{ — SnO}_2\text{ — In}_2\text{O}_3$ представлена в следующих работах [11–15].

Исследование качественного и количественного анализа композиционных материалов осуществлялось на рентгенодифрактометре ДРОН-3 по разработанной методике при напряжении и силы тока через рентгеновскую трубку соответственно равных (10–20) кВ и (5–15) мА.

Для идентификации рентгенограмм использовалось специальное программное обеспечение или графический анализ. На рисунке 1 представлены дифрактограммы пленок на основе $\text{SiO}_2\text{-SnO}_2\text{-In}_2\text{O}_3$, отожженных при различных температурах, а состав золь для их приготовления — в таблице 1.

Таблица 1. Температура отжига и состав золь для приготовления пленок на основе $\text{SiO}_2\text{-SnO}_2\text{-In}_2\text{O}_3$

№обр.	T, °C	Состав, %		
		SnO_2	In_2O_3	SiO_2
3	150	80	15	5
4	350	80	15	5
5	550	80	15	5

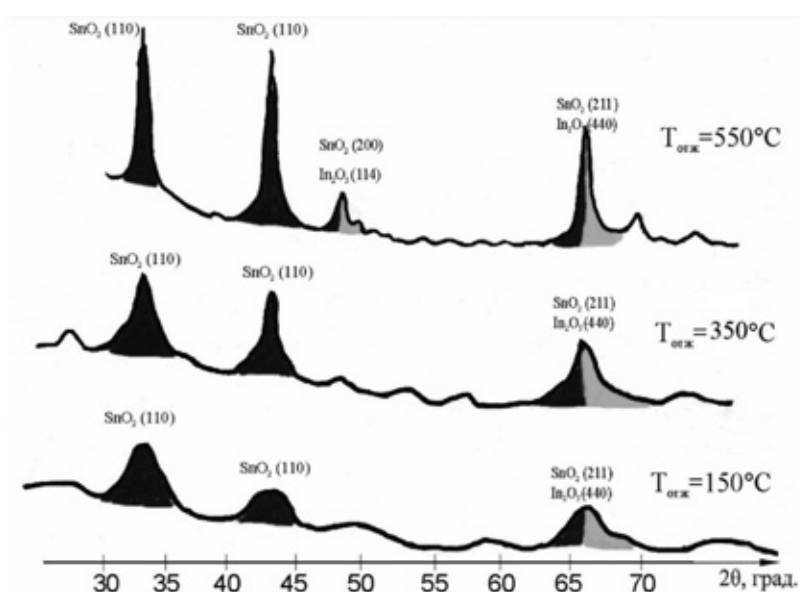


Рис. 1. Влияние температуры отжига на структурные параметры композиционных материалов

Анализ экспериментальных данных показывает, что значение полуширины линии рентгеновского рефлекса уменьшается с ростом температуры вплоть до 550°C, что объясняется испарением воды и спирта при относительном постоянстве структуры единого стягивающего кластера золь-гель системы [16] и согласуется с данными работы [17], где установлено, что, начиная с $T=345,7$ К, происходят процессы, связанные с разложением гидроксида олова. В то же время, при температуре около 400°C начинается кристаллизация олова, а при температурах 500°C получают типичные кристаллиты SnO₂ тетрагональной структуры. В работе [18] показано, что при температурах выше 380°C в системе SnO₂-SnO-Sn интенсивно идут процессы окисления монооксида олова и элементарного олова до SnO₂ ($2\text{SnO} + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{SnO}_2$; $\text{Sn} + \text{O}_2 \rightarrow \text{SnO}_2$) и распада монооксида олова ($2\text{SnO} \rightarrow \text{Sn} + \text{SnO}_2$), а в интер-

вале $200^\circ\text{C} \leq T \leq 380^\circ\text{C}$ протекает только окисление. Согласно фрактальной природе зольей [19, 20] наблюдаемый эффект связан с высокотемпературной обработкой, в результате которой происходит частичное схлопывание (вымирание) фрактальных агрегатов. С ростом температуры и времени воздействия на структуру увеличивается количество этих «вымерших» фракталов в получаемой пленке.

На основе анализа дифрактограмм получены основные структурные параметры решетки и положения дифракционных рефлексов, которые занесены в таблицу 2.

Исследовано влияния исходного состава зольей для приготовления образцов (таблица 3), отожженных при одинаковой температуре, на структурные параметры композиционных материалов. Фрагменты дифрактограмм исследуемых образцов представлены на рисунке 2, а результаты их анализа приведены в таблице 4.

Таблица 2. Основные параметры решетки и положения дифракционных рефлексов, при различных температурах отжига

№п/п	Химическое соединение	Индексы Миллера			$d_{(hkl)}$	2θ	$L,^\circ$		
		h	k	l			150°C	350°C	550°C
1	SnO ₂	1	1	0	3.32	33.6	2	1.2	0.66
2	SnO ₂	1	0	1	2.61	43.2	1.8	1	0.6
3	SnO ₂	2	0	0	2.37	48.5	-	-	0.5
	In ₂ O ₃	1	1	4					
4	SnO ₂	2	1	1	1.76	66,5	2.1	1.37	0.7
	In ₂ O ₃	4	4	0					

Таблица 3. Температура отжига и состав зольей для приготовления исследуемых образцов

№обр.	$T,^\circ\text{C}$	Состав, %		
		SnO ₂	In ₂ O ₃	SiO ₂
6	600	90	5	5
7	600	85	10	5
8	600	80	15	5

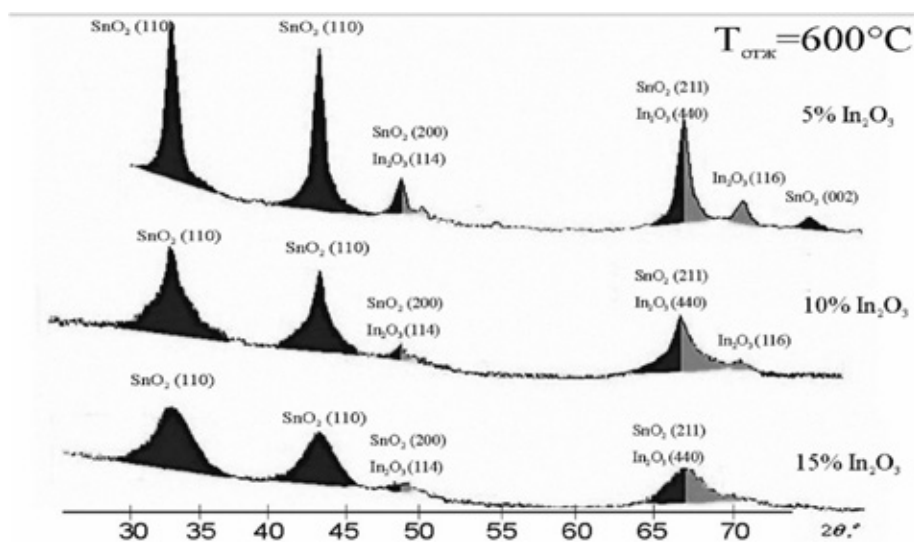


Рис. 2. Фрагменты дифрактограмм образцов различного состава

Таблица 4. Основные параметры решетки и положения дифракционных рефлексов для разного состава пленок SiO₂-SnO₂-In₂O₃

№ п/п	Химическое соединение	Индексы Миллера			d _(hkl)	2	L, °		
		h	k	l			5% In ₂ O ₃	10% In ₂ O ₃	15% In ₂ O ₃
1	SnO ₂	1	1	0	3.3	34	1.4	1.75	3
2	SnO ₂	1	0	1	2.6	43.8	1,3	2.3	2.7
3	SnO ₂	2	0	0	2.34	48.2	1	1.3	2.3
	In ₂ O ₃	1	1	4					
4	SnO ₂	2	1	1	1.73	66.7	1.2	2.2	3.5
	In ₂ O ₃	4	4	0					
5	In ₂ O ₃	1	1	6	1.632	72	0.9	1	-
6	SnO ₂	0	0	2	1.575	75.5	1	-	-

Уширение пиков, характерное для рефлексов фазы SnO₂ с увеличением состава In₂O₃, свидетельствует о том, что средний размер кристаллитов этой фазы меньше аналогичного для оксида индия. Причем такая разница в размерах частиц сохраняется для всех исследованных материалов. Образование гексагональной фазы оксида индия может быть объяснено наноструктурными эффектами, наблюдаемыми в дисперсном материале. В работах [21, 22] указывается на возможность реализации в нанокристаллических системах релаксационных процессов, способствующих снижению поверхностной энергии за счет перестройки кристаллической структуры в более плотные модификации, например, гранецентрированную кубическую решетку или гексагональную плотную упаковку.

Значения параметров кристаллической решетки, получаемых из результатов рентгенодифракционного анализа, представляют собой среднестатистические данные, усредненные в ходе анализа для среднеразмержного кристаллита, поэтому получаемая картина также представляет собой

среднестатистическое значение параметраов кристаллической решетки композиционных материалов в наноразмерных кристаллитах, усредненная как по размерам кристаллита, так и по изменению кристаллической решетки внутри кристаллита от внутренней области к поверхностным слоям. О возможном наличии таких изменений кристаллической решетки в поверхностном слое по сравнению с решеткой в объеме указывалось в работах [23, 24]. Учитывая тот факт, что средний размер кристаллитов в получаемом золь-гель методом материале находится в области наноразмеров, такое изменение параметра кристаллической структуры может распространяться на весь объем кристаллита и, как следствие, приводить к значительному отклонению параметров кристаллической решетки.

Таким образом, показана возможность управления структурными параметрами композиционных материалов за счет условий синтеза.

Литература:

1. Pronin, I. A., Averin I. A., Yakushova N. D., Dimitrov D. T., Krasteva L. K., Papazova K. I., Chanachev A. S., Vojinova A. S., Georgieva A. T., Moshnikov V. A. Theoretical and experimental investigations of ethanol vapour sensitive properties of junctions composed from produced by sol-gel technology pure and fe modified nanostructured ZnO thin films // Sensors and Actuators A: Physical. — 2014. — V. 206. — P. 88–96.
2. Пронин, И. А., Аверин И. А., Димитров Д. Ц., Мошников В. А. Чувствительность переходов ZnO-ZnO: Fe к парам этанола // Датчики и системы. — 2013. — №6 (169). — с. 60–63.
3. Аверин, И. А., Карманов А. А., Пронин И. А. Моделирование процессов газочувствительности полупроводниковых сетчатых композитов на основе SiO₂-SnO₂ // Труды международного симпозиума Надежность и качество, 2012. — Т. 1. — с. 214–216.
4. Pronin, I. A., Averin I. A., Kaneva N. V., Bozhinova A. S., Papazova K. I., Dimitrov D. Ts., Moshnikov V. A. Photocatalytic oxidation of pharmaceuticals on thin nanostructured zinc oxide films // Kinetics and Catalysis. 2014. — V. 55. — №2. — P. 167–171.
5. Аверин, И. А., Блохин Ю. Н., Луцкая О. Ф. Термодинамическое исследование условий синтеза слоев твердых растворов PbS_{1-x}Se_x // Неорганические материалы. — 1988. — Т. 24. — №2. — с. 219–222.
6. Пронин, И. А., Аверин И. А., Димитров Д. Ц., Карманов А. А. Особенности структурообразования и модели синтеза нанокомпозитных материалов состава SiO₂-MexOy, полученных с помощью золь-гель технологии // Нано- и микросистемная техника. — 2014. — №8. — с. 3–7.

7. Аверин, И. А., Пронин И. А., Мошников В. А., Димитров Д. Ц., Якушова Н. Д., Карманов А. А., Кузнецова М. В.. Анализ каталитических и адсорбционных свойств d-металлов-модификаторов диоксида олова // Нано- и микросистемная техника. — 2014. — №7. — с. 47–51.
8. Аверин, И. А., Пронин И. А., Карманов А. А. Исследование газочувствительности сенсоров на основе наноструктурированных композиционных материалов SiO₂-SnO₂ // Нано- и микросистемная техника. — 2013. — №5. — с. 23–26.
9. Аверин, И. А., Игошина С. Е., Карманов А. А., Пронин И. А. Моделирование образования золь-гель нанокомпозитных пленок // Труды международного симпозиума Надежность и качество. — 2013. — Т. 2. — с. 201–205.
10. Аверин, И. А., Аношкин Ю. В., Печерская Р. М. Исследование поверхностей слоев резистивных структур на низкоразмерном уровне // Нано- и микросистемная техника. — 2010. — №1. — с. 25–26.
11. Аверин, И. А. Управляемый синтез гетерогенных систем: получение и свойства: монография/Пенза: Изд-во Пенз. гос. ун-та., 2006. — 316 с.
12. Аверин, И. А., Печерская Р. М. Контролируемое изменение эксплуатационных характеристик чувствительных элементов и их временной стабильности // Нано- и микросистемная техника. — 2007. — №1. — с. 20–23.
13. Аверин, И. А., Печерская Р. М. Управление составом многокомпонентных систем // Известия вузов поволжский регион. Сер. Естественные науки. — 2006. — Вып. 5. — с. 185–191.
14. Аверин, И. А., Мошников В. А., Пронин И. А. Вклад поверхности газочувствительных композитов SnO₂-In₂O₃ в сенсорные свойства и селективность // Нано- и микросистемная техника. — 2013. — №9. — с. 19–21.
15. Аверин, И. А., Мошников В. А., Пронин И. А. Анализ влияния направленного легирования газочувствительного диоксида олова на формы и концентрацию адсорбированного кислорода // Нано- и микросистемная техника. — 2013. — №8. — с. 31–34.
16. Пронин, И. А., Аверин И. А., Мошников В. А., Якушова Н. Д., Кузнецова М. В., Карманов А. А. Перколяционная модель газового сенсора на основе полупроводниковых оксидных наноматериалов с иерархической структурой пор // Нано- и микросистемная техника. — 2014. — №9. — с. 15–19.
17. Ivanov, V. V., Sidorak I. A., Shubin A. A., Denisova L. T. Synthesis of SnO₂ powders by decomposition of the thermally unstable compounds. Journal of Siberian Federal University. Engineering & Technologies. — 2010. — P. 189–213.
18. Анищик, В. М., Конюшко Л. И., Ярмолович В. А., Горбачевский Д. А., Герасимова Т. Г. Структура и свойства пленок диоксида олова. Неорганические материалы, 1995. — Т. 31. — №3. — с. 337–341.
19. Максимов, А. И., Мошников В. А., Таиров Ю. М., Шилова О. А. Основы золь — гель технологии нанокомпозитов. Спб.:Элмор, 2007. — 254 с.
20. Гусев, А. И., Ремпель А. А. Нанокристаллические материалы. — М.: Физматлит, 2001. — 223 с.
21. Аверин, И. А., Пронин И. А. Особенности фазового состояния неравновесных термодинамических систем полимер-растворитель // Известия высших учебных заведений. Поволжский регион. Физико-математические науки. — 2012. — №2. — с. 163–169.
22. Аверин, И. А., Александрова О. А., Мошников В. А., Печерская Р. М., Пронин И. А. Типы фазового распада растворов полимеров // Нано- и микросистемная техника. — 2012. — №7. — с. 12–14.
23. Leonard-Jones, J. Расширение решетки в поверхностном слое кристалла // Proc. Roy. Soc. — 1925. — V. A107. — P. 157–163.
24. Аверин, И. А., Карманов А. А., Мошников В. А., Печерская Р. М., Пронин И. А. Особенности синтеза и исследования нанокомпозитных пленок, полученных методом золь-гель технологии // Известия высших учебных заведений. Поволжский регион. Физико-математические науки. — 2012. — №2. — с. 155–162.

Метод расчёта остаточного ресурса норий

Кузьмишкин Алексей Александрович, кандидат технических наук, доцент;

Гарькин Игорь Николаевич, аспирант

Пензенский государственный университет архитектуры и строительства

Рассматривается один из методов расчёта остаточного ресурса норий, используемых на предприятиях по хранению и переработке растительного сырья. Расчёт остаточного ресурса должен проводиться при экспертизе промышленной безопасности технических устройств (норий).

Ключевые слова: экспертиза промышленной безопасности, хранение и переработка растительного сырья, нория, техническое диагностирование.

В настоящее время в стране идёт интенсивное развитие сельского хозяйства. Для ежегодного прироста производства требуется поддерживать инфраструктуру по хранению и переработке растительного сырья в работоспособном состоянии. На текущий момент здания и сооружения, а так же технические устройства, эксплуатирующийся на территориях агропромышленных предприятий подлежат экспертизе промышленной безопасности [1..5].

Одним из самых распространённых технических устройств, в зданиях по хранению и переработке растительного сырья, являются нории.

Нория (рис. 1) предназначена для перемещения сыпучего материала по вертикали. Тяговый орган нории — резинотканевая плоская лента, рабочие органы — ковши. Нория состоит из двух барабанов: верхнего приводного и нижнего натяжного. На барабаны натянута норийная лента, на которой болтами закреплены ковши. Верхний барабан приводится в движение электродвигателем через редуктор. Верхняя часть нории — головка, нижняя — башмак. Головка и башмак нории соединены вертикальными трубами, в которых движется лента с ковшами.

Продукт, подлежащий перемещению, загружают в приемные патрубки, установленные на башмаке нории. Ковши поднимают его вверх, где под действием силы тяжести и центробежной силы он высыпается через разгрузочный патрубок нории в самотечную трубу. При поступлении продукта через приемный патрубок по ходу движения норийной ленты ковши только зачерпывают продукт. Если продукт подается через патрубок против хода движения норийной ленты, то, кроме зачерпывания, происходит досыпание ковшей продуктом, что увеличивает коэффициенты их заполнения. Поэтому патрубок, расположенный против хода движения норийной ленты размещен несколько выше патрубка расположенного по ходу ленты [6].

Для возможности проведения плановых ремонтов норий, а так же для возможности вовремя проводить реконструкции и замену оборудования необходимо во время экспертизы производить расчёт остаточного ресурса. Расчёт остаточного ресурса технических устройств производится на основании [7].

Согласно РД 26.260.004—91. остаточный ресурс оборудования может иметь не только до истечения расчётного срока службы, но и после него. Это обусловлено дей-

ствующими нормами и правилами расчёта сроков службы оборудования, предусматривающими обеспечение прочности и износостойкости изделий.

В ходе процедуры оценки и прогнозирования технического состояния установлено, что при эксплуатации норий наибольшему износу подвержен корпус башмака нории, у которого возможно истончение металла за счёт коррозионно-эрозионного износа, поэтому критерием предельного состояния технических устройств норий являются толщина металла стенки башмака нории, которая должна быть не меньше 50 % от начальной толщины металла. Начальная толщина металла (Ст 3 по ГОСТ 380—85) стенки башмака нории 3,0 мм.

При эксплуатации норий устанавливается коэффициент использования, который учитывает кол-во смен при работе цеха и проведение декадных остановок для профилактики оборудования.

Скорость уменьшения толщины металла стенок корпуса башмака нории за счёт коррозионно-эрозионного износа определяется по формуле:

$$V_{cm} = \frac{T_0 - T_{cp}^{\phi}}{t \cdot k},$$

где V_{cm} — скорость уменьшения толщины металла, мм;
 T_0 — начальная толщина металла стенки башмака нории согласно технического паспорта, мм;

T_{cp}^{ϕ} — среднее значение толщины металла стенки башмака норий

k — коэффициент использования оборудования;

t — время эксплуатации (лет).

Определяем прогнозируемый остаточный ресурс, учитывая сохранение скорости уменьшения толщины металла, за счёт коррозионно-эрозионного и абразивного износа.

$$\tau = \frac{T_{cp}^{\phi} - T_{cp}^{np}}{V_{cm}}.$$

где τ — прогнозируемый остаточный ресурс, лет;

T_{cp}^{ϕ} — фактическое среднее значение толщины металла стенки башмака нории, мм;

T_{cp}^{np} — предельно допустимое значение толщины металла стенки башмака нории, мм;

V_{cm} — скорость уменьшения толщины, мм/год.

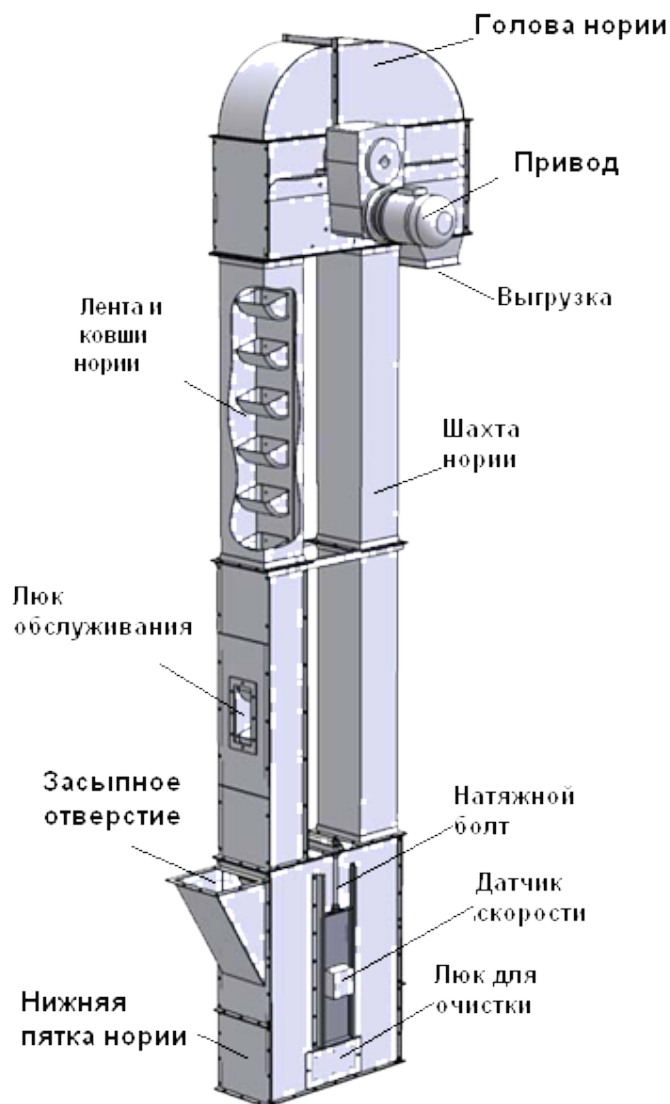


Рис. 1. Схематичное изображение норрии

Все необходимые замеры толщин стенок проводится специальным оборудованием (к примеру, ультразвуковым толщиномером УТ-301). Замеры стенок происходят в нескольких точках норрийных труб (кол-во точек зависит от высоты норрии). После замеров толщины с разных точек складываются и делятся на кол-во точек, с которых производились замеры. При замерах в обязательном порядке оформляется протокол ультразвуковой толщинометрии и акт визуального контроля, подписанный специалистом, аттестованным на данный вид деятельности.

В случае если остаточный ресурс не превышает 5 лет, то срок прохождения следующей экспертизы устанавливается на тот период времени, который получился исходя из расчёта. Во всех остальных случаях следующая экспертиза промышленной безопасности проводится через 5 лет.

При грамотной определении остаточного ресурса можно существенно снизить экономические издержки предприятия за счёт продления срока эксплуатации оборудования.

Литература:

1. Фадеева, Г.Д., Гарькин И.Н., Забиров А.И. Экспертиза промышленной безопасности зданий и сооружений: характерные проблемы [Текст] // Молодой ученый. — 2014. — №4. — с. 285–286.
2. 2 Федеральный закон от 21.07.1997 N 116-ФЗ (ред. от 02.07.2013) «О промышленной безопасности опасных производственных объектов»
3. Фадеева, Г.Д., Гарькин И.Н., Забиров А.И. Вопросы ценообразования при экспертизе промышленной безопасности зданий и сооружений // Современные научные исследования и инновации. 2014. №8 [Электронный ресурс]. URL: <http://web.snauka.ru/issues/2014/08/37151> (дата обращения: 14.08.2014).

4. Фадеева, Г.Д., Гарькин И.Н., Забиров А.И. Методы предотвращения аварийных ситуаций в зданиях для хранения и переработки растительного сырья [Текст] // Молодой ученый. — 2014. — № 14. — с. 65–67.
5. Фадеева, Г.Д. Решение проблем эксплуатации зданий промышленных предприятий [Текст]/Г.Д. Фадеева, И.Н. Гарькин // Молодой ученый. — 2014. — № 12. — с. 120–121.
6. <http://www.ooo-avg.ru/catalog/transportnoe-oborudovanie/zernovye-norii-dlya-zerna>
7. РД 26.260.004–91. «Руководящий документ. Методические указания. Прогнозирование остаточного ресурса оборудования по изменению параметров его технического состояния при эксплуатации».

Метод оценки износа зданий и сооружений

Кузьмишкин Алексей Александрович, кандидат технических наук, доцент;
 Гарькин Игорь Николаевич, аспирант
 Пензенский государственный университет архитектуры и строительства

Рассматривается один из метод оценки износа зданий и сооружений при проведении экспертизы промышленной безопасности. Грамотная и объективная оценка степени износа способствует повышению безопасности на производстве, и снижает экономические издержки при проведении плановых и капитальных ремонтов.

Ключевые слова: экспертиза промышленной безопасности, строительные конструкции, здания и сооружения, оценка износа.

Рост промышленного производства в реальном секторе экономики страны привёл к введению в строй новых, а так же восстановление заброшенных в 90-ые годы промышленных предприятий. Однако зачастую, как и новые, так и реконструированные промышленные здания в последнее время эксплуатируются с большой вероятностью обрушения [1..5].

Для снижения риска обрушений следует проводить обследование несущих конструкций [6..8] вновь вводимых в строй промышленных предприятий, в ходе которого необходимо выявить все имеющиеся дефекты, и дать рекомендации на их усиление [9,10].

Одной из основных задач обследования является оценка физического износа строительных конструкций. Оценка остаточного ресурса выполняется по методике, изложенной в [11,12]. Физический износ здания следует определять по формуле

$$\Phi_z = \sum_{i=1}^{i=n} \Phi_{ki} \times I_i,$$

где Φ_z — физический износ здания, %;
 Φ_{ki} — физический износ отдельной конструкции, элемента или системы, %;
 I_i — коэффициент, соответствующий доле восстановительной стоимости отдельной конструкции, элемента или системы в общей восстановительной стоимости здания;
 n — число отдельных конструкций, элементов или систем в здании.

Численные значения физического износа следует округлять: для отдельных участков конструкций, элементов и систем — до 10%; для конструкций, элементов и систем — до 5%; для здания в целом — до 1%.

Приведём в качестве примера результаты расчёта износа промышленного здания (было обследовано в 2012 году специалистами ООО ЦНЭПБ «ПРОМТЭК» в городе Пенза). И рассмотрим на рис. 1–4 дефекты

Таблица 1. Пример расчёт физического износа сооружения

Наименование элемента сооружения	Удельный вес конструктивного элемента по сборнику № 28, %	Удельный вес конструктивного элемента по приложению 2 ВСН 53–86 (р), %	Расчетный удельный вес элемента, %	Физический износ элементов сооружения, %	
				По результатам натурного обследования	Средневзвешенное значение
Фундаменты	4	9	14	10	1,4
Пол	11	10	4	15	0,6
Отмостка	3	20	7	15	1,05
Ограждающие конструкции	43	86	27	20	5,4

Продолжение таблицы 1

Наименование элемента сооружения	Удельный вес конструктивного элемента по сборнику № 28, %	Удельный вес конструктивного элемента по приложению 2 ВСН 53–86 (р), %	Расчетный удельный вес элемента, %	Физический износ элементов сооружения, %	
				По результатам натурного обследования	Средневзвешенное значение
Колонны	5	73	23	15	3,45
Подкрановые балки	11	14	10	15	1,5
Стропильные конструкции	16	45	27	20	5,4
Кровля	7	25	15	15	2,25
Итого физический износ сооружения:					21,05



Рис. 1. Скол защитного слоя колонн



Рис. 2. Замачивание ограждающих конструкций



Рис. 3. Частичные сколы подкрановой балки



Рис. 4. Трещина проходящая по деформационному шву

Литература:

1. Фадеева, Г. Д., Гарькин И. Н., Забиров А. И. Методы предотвращения аварийных ситуаций в зданиях для хранения и переработки растительного сырья [Текст] // Молодой ученый. — 2014. — № 14. — с. 65–67.
2. Гарькин, И. Н. Анализ причин обрушений промышленных зданий [Текст] / И. Н. Гарькин // Технические науки: проблемы и перспективы: материалы междунар. науч. конф. (г. Санкт-Петербург, март 2011 г.). — СПб.: Реноме, 2011. — с. 27–29.
3. Гарькин, И. Н., Гарькина И. А. Системные исследования при технической экспертизе строительных конструкций зданий и сооружений // Современные проблемы науки и образования. — 2014. — № 3; URL: <http://www.science-education.ru/117-13139> (дата обращения: 19.05.2014).
4. Гарькин, И. Н., Гарькина И. А. Анализ причин обрушения строительных конструкций промышленных зданий с позиций системного подхода // Альманах современной науки и образования. Тамбов: Грамота, 2014. № 5–6 (84) с. 48–51
5. Гарькин, И. Н. Обследование промышленных зданий: меры предотвращения обрушений // Промышленное и гражданское строительство в современных условиях. Материалы международной научно-технической конференции студентов. / Моск. гос. строит. ун-т. - М.: МГСУ, 2011 - с. 19–20.
6. Фадеева, Г. Д., Гарькин И. Н., Забиров А. И. Экспертиза промышленной безопасности зданий и сооружений: характерные проблемы [Текст] // Молодой ученый. — 2014. — № 4. — с. 285–286.
7. Фадеева, Г. Д., Артюхина О. В., Кормилицын А. Н. Обследование строительных конструкций промышленных предприятий (на примере предприятия ОАО «Пензхиммаш») // Современные научные исследования и инновации. 2014. № 10 [Электронный ресурс]. URL: <http://web.snauka.ru/issues/2014/10/39324> (дата обращения: 24.10.2014).
8. Фадеева, Г. Д., Гарькин И. Н., Забиров А. И. Экспертиза промышленной безопасности зданий и сооружений с крановыми нагрузками // Современная техника и технологии. — Июнь 2014. — № 6 [Электронный ресурс]. URL: <http://technology.snauka.ru/2014/06/3917> (дата обращения: 05.06.2014).
9. Гарькин, И. Н., Глухова М. В. Устранение неравномерных осадок зданий на ленточных фундаментах [Текст] // Молодой ученый. — 2013. — № 12. — с. 110–112.
10. Нежданов, К. К., Гарькин И. Н., Глухова М. В. Метод усиления железобетонных колонн // Кузбасс: образование, наука, инновации. Сб. мат. инновационного конвента. Кемерово, 2011 г. Том 1 с. 10–12.
11. ВСН 53–86 (р) «Правилами оценки физического износа зданий и сооружений». — М.: Госгражданстрой, 1988
12. Сб. № 28 «Укрупненные показатели восстановительной стоимости жилых, общественных зданий и здания и сооружения коммунально-бытового назначения для переоценки основных фондов». — М., 1970

Применение итерационного алгоритма Шульца в рекуррентных алгоритмах параметрической идентификации

Куроткин Виталий Анатольевич, аспирант

Московский государственный университет технологий и управления имени К. Г. Разумовского

В данной статье рассмотрен процесс исследования и реализации рекуррентных алгоритмов параметрической идентификации (на примере алгоритма Левенберга-Маркварда) в программной среде Unity Pro XL с использованием средств промышленной автоматики, в том числе — программируемых логических контроллеров Schneider Electric. В частности, в статье приведена разработка алгоритма итерационного поиска обратной матрицы с применением алгоритма Шульца.

Ключевые слова: параметрическая идентификация, рекуррентные алгоритмы идентификации, итерационного алгоритма Шульца, ПЛК, Schneider Electric.

Введение

В настоящее время предложено достаточно много методов и алгоритмов идентификации [1–4]. Большинство из них основано на методе наименьших квадратов и его модификациях. В условиях неопределённости широкое применение получили итерационные методы, обладающие рядом преимуществ: простота реализации, большое быстродействие, воз-

возможность получения состоятельных оценок. Некоторые конструктивные особенности в итерационные алгоритмы вносятся в процессе непосредственной реализации их в системах управления программируемых логических контроллеров (ПЛК), что связано с особенностями и свойствами исследуемого процесса или объекта.

Алгоритмы рекуррентной параметрической идентификации

Практически все рассматриваемые алгоритмы рекуррентной параметрической идентификации представляют собой нелинейные функции, поэтому получение аналитических оценок для большинства алгоритмов вызывает значительные трудности. Кроме того, для практических приложений важными являются такие параметры модели объекта, как высокий порядок дифференциального или разностного уравнения и произвольное количество входов. Поэтому сравнение алгоритмов выполнялось численным моделированием. Для получения достоверных убедительных результатов на основе численного моделирования необходимо с одной стороны иметь возможность получать достаточно разнообразные входные сигналы и возможность рассматривать различные типы параметрической нестационарности. С этой целью был создан программный пакет в среде Unity Pro XL v7.0 фирмы Schneider Electric, позволяющий выполнить поставленную задачу. В программном пакете предусмотрено моделирование входных сигналов по вероятностным распределениям: равномерное, нормальное, гамма, бета, экспоненциальное, Лапласа, Коши. Реализованы алгоритмы идентификации коэффициентов в авто регрессионном уравнении [1–5]: алгоритмы на основе P- и SP- подходов, алгоритмы Айзермана, Качмажа, Нагумо-Нода, МНК, РМНК, Аведьян, Растрингин, алгоритмы Цыпкина, фильтр Калмана, алгоритм Фактор забывания, алгоритм Левенберга-Маркварда.

Схема адаптивной системы управления с идентификатором представлена на рис 1. В исследуемой системе под объектом идентификации, подразумевалась модель технологического процесса, которая описывается как многомерный односвязный объект с наблюдаемыми входами и выходом [5]:

$$\hat{y}(n) = \sum_i C_i(n)X(n-i) + \sum_j A_j(n)\hat{y}(n-j) + v(n), \quad X(n) = \sum_{r=1}^L x_r(n);$$

Где n — шаг идентификации, C_i — статические параметры объекта управления, A_j — динамические параметры объекта управления, X — вектор наблюдаемых входов, x_r — входы модели объекта управления ($x_r \in X$), L — количество входов, \hat{y} — выход модели объекта управления, $v(n)$ — приведенный аддитивный шум.



Рис. 1. Адаптивная система с идентификатором

В рассматриваемой адаптивной системе (рис. 1) исследовалось применение различных рекуррентных алгоритмов в блоке идентификации. В частности, рассматривалось использование алгоритма Левенберг-Маркварда, как одного из наиболее эффективных.

В теории автоматического управления алгоритма Левенберг-Маркварда [2] (в векторной форме) для подстройки коэффициентов модели объекта управления выглядит следующим образом:

$$K[n] = K[n - 1] + (X[n]X^T[n] + \lambda * E)^{-1} \cdot X[n] \cdot (Y[n] - K^T[n - 1]X[n]),$$

Где $K[n]$ — идентифицируемые статические и динамические параметры (C_i и A_j), mn — шаг идентификации, X — вектор входов, Y — вектор выходов, E — единичная матрица, λ — константа идентификации.

На рис. 3 приведен пример реализации алгоритмов идентификации на языке функциональных блоков стандарта МЭК 61131-3 в программной среде Unity. Pro [7]. На рис. 4 представлен тренд работы алгоритма идентификации — реальные и идентифицируемые параметры.

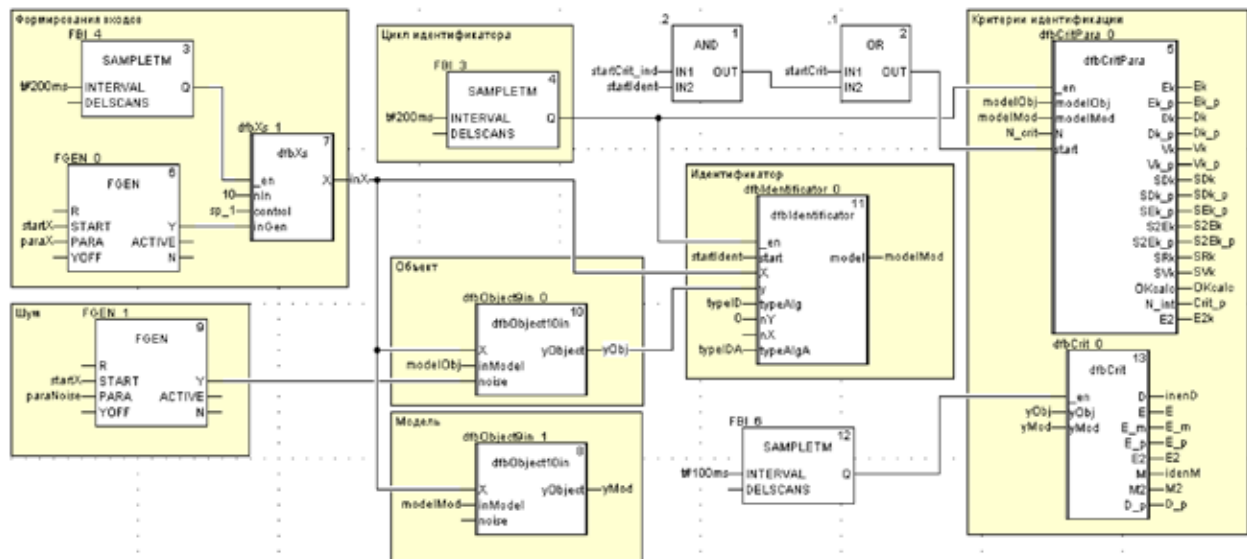


Рис. 2. Пример реализации алгоритмов идентификации в программной среде Unity. Pro

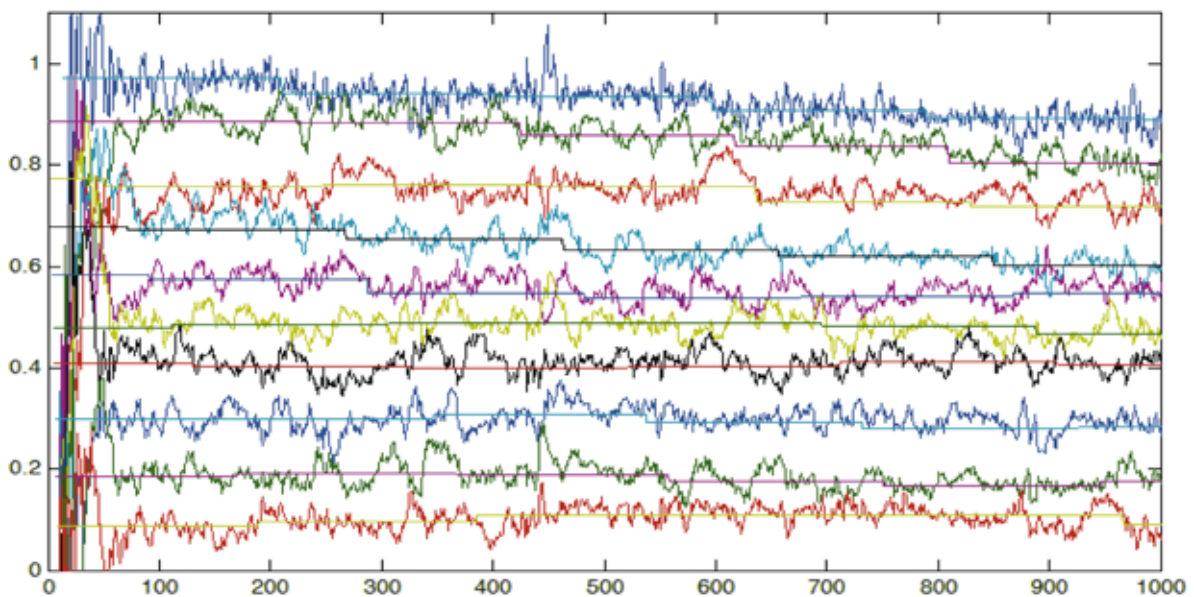


Рис. 3. Параметры объекта (вертикальные тренды) и параметры модели

Способы нахождения обратной матрицы

Как представлено выше, алгоритмы идентификации содержат требование нахождения обратной матрицы. Обратная матрица — это такая матрица A^{-1} , при умножении на которую исходная матрица A даёт в результате единичную матрицу E :

$$A \cdot A^{-1} = A^{-1} \cdot A = E$$

Квадратная матрица обратима тогда и только тогда, когда она невырожденная, то есть её определитель не равен нулю. В представленных выше алгоритмах идентификации поиск обратной матрицы осуществляется у заведомо квадратной матрицы $(X[n]X^T[n])$. Существуют точные (прямые) методы нахождения обратных матриц [6]:

- Метод Гаусса — Жордана. Сложность алгоритма — $O(n^3)$.
- С помощью матрицы алгебраических дополнений. Сложность алгоритма зависит от сложности алгоритма расчета определителя и равна — $O(n^2) \cdot O(\det)$.
- Использование LU/LUP-разложения. Сложность алгоритма — $O(n^3)$.

Итерационные методы нахождения обратных матриц:

- Итерационный метод Шульца. Зависит от матрицы начального приближения. Сложность алгоритма — $\leq O(n^3)$.

Поскольку рассматриваемые в этой статье алгоритмы идентификации обладают свойством рекуррентности и вычисляются итерационно — что наиболее удобно в программировании ПЛК и работе в режиме реального времени, то использование итерационного метода Шульца наиболее удобен в решение задачи поиска обратной матрицы. Этот алгоритм представляют собой рекуррентные соотношения, осуществляя которые мы получаем все более точное приближение к обратной матрице. В алгоритмах Гаусса и LU-разложения обратная матрица получается после фиксированного числа арифметических операций. А итерационный метод Шульца зависит от матрицы начального приближения, но, этот недостаток не так значителен, поскольку в любом случае мы получаем матрицу с элементами, точность которых ограничена вычислительной погрешностью.

Итерационный метод Шульца

Для квадратной невырожденной матрицы AA порядка nn можно найти обратную матрицу A^{-1} в результате последовательных приближений. Приближения также представляют собой квадратные матрицы — $U^{(0)}, U^{(1)}, \dots, U^{(k)}, \dots$ и имеют обратные матрицы — $\Psi^{(k)}$ [6].

Отклонение текущего приближения $U^{(k)}$ от искомой обратной матрицы можно оценивать величиной $\|\Psi^{(k)}\|$, где $\|\Psi^{(k)}\| = E - A \cdot U^{(k)}$. Равенство $\|\Psi^{(k)}\|$ нулю означает, что текущее приближение совпадает с обратной матрицей. Для оценки приближения $\|\Psi^{(k)}\|$ к нулю необходимо ввести ε — малое положительное число. Доказательство сходимости последовательности матриц $U^{(k)}$ к A^{-1} представлено в теореме о сходимости итерационного метода Шульца [].

Порядок действий при вычислении итерационного метода Шульца:

- 1) Присвоить $k = 0$. Задать $U^{(0)}$ — начальное приближение обратной матрицы; m — порядок метода.
- 2) Вычислить $\Psi^{(k)} = E - A \cdot U^{(k)}$
- 3) Вычислить $\|\Psi^{(k)}\|$. Если $\|\Psi^{(k)}\| \leq \varepsilon$, обратная матрица найдена $A^{-1} \equiv U^{(k)}$. Иначе перейти к пункту 4.
- 4) Найти следующее приближение по формуле:
 - a. $U^{(k+1)} = U^{(k)} \cdot \{E + \Psi^{(k)} + [\Psi^{(k)}]^2 + \dots + [\Psi^{(k)}]^m\}$
 - б) $k = k + 1$ и перейти к пункту 2.

На языке структурного текста МЭК61131-3 для ПЛК в программной среде Unity Pro XL v7.0 фирмы Schneider Electric, данный алгоритм будет выглядеть следующим образом:

```

k:=0;
REPEAT
  FOR i:=0 TO size DO
    FOR j:=0 TO size DO
      F[i][j]:=Im[i][j] - A[i][j] * U[i][j];
    END_FOR;
  END_FOR;

```

```

END_FOR;
FOR i:=0 TO size DO
  FOR j:=0 TO size DO
    U[i][j]:=U[i][j] * (Im[i][j] + F[i][j]);
  END_FOR;
END_FOR;
norma:=0.0;
FOR i:=0 TO size DO
  FOR j:=0 TO size DO
    norma:=U[i][j] * U[i][j];
  END_FOR;
END_FOR;
k:=k+1;
UNTIL
(k = 5000) OR (norma < E)
END_REPEAT;

```

Некоторые обозначения в коде управляющей программы для ПЛК: size — размер матрицы, $Im[i][j]$ — единичная матрица, $U[i][j]$ — приближение, $A[i][j]$ — матрица, обратную которой ищется в алгоритме, E — заданная точность обратной матрицы.

Заключение

Применение рекуррентных алгоритмов параметрической идентификации в адаптивных системах управления в режиме компьютерного моделирования, с физическими объектами и результатами измерений, требует значительные матричные вычисления, в том числе и нахождение обратной матрицы. Применение точных методов нахождения обратной матрицы не всегда приемлемо, поскольку точные методы сложны в программировании, а неточность итерационных методов компенсируется неточностью измерительных каналов, но обратная матрица может быть вычислена с любой заданной точностью. Использование итерационных методов позволяет разрабатывать алгоритмы, работающие в режиме реального времени.

Литература:

1. Isermann, R. Identification of Dynamic Systems/R. Isermann, M. Munchhof: Springer, 2011.
2. Льюнг, Л. Идентификация систем. Теория для пользователя. М.: Наука, 1991. — 432 с.
3. Методы классической и современной теории автоматического управления: В 3 томах/под ред. К.А. Пупкова, Н.Д. Егупова, М.: Изд. МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2004.
4. М.В. Жиров, В.В. Макаров, В.В. Солдатов. Идентификация и адаптивное управление технологическими процессами с нестационарными параметрами. М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2011. — 203, с.
5. Жиров, М.В., Макаров В.В., Куроткин В.А., Хохловский Т.В. Исследование и рациональный выбор рекуррентных алгоритмов идентификации в АСУТП. Материалы IX Международной научно-технической конференции. Техника и технология пищевых производств. 25–26 апреля 2013 года. Республика Беларусь, г. Могилев
6. Кормен, Т., Лейзерсон Ч., Ривест Р., Штайн К. Алгоритмы: построение и анализ, — М.: Вильямс, 2006.
7. Unity PRO. Control Block Library [Электронный ресурс]. 33002535.07. Schneider Electric 04/2009. — режим доступа к ресурсу: <http://www.schneider-electric.com/>.

Вариант технического решения проблем выверки оптических прицелов к снайперскому оружию

Кучин Семён Геннадьевич, аспирант
Курганский государственный университет

В статье актуализируются проблемы, возникающие при выверке оптических прицелов к снайперскому оружию и предлагается вариант технического решения реализацией авторского изобретения на примере оптического прицела ПСО-1М2.

Ключевые слова: выверка, изобретение, механический прицел, определение степени согласования оптической оси прицела с осью канала ствола, оптический прицел, снайперское оружие, техническое решение.

Практика эксплуатации снайперских винтовок в Вооружённых Силах Российской Федерации в настоящее время показывает, что, несмотря на поступление в подразделения новейших образцов, характеризующихся высокой кучностью и точностью боя, на сегодняшний день до сих пор остаются актуальными вопросы поиска новых технических решений, направленных на уменьшение времени для подготовки оружия с оптическими прицелами к боевому применению, в частности для упрощения процесса выверки прицельных приспособлений.

Выверка оптического прицела, т.е. «определение степени согласования оптической оси прицела с осью канала ствола [5, с. 214]» является одним из основных мероприятий по поддержанию снайперского оружия в постоянной готовности к боевому применению [1, с. 52]. От результата её проведения напрямую зависит точность стрельбы, поэтому нередко стрелки затрачивают длительное время и большое количество боеприпасов, для того, чтобы средняя точка попадания пуль совпадала с точкой прицеливания.

Упрощённо, алгоритм проведения выверки можно представить следующим образом: оружие, приведённое к нормальному бою, наводится на установленной дистанции (как правило — 100м) по механическому (открытому)

прицелу, затем, без изменения положения оружия, проверяется, куда направлен оптический прицел. В том случае, если оптический прицел оказывается наведённым в ту же точку, что и механический (открытый), то прицел считается выверенным [3, с. 100–102], в противном случае происходит регулировка прицела вращением микрометрических винтов механизмов выверки (рис. 1). По окончании всего процесса производится контрольная стрельба, по результатам которой оценивается качество выверки. При необходимости, указанные мероприятия повторяются до тех пор, пока стрельба не будет признана удовлетворительной.

Личный опыт эксплуатации снайперского оружия позволяет утверждать, что данный способ выверки оптических прицелов обладает существенными недостатками:

— алгоритм проведения выверки оптических прицелов не изменился с момента принятия на вооружение трёхлинейной винтовки Мосина в конце XIX столетия [4, с. 130–132]: он достаточно сложен по своей организации (рис. 2), к тому же, результат не отвечает требованиям точности — на практике приходится 3–5 раз осуществлять регулировку прицела и проводить контрольную стрельбу, что приводит к повышенному расходу боеприпасов и длительности всего процесса выверки;

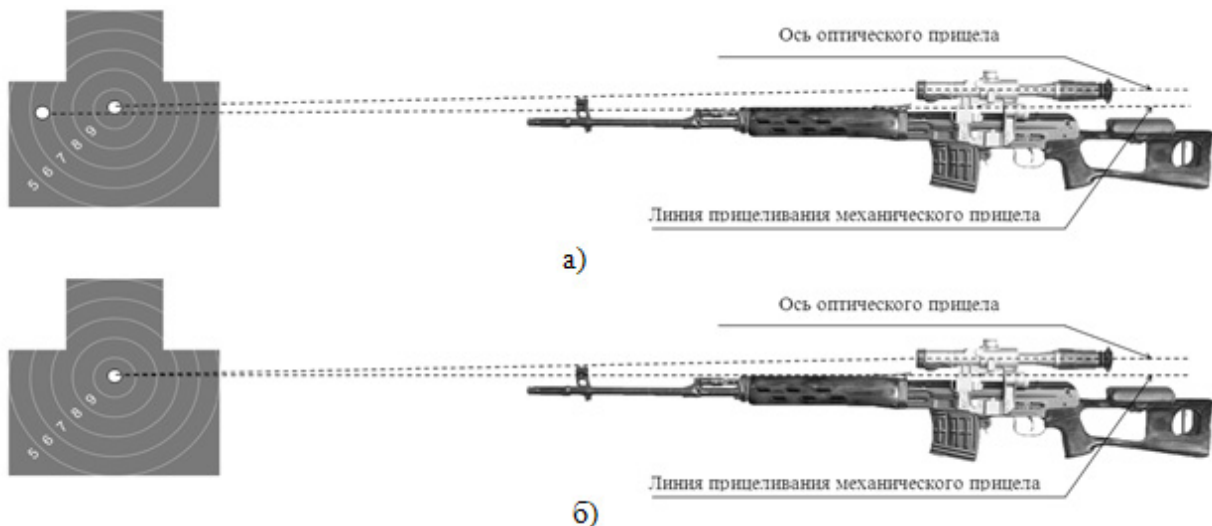


Рис. 1. Положение оси оптического прицела: а) до выверки; б) после выверки

— организация процесса выверки требует наличия у стрелка не только специальных знаний и навыков, но и дополнительных инструментов, приборов и приспособлений, не входящих в комплект оружия, таких как: щиты для выставления проверочных мишеней; проверочные мишени [1, с. 57]; прицельные станки [1, с. 59]; канцелярские кнопки, мел и т.д.; это делает процесс выверки достаточно трудоёмким и требует тщательной заблаговременной подготовки, что не всегда возможно в полевых условиях эксплуатации оружия;

— проведение контрольной стрельбы невозможно без издания письменного приказа командира войсковой части, что в условиях отдельно дислоцированного отделения достаточно проблематично.

Более того, даже после тщательно проведённой выверки, может возникнуть необходимость провести её повторно, так как оптическая ось прицела в процессе эксплуатации оружия способна изменять своё положение в пространстве, говоря другими словами, прицел может «сбиться»: во время чистки оружия, в результате случайного удара, во время

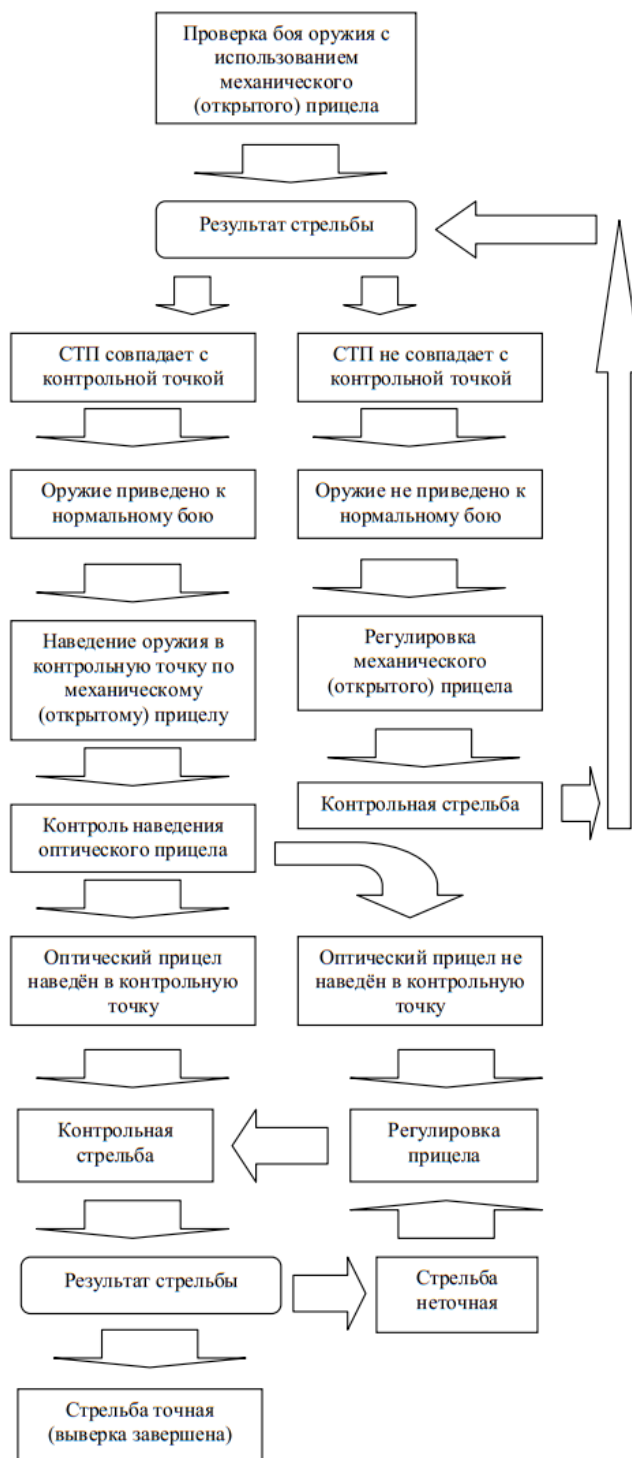


Рис. 2. Алгоритм выверки прицелов в настоящее время

стрельбы; даже однократное отсоединение и присоединение прицела может привести к появлению люфта в посадочных местах между кронштейном прицела и креплением на левой части ствольной коробки оружия — именно по этой причине опытные стрелки предпочитают не отсоединять прицел от оружия даже во время хранения, нарушая, тем самым, установленный порядок эксплуатации.

Вследствие указанных причин, использование даже самых современных образцов снайперского оружия не всегда может быть эффективным. Именно поэтому, в настоящее время необходим поиск и реализация такого технического решения, которое позволило бы:

- производить выверку оптических прицелов без использования дополнительных инструментов, приборов и приспособлений, не входящих в комплект оружия;
- уменьшить время на проведение выверки прицелов;
- упростить существующий алгоритм выверки;
- проводить эффективный периодический бесстрельбовый контроль степени согласования оптической оси прицела с осью канала ствола непосредственно перед применением оружия.

Решить поставленные задачи предлагается доработкой конструкции существующих в настоящее время оптических прицелов к снайперскому оружию на примере выбранного прототипа — прицела ПСО-1М2, который изготавливается ОАО «НПО Ижмаш» г. Ижевск [6] и централизованно поставляется в различные подразделения Вооружённых Сил России.

Суть технического решения заключается в следующем (рис. 3):

— в конструкцию оптического прицела ПСО-1М2 вводится блок выверки (поз. 7), жёстко связанный с корпусом и позволяющий механически ориентировать верхний (основной) угольник сетки прицела не по проверочной мишени, установленной на дальности 100 м, как происходит в настоящее время при выверке, а сразу — относительно механического (открытого) прицела по наблюдению стрелком «ровной мушки», благодаря тому, что длина сетки прицела увеличена и в её нижней части конструктивно предусматривается апертурное отверстие с диаметром равным диаметру зрачка глаза человека;

— апертурное отверстие (поз. 6) в блоке выверки используется в качестве диоптрического прицела во время проверки боя оружия с использованием механического (открытого) прицела, а в процессе выверки — в качестве автоматического связывающего узла между механическим (открытым) прицелом оружия и осью оптического прицела, так как сетка прицела и апертурное отверстие наносятся на одну стеклянную пластинку, закреплённую в каретке прицела.

Предлагаемое устройство работает следующим образом: оружие приводится к нормальному бою при присоединённом оптическом прицеле, с использованием апертурного отверстия (поз. 6) в нижней части сетки (поз. 9) оптического прицела в качестве диоптрического прицела, визирующим стрелком «ровной мушки» механического

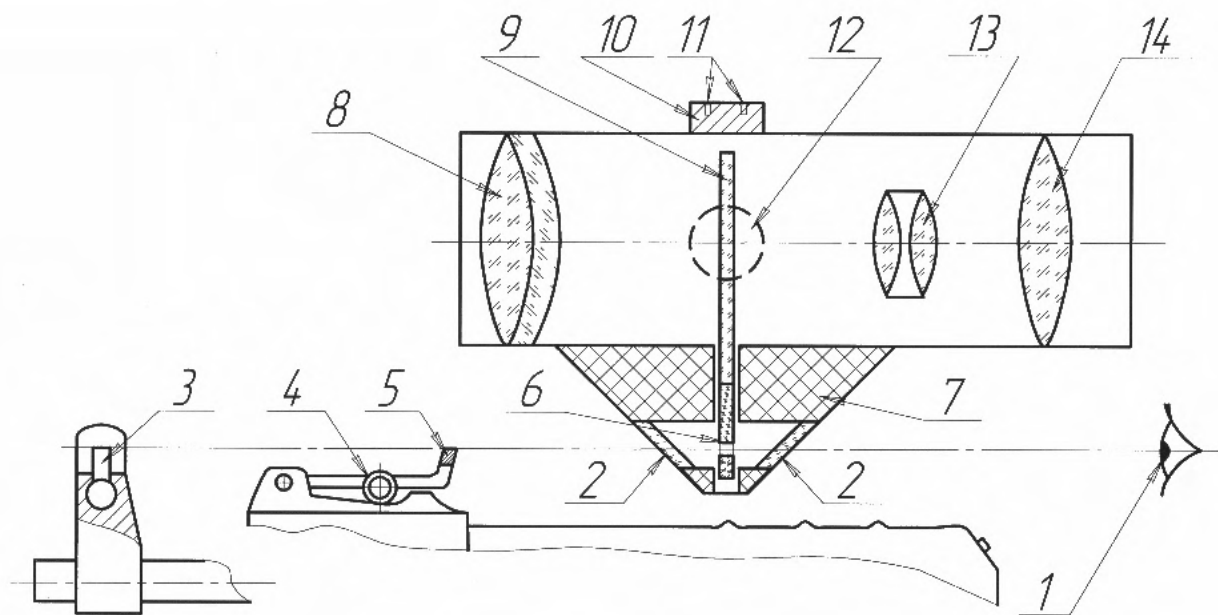


Рис. 3. Предлагаемый прицел, установленный на оружии при проверке боя: 1 — зрачок глаза стрелка; 2 — защитное стекло канала наблюдения блока выверки; 3 — мушка механического прицела; 4 — хомутик прицельной планки механического прицела; 5 — прорезь прицельной планки механического прицела; 6 — апертурное отверстие; 7 — блок выверки; 8 — объектив; 9 — сетка прицела; 10 — верхний маховичок; 11 — стопорные винты верхнего маховичка; 12 — маховичок боковых поправок; 13 — оборачивающая система; 14 — окуляр

прицела оружия через канал наблюдения блока выверки (поз. 7), который с обеих сторон закрыт прозрачными защитными стёклами (поз. 2).

Регулировка положения апертурного отверстия в горизонтальной и вертикальной плоскостях блока выверки (поз. 7) осуществляется путём вращения торцевых гаек оптического прицела, после ослабления стопорных винтов (поз. 11) верхнего маховичка (поз. 10) и стопорных винтов маховичка боковых поправок (поз. 12). При этом хомутик (поз. 4) прицельной планки механического прицела оружия устанавливается на то значение, при котором осуществляется приведение оружия к нормальному бою, согласно соответствующего Наставлению по стрелковому делу (для большинства образцов стрелкового оружия хомутик прицельной планки устанавливается на значение «3»).

Благодаря этому достигается высокая точность наведения оружия по механическому прицелу, так как визуально вершина мушки (поз. 3) будет находиться посередине верхнего среза прорези прицельной планки (поз. 5) механического прицела оружия только при одном положении зрачка глаза стрелка (поз. 1), а также только при одном положении апертурного отверстия (поз. 6) в нижней части сетки (поз. 9) оптического прицела.

Выверка оптического прицела осуществляется следующим образом:

— после приведения оружия к нормальному бою вышеописанным способом, хомутик прицельной планки (поз. 4) механического прицела оружия устанавливается на то значение, при котором осуществляется приведение оружия к нормальному бою согласно соответствующего Наставлению по стрелковому делу;

— вращением торцевых гаек оптического прицела необходимо добиться такого положения апертурного отверстия (поз. 6) в нижней части сетки (поз. 9) оптического прицела, при котором визуально вершина мушки (поз. 3) будет находиться посередине верхнего среза прорези прицельной планки (поз. 5) механического прицела оружия, т. е. будет наблюдаться «ровная мушка».

В результате, настройка необходимого положения основного (верхнего) угольника сетки прицела произойдёт автоматически, так как сетка прицела и апертурное отверстие нанесены на одной стеклянной пластинке, закреплённой в каретке прицела.

В том случае, если положение основного (верхнего) угольника сетки прицела изменилось в процессе эксплуатации (прицел «сбился»), его возможно восстановить по визированию стрелком вершины мушки, визуально расположенной посередине верхнего среза прорези прицельной планки механического прицела оружия («ровной мушки») через апертурное отверстие, регулируя положение последнего вращением торцевых гаек прицела,

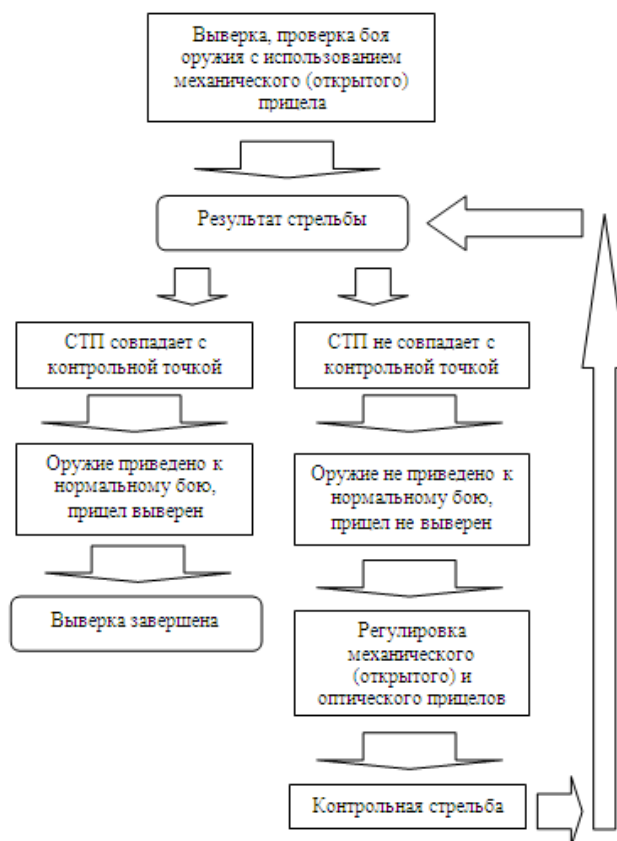


Рис. 4. Предлагаемый алгоритм выверки прицелов

без использования каких-либо дополнительных приспособлений и устройств.

Данное техническое решение позволит:

— проводить проверку боя оружия с использованием механического (открытого) прицела более эффективно, применяя при этом апертурное отверстие в блоке выверки в качестве диоптрического прицела, так как известно, что данный тип прицела дает самую высокую точность из всех возможных механических прицельных приспособлений [2];

— проводить выверку прицела одновременно с проверкой боя оружия по наблюдению стрелком «ровной мушки», меняя положение апертурного отверстия в канале наблюдения блока выверки, что позволит экономить боеприпасы и снизить время на подготовку снайперского оружия к боевому применению;

— при дальнейшей эксплуатации оружия, в случае случайного изменения положения оптической оси прицела после удара, падения и др., быстро и точно восстановить необходимое согласование без использования дополнительных инструментов, приборов и приспособлений, не входящих в комплект оружия, что существенно упростит существующий процесс выверки;

— после проверки боя оружия с использованием механического (открытого) прицела использовать любой аналогичный прицел в случае выхода из строя предварительно выверенного;

— уменьшить время на проведение выверки прицелов и упростить существующий алгоритм (рис. 4);

— проводить эффективный периодический бесстрельбовый контроль степени согласования оптической оси прицела с осью канала ствола непосредственно перед применением оружия.

Литература:

1. Мальцев, А. М. Азбука снайпера. Учебное пособие/канд. воен. наук полковник А. М. Мальцев. М.: Общевойсковая академия Вооружённых Сил РФ, 2000. — 66 с.
2. Милчев, М. Разновидности и опыт применения апертурных прицелов/М. Милчев // Ружьё. — 2008. — № 8. — с. 18–23.
3. Наставление по стрелковому делу: 7,62-мм снайперская винтовка Драгунова (СВД). М.: Воениздат, 1984. — 176 с.
4. Наставление по стрелковому делу (НСД-38): винтовка обр. 1891/1930 г. М.: Военное издательство Народного Комиссариата Обороны Союза ССР, 1941. — 136 с.
5. Огневая подготовка. Учебник — под ред. В. Н. Миронченко. М.: Воениздат, 2009. — 416 с.: ил.
6. Сайт предприятия «ОАО «НПО Ижмаш». [Электронный ресурс]. URL: <http://www.izhmash.ru> (дата обращения: 25.07.2014).

Использование технологии 3D-печати на этапе проектирования автомобильных компонентов

Махалин Александр Александрович, магистрант
Тольяттинский государственный университет (Самарская обл.)

В статье рассматривается практическое использование технологии 3D-печати на предприятии-поставщике автокомпонентов. Анализируются популярные методы и материалы для изготовления прототипов.

Ключевые слова: проектирование, прототипирование, 3D-печать, принтер, подготовка производства, фотополимеризация, пластик, панель приборов, оснастка, сборка, испытания.

В среде высокой конкуренции подготовка производства автомобилей производится в сжатые сроки, и особая ответственность лежит на поставщиках автокомпонентов. В связи с высокой неопределенностью при конструировании и для снижения последующих рисков при изготовлении деталей необходимо изготавливать прототипы методом печати на 3D принтере. Еще несколько лет назад прототипирование, казавшееся

сложным и дорогостоящим, приобретает повседневный характер. Предприятиям необязательно скупать ставшее доступным оборудование для печати, для начала достаточно найти подходящую компанию, которая изготовит несколько прототипов при помощи разных методов и материалов.

Использование рассматриваемой технологии позволит конструкторским и технологическим службам провести

подробную оценку дизайна, эргономики и собираемости изделия ещё на этапе проектирования, до запуска в серийное производство.

В качестве примера рассмотрим деталь интерьера «Облицовка панели приборов в сборе». Конструкция детали состоит из 2 планок и кожаной накладки

Изучив рынок услуг Тольятти, Самары и ближайших городов, мы обнаружили, что большинство компаний неспособны изготовить детали, оставшиеся предлагали очень дорогостоящий и долгий процесс изготовления с отклонением от технологии печати на принтере (литье

пластмасс в силиконовые формы). Основная проблема при печати заключалась в расположении на детали большого количества навесных элементов и зацепов.

В г. Москве компаний, которые смогли бы изготовить данные детали, также оказалось мало, большинство не давали гарантию на точность изготовления. Только одна компания гарантировала точное изготовление, с ней и был заключен договор на оказание услуг.

Параллельно был размещен заказ на и вырубку и шивание кожаных элементов деталей, трудностей при этом не возникло, данный рынок услуг широко представлен.

Таблица 1. Конструкция детали «Облицовка панели приборов в сборе»

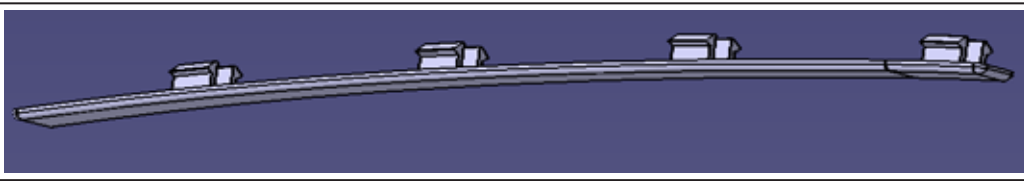
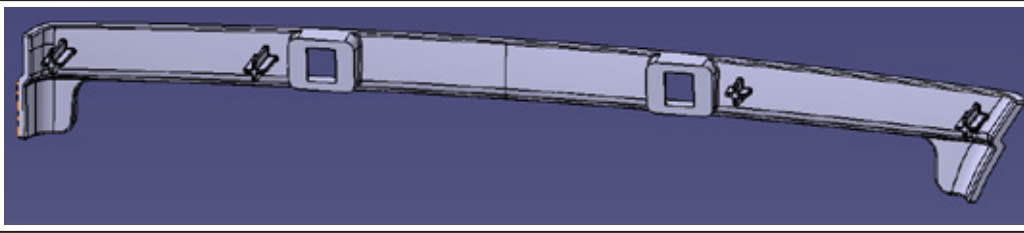
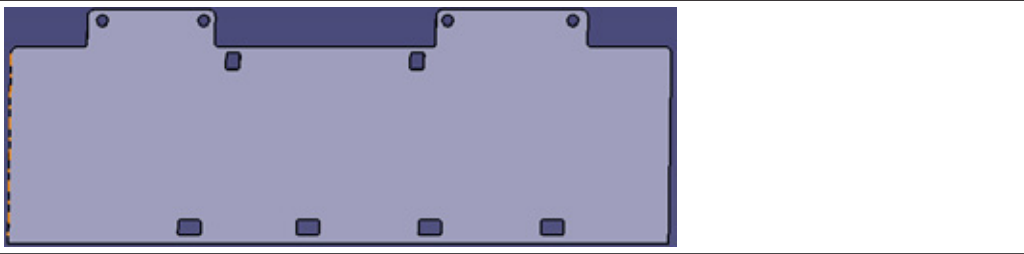
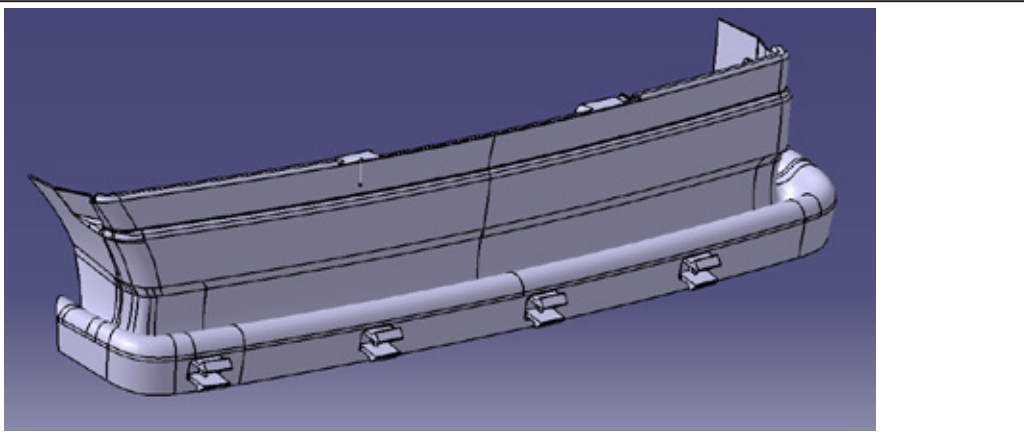
1. Верхняя планка	
2. Нижняя планка	
3. Кожаная накладка	
4. Деталь в сборе	

Таблица 2. Сводная таблица по работе с поставщиками услуги

Город	Количество отправленных ТКП	Количество полученных ответов
Тольятти	4	1
Самара	5	1
Москва	10	2
Санкт-Петербург	4	0

С момента запроса коммерческого предложения и до получения деталей прошло 10 дней.

Для печати деталей применялась установка быстрого прототипирования E envision TEC ULTRA®, использующая технологию Фотополимеризации, заключающуюся в отверждении жидких фотополимерных смол, за счет облучения ультрафиолетовым лазером. Основное преимущество таких принтеров — высокое разрешение, гладкая поверхность изделия, практически не требующая дополнительной обработки. Точность печати на данном оборудовании $\pm 0,6\text{ мм}$. Детали изготавливались из непрозрачного фотополимера желтого цвета SI500, это аналог ABS-пластика.

После проведения монтажных испытаний оказалось, что геометрия деталей соблюдается, а размеры не соответствуют конструкторской документации. Погрешность деталей оказалась больше, чем было заявлено изготовителем прототипов ($+0,6\text{ мм}$). После печати материал

дал усадку по периметру, примерно на 2–3 мм. Это усложнило процесс сборки, но после механического исправления (обработка напильником, наждачной бумагой) деталей, проблема была частично решена. По результатам переговоров потребитель принял решение об изменении конструкции верхней планки — удлинение краев планки и разворот зацепов.

Так как изготовитель не справился с поставленной задачей, нами начался процесс поиска нового. На этот раз поиск осуществлялся через изготовителей технологической оснастки и штампов. Одна из рекомендованных компаний давала точность деталей по осям X, Y: 0,1–0,2 мм. На ней и остановили свой выбор. Как видно из рисунка 1, конструкция детали полностью менялась.

С момента запроса коммерческого предложения и до получения деталей прошло 12 дней. Новые детали печатались из ABS-пластика методом FDM (послойная укладка полурасплавленной нити) на профессиональном

Таблица 3. Вид готовых изделий



Рис. 1. Модель исправленной детали

оборудованием американской фирмы Stratasys. Детали были изготовлены согласно конструкторской документации с минимальными отклонениями.

Новый вариант верхней облицовки не удовлетворил заказчика, вес детали увеличился на 4 грамма, что тянуло за собой повышение цены на изделие и оснастку.

После механического исправления, технологам удалось придать прототипу окончательный вариант, он представлен ниже в виде математической модели.

При работе с прототипами была обнаружена проблема, из-за высоких требований к точности детали получались хрупкими. Причина этого — применяемая методика. Принцип создания такой детали заключается в горячей экструзии. С помощью экструдеров материал расплавляется до температуры плавления, после чего подается через головки (сопла) на матрицу (платформу),

где постепенно слой за слоем создается прототип. Хрупкость детали можно легко решить за счет пропитки клеем для работы с ABS-пластиком.

Еще одним недостатком прототипа является ярко выраженная рельефная поверхность. Стоит оговорить, что при плавлении материал распространяется во все стороны, контролировать этот процесс практически невозможно. Но из-за невысокой стоимости готового прототипа эту проблему можно не рассматривать.

Через 6 дней был получен исправленный прототип, который был одобрен без замечаний.

Финальной стадией решения проблемы стала передача результатов совместного анализа изготовителю оснастки, для окончательного оценивания технологичности данных мероприятий. Ответ был положительный, и новая конструкция изделия была утверждена для производства.



Рис. 2. Измененная детали «Облицовка верхняя»

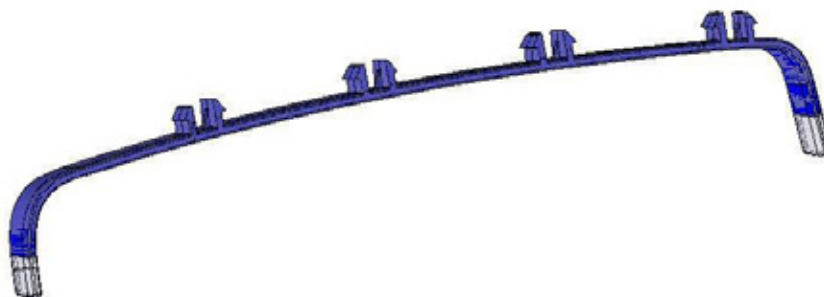


Рис. 3. Окончательный вариант детали «Облицовка панели приборов верхняя»

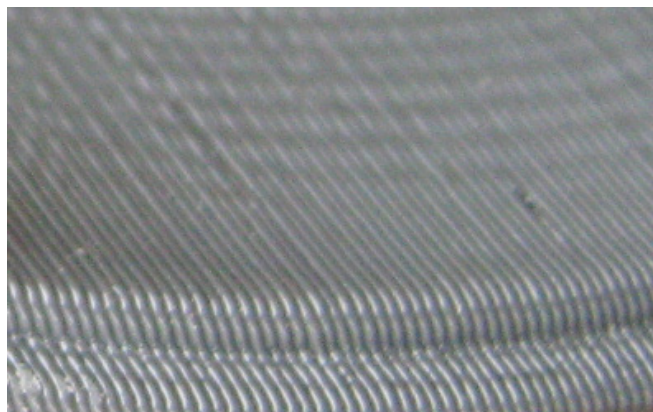


Рис. 4. Поверхность детали

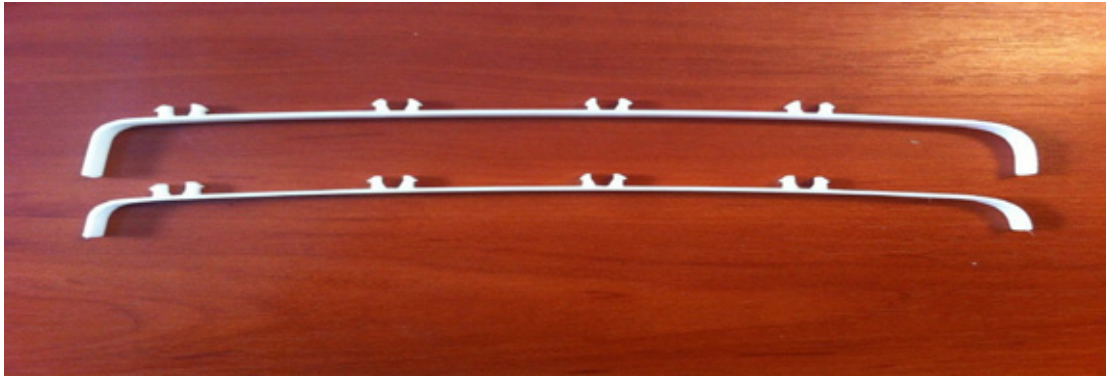


Рис. 5. Измененная деталь в сравнении с предыдущим вариантом



Рис. 6. Деталь в сборе

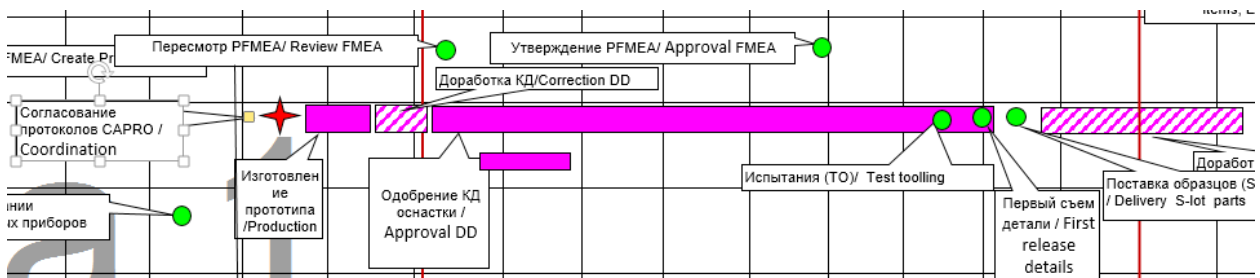


Рис. 7. Задокументированный этап прототипирования в Календарном плане изготовления детали

После проведения монтажных испытаний конструкция детали была одобрена окончательно. Прототипы позволили на живом примере оценить конструкцию будущих деталей, *технологичность, эргономичность*, а также оперативно связаться с изготовителем для предотвращения изготовления несоответствующей оснастки.

В настоящее время изготовление прототипов применяется для сложных узлов и механизмов. Для минимизации потерь и сроков при подготовке производства мы предлагаем в обязательном порядке применять прототипирование деталей любой сложности перед одобрением старта производства серийной оснастки (CAPRO).

Литература:

1. Махалин, А. А. Контроль качества изготовления пресс-форм для литья пластмасс под давлением // Наука, техника и образования // Научн. методич. жур. №3. Москва: Изд. «Проблемы науки», 2014 — С — 58–62.
2. Махалин, А.А., Нахратова Г.В. Повышение качества сборки пластмассовых изделий при помощи ультразвуковой сварки // Технические науки — от теории к практике // Сб. ст. по материалам XXXIV междунар. науч.-практ. конф. №5 (30). Новосибирск: Изд. «СибАК», 2014. — с. 76–81.2. Нахратова Г. В.

3. Махалин, А. А. Повышение эффективности контроля качества за счет применения методики QC story // Наука, техника и образования // Научн. методич. жур. №3. Москва: Изд. «Проблемы науки», 2014 — С — 62–65.
4. Махалин, А. А. Проблемы применения процедуры ANPQP // Технические науки — от теории к практике // Сб. ст. по материалам XXXVIII междунар. науч.-практ. конф. №9 (34). Новосибирск: Изд. «СибАК», 2014. — С 20–25.

Энергоаудит. Виды энергоаудитов. Энергоаудит в Казахстане

Махамбетов Олжас Казбекович, старший преподаватель;

Темиргали Бауыржан Сакенович, студент

Карагандинский государственный технический университет (Казахстан)

Существует множество факторов, определяющих важность и целесообразность проведения энергетического обследования, объясняющих, почему пользователю энергии следует доверять его результатам. Особенно важным аспектом при проведении энергоаудита является дополнительная выгода от того, что исследование проводится квалифицированным специалистом, а не случайным работником компании. Чаще всего, большим доверием у руководителей пользуются рекомендации профессионального консультанта, а не советы персонала.

Энергетический аудит (энергоаудит) — сбор, обработка и анализ данных об использовании энергетических ресурсов в целях оценки возможности и потенциала энергосбережения и подготовки заключения.

Энергопотребление растет повсеместно. И это уже давно стало серьезной проблемой глобального характера. Энергоресурсы не безграничны, но это даже не главная проблема. Они, конечно, вариативны: истощится нефть, тогда придет время более широко применять другие топливные источники. Технологии подтянутся, собственно говоря, они уже существуют, просто нефтяное лобби не дает им раскрыться. Но есть и другая сторона медали: стоимость, цена вопроса.

Шестимиллиардное население Земли наращивает энергопотребление. Сегодня почти в каждом доме сосредоточены десятки электроприборов. А предприятия, организации подобной техникой насыщены «под завязку». Тарифы на энергоносители постоянно растут, и эта статья расходов «влетает в копеечку» всем. Наиболее продвинутые, мудрые руководители заказывают **энергоаудит** своих фирм, дабы просчитать точно: сколько и где теряется, как можно избежать потерь, что конкретно нужно сделать, чтобы стать современным, стабильно развивающимся предприятием, не отягощенным шлейфом избыточных энергозатрат.

Различают несколько видов энергоаудита, в зависимости от той энергии, которую используют исследуемые объекты. Это аудит систем теплоснабжения и теплопотребления, комплексов электроснабжения и электропотребления, и общий, для обоих видов. В зависимости от этих особенностей, от структурной сложности пред-

приятия и ряда других факторов и сроки организации аудита разнятся: от 2–3 месяцев для малых предприятий до года для крупных [1, с. 25].

В целях сокращения времени на расчет по энергосбережению и энергопотреблению будет правильно если применить **программные обеспечения по энергоаудиту**. Компьютерные программы позволяют специалистам сократить время и помимо этого сделать точные расчеты по полученным данным. Программный комплекс «Comfort» выполняющий расчеты при проектировании систем отопления уже используется опытными специалистами. При расчетах по энергопотреблению предприятия требует определенного срока. Используя программы по расчетам энергопотребления и энергоэффективности можно снизить трудоемкость этой работы. Программы такого рода не достигли достаточно высокого уровня использования на практике. Создание программ по энергоаудиту сократила бы проведение энергоаудита на значительные сроки и быстрому проведению энергосберегающих мероприятий.

Комплекс методов обследования включает внешний осмотр, капиллярную дефектоскопию, ультразвуковой контроль, тепловизионную диагностику и ряд других способов, технологических приемов.

Аудиты могут выполняться для всех типов оборудования (в жилом секторе, в коммерческих зданиях и на промышленных предприятиях) и могут охватывать, как все оборудование, так и ограничиваться его частью, агрегатами или технологическим процессом/системой. Все подсистемы энергоснабжения (электричество, газ/нефть, вода, стоки/обработка отходов, пар и так далее) могут быть включены в аудит, который может также содержать параметры экологического влияния (особенно при рассмотрении хладагентов, выбросов на котельных и в химических процессах).

Энергоаудиты могут проводиться для подавляющего большинства оборудования при заключении перформанс-контрактов, для подтверждения выполнения государственных законов и норм, для корпоративного энергетического планирования, а также **способствовать финансированию проектов**.

Для энергетиков и менеджеров предприятий важно знать все виды энергоаудитов, как лучше всего определить вид аудита, ведущий к достижению целей проекта без излишней сложности, временных задержек и денежных затрат.

Задачи энергоаудита:

— Выявить источники нерациональных энергетических затрат и неоправданных потерь энергии;

— Разработать на основе технико-экономического анализа рекомендации по энергосбережению и повышению энергоэффективности.

По результатам энергоаудита составляется заключение по энергосбережению и повышению энергоэффективности. Заключение энергоаудита выдается на фирменном бланке юридического лица, осуществлявшего энергоаудит.

В результате энергоаудита:

— Дается оценка эффективности использования ТЭР;

— Раскрываются причины выявленных нарушений и недостатков;

— Определяются резервы экономии ТЭР;

— Предлагаются технические и организационные энергосберегающие решения с указанием прогнозируемой экономии в натуральном и стоимостном выражениях и оценкой стоимости их реализации.

Энергетические объекты и инфраструктура Казахстана нуждаются в скорейшей модернизации. Согласно оценкам, более 90 % газовых турбин, почти 60 % паровых турбин и 33 % паровых котлов отработали не менее двадцати лет. Передающие электросети отличаются низкой эффективностью, а потери при передаче и распределении оцениваются на уровне 15 % от объема производимой электроэнергии.

Капиталовложения необходимы не только для производителей электроэнергии, но и для ее конечных потребителей: львиная доля казахстанских промышленных предприятий потребляет гораздо больший объем энергии для производства (до пяти раз), чем аналогичные предприятия в западных странах. И происходит это главным образом из-за устаревших технологий и оборудования.

Надежное энергоснабжение — одна из основных задач в достижении амбициозных целей, поставленных правительством Казахстана на пути к устойчивому экономическому росту на ближайшие годы. В соответствии со стратегией модернизации страны, которая выполняется в рамках государственной программы форсированного индустриально-инновационного развития на 2010–2014 годы, за этот период ожидается прирост ВВП на 50 %. Это, в свою очередь, предполагает ежегодный рост потребности в электроэнергии в среднем на 3 %.

В этой связи, важной задачей на сегодняшний день является энергосбережение и повышение энергоэффективности как одно из приоритетных направлений экономической политики многих частных компаний и государственных учреждений, которые ориентированы на динамичное развитие, как в плане снижения издержек на производство товаров и услуг, так и в соответствии

с общей направленностью государственных программ, нацеленных на снижение энергоемкости экономики страны [2, с 72].

П. 5. статья 16. Энергоаудит Закона РК «Об энергосбережении и повышении энергоэффективности» от «13» января 2012 г.:

Субъекты Государственного энергетического реестра, за исключением государственных учреждений, обязаны в течение трех лет со дня введения в действие настоящего Закона получить заключение по результатам проведения энергоаудита [3, 32]

Энергетический аудит предприятий проводится с целью оценки эффективности использования организациями топливно-энергетических ресурсов (электрической и тепловой энергии, природного и попутного газов, твердого топлива, нефти и продуктов ее переработки), выявления возможности экономии ресурсов и разработки комплекса мер по энергосбережению.

Выгода от внедрения мер по энергосбережению и повышению энергоэффективности:

— Снижение расходов на энергоресурсы — годовая экономия потребляемых энергоресурсов может в среднем составлять от 10 % до 30 %;

— Снижение себестоимости произведенных товаров и услуг;

— Повышение качества произведенных товаров и услуг;

— Повышение конкурентоспособности предприятия;

— Снижение рисков, связанных с повышением тарифов, нестабильной или неправильной работы инженерных систем.

Таким образом, энергоаудит необходим в том случае, если руководство предприятия, либо учреждения приняло для себя курс на снижение затрат на энергоресурсы, повышения качества производимой продукции, и повышения уровня энергетической безопасности предприятия.

Виды энергоаудита.

Энергоаудит — Standart. Включает в себя:

Анализ удельного потребления энергоресурсов зданием и сравнение с нормативными показателями предельного вероятных причин сверхнормативного потребления энергоресурсов (для тех зданий, уровень потребления которых находится выше нормативного), а также определение имеющегося потенциала по энергосбережению

Выдача рекомендаций по устранению вероятных причин сверхнормативного потребления:

Оценка экономической эффективности мероприятий по энергосбережению;

Определение приоритетности мероприятий по энергосбережению, исходя из энергетических и экономических показателей.

Стоимость энергоаудита составляет:

для зданий с общей площадью до 5000 м² — от **320000** тенге;

для зданий с общей площадью от 5000 м² до 100000 м² — от **450000** тенге.

Аудит насосных систем

Почти 20% мирового потребления электроэнергии приходится на насосные системы, однако из-за ряда причин (износ оборудования, неправильный подбор или неоптимальный режим эксплуатации) значительная часть этой электроэнергии используется нерационально. Особенно актуальна эта проблема для предприятий осуществляющих водо- и теплоснабжение городов, а так же для крупных промышленных предприятий, ведь там, зачастую, эксплуатируется насосное оборудование мощностью в сотни и тысячи киловатт. Предлагаемая нашей компанией услуга — Аудит Насосных Систем, позволит выявить и устранить существующие недостатки в работе насосного оборудования и существенно сократить затраты предприятий на электроэнергию.

Аудит Насосных Систем производится посредством мобильного измерительного комплекса разработанного специалистами компании GRUNDFOS, и включает в себя:

- анализ режимов работы существующих насосных систем и потребления электроэнергии;
- проведение, в случае необходимости, измерений на объекте с помощью специального оборудования. Полученные данные накапливаются для последующего анализа и подготовки рекомендаций;
- оценка экономической целесообразности замены насосов на более энергоэффективные;
- оптимизация капиталовложений в модернизацию и расчет точного срока возврата инвестиций.

Виды энергоаудитов

Сложность и документация, требуемая для предоставления отчета, возможности бюджета и так далее — вот что обычно диктует финансирование определенного вида аудита. Так, как аудиты сами по себе выполняются для конкретных нужд, они могут подразделяться по объему, масштабам и содержанию. Хотя и нет никаких общих правил, кроме понятий «трудно» или «быстро», большинство аудитов могут относиться к одному из 3 следующих видов:

А. Аудит «Быстрого просмотра» (АБП)

(простой, предварительный, демонстрационный, «сквозной»)

АБП — простейший, самый быстрый и наиболее дешевый вид аудита. Его целью является создание «общей картины» предприятия, его технологических процессов или энергосистем и затем оценка потенциальных энергосбережений. Для него требуется только основная информация об использовании энергии и производстве продукции, а также визуальная инспекция во время «быстрого просмотра» предприятия для определения оперативных возможностей сбережений. В это время проводится мини-опрос рабочего персонала. (Подробные измерения, установка счетчиков и тестирование оборудования — все это обычно НЕ выполняется для этого типа аудита).

Обычно этот тип аудита не захватывает основные проблемы и учитывает только ЭСМ с простым сроком оку-

паемости. Быстрое сравнение Индексов Энергоиспользования (EUI = Energy Use Index) в БТЭ/квадратный фут (БТЭ= Британская Тепловая Единица = 1055.8 Дж) с промышленными стандартами, публикуемыми в печати, может обеспечить быструю оценку возможного потенциала сбережений. Форма конечного отчета проста и зависит от природы результатов. Обычно АБП предназначен для определения необходимости более подробного и конкретного анализа. Когда результаты показывают неоспоримые возможности сбережений, может быть проведен более расширенный вид аудита.

Затраты на АБП могут быть отнесены на затраты за общие услуги (обычно предоставляемые компаниями электроснабжения и газоснабжения, ЭСКО, федеральными энергетическими агентствами или энергетическими агентствами штата и даже некоторыми торговыми агентствами) или на затраты за услуги с оплатой по контракту (от \$0.01 до \$0.03/квадратный фут). Обычно минимальная плата за АБТ составляет от \$500 до \$2000 (до \$1000 для односемейного дома) или просто требуется покрыть минимальные затраты за время работы и время на отчет.

В. Общий аудит (ОА)

(«узловой», полный «узловой».)

ОА, в основном, расширяет АБП проведением подробного сбора данных, включающего: нормы и тарифы, профиль энергоиспользования, специальные измерения, учет и тестирование оборудования и даже предприятия в объеме, требуемом для документирования. Опросы рабочего персонала и АУП проводятся более подробно для лучшего понятия параметров технологических процессов и производственных нужд предприятия.

ОА требует более подробного анализа полученных данных и более тщательного сравнения Индексов Энергоиспользования с установленными нормами и стандартами. Во многих случаях разрабатывается грубая модель энергоиспользования (которая может использовать программные модели и может быть динамической моделью, отражающей различные рабочие условия в течении года, дня и так далее), помогающая предсказать возможности энергосбережения и потенциальных сбережений финансовых затрат. И, наконец, выполняется финансовый анализ для каждого ЭСМ, предоставляющий финансовую прозрачность для подтверждения требуемых инвестиций, основанных на инвестиционных критериях потребителя.

Этот вид энергоаудита обычно оценивает количественно все ЭСМ, которые требуют инвестиционного обеспечения. В отчете указывается детали и техническая документация, позволяющие принимать рекомендации без дополнительных исследований. Этот вид аудита обычно необходим для многих применений, где требуется завершенность и высокая эффективность окупаемости вложенных затрат без излишних деталей или необходимой глубины.

Для ОА почти всегда требуются услуги профессиональных инженеров и/или сертифицированных энергоменеджеров. Это обычная плата за выполнение ОА и она прямо пропорциональна размеру предприятия и/или количеству и сложности оборудования, так же, как и объему требуемых технических и финансовых анализов. Можно отметить, что многие ЭСКО проводят этот тип аудита, как часть своего контрактного пакета работ, но обычно эти гарантированные услуги не входят в контракт. Этот тип аудита проводится по отдельному контракту или по письменному соглашению.

Минимальная оплата на покрытие времени и подготовки отчета такого аудита составляет от \$ 2000 до \$ 5000. Обычная фиксированная плата за услуги по таким аудитам составляет от \$ 0.05 до \$ 0.1 за квадратный фут для простого оборудования и от \$ 0.10 до \$ 0.15 и больше за квадратный фут для более сложного оборудования. Когда такой аудит касается технологического процесса, то он станет достаточно затратным и, для предприятия среднего размера, его стоимость может превысить \$ 100000. Когда учитываются специальные или самые новые технологии (такие как оборудование когенерации, гибридные HVAC (отопление + вентиляция + кондиционирование воздухом) системы, переключаемые типы топлива, экстенсивное тепловоснабление и так далее) или они рассматриваются, как компоненты этого типа аудита, то затраты на аудит значительно повышаются, отражая проведение исследований и дополнительного анализа.

С. Инвестиционный энергетический аудит (ИА)

(макси-аудит, подробный, с техническим и финансовым анализом, «всесторонний»)

Этот вид аудита (ИА) является наиболее полным, сложным, длительным и дорогим из всех аудитов. Однако, большая часть его деталей и сложности могут не требоваться для многих применений.

ИА является дальнейшим расширением ОА в части сбора данных, моделирования, финансового анализа и отчетности. Этот вид аудита требуется для того, чтобы ВСЕ фазы закупок и энергоиспользования оценивались, измерялись и документировались для включения в конечный отчет. Технически, этот аудит приводит к энергетической модели, которая учитывает почти все использование энергии и затрат. Он требует моделирования и оценки каждого цеха, оборудования для возможных ЭСМ. Обширные интервью проводятся с рабочим персоналом и АУП для полного понятия рабочих параметров и нужд производства предприятия. Это проект предельно интенсивных данных.

Фаза анализа включает динамическое моделирование (обычно программную модель) всего использования энергии, так же как и каждого предложенного ЭСМ. Последовательное «ранжирование» этих ЭСМ посредством финансового анализа должно быть представлено с особыми рекомендациями. Обычный финансовый

анализ в ИА включает анализ полного срока окупаемости с учетом налогов, амортизации и влияния Обслуживания и Эксплуатации (анализ O&M) *. Различные режимы финансирования и лизинга обычно включаются в основные элементы затрат вместе с особыми квотами продавца.

В конечном отчете для ИА «все застегнуто до последней пуговицы». ИА требует, чтобы аудитор предоставлял определенные гарантии для своих рекомендаций, так же как и постоянную поддержку услугами при реализации и контроле внедряемых ЭСМ (это «дополнительные» услуги, которые сильно увеличивают стоимость ИА).

К тому же, ИА требует сервиса профессиональных инженеров и/или энергоменеджеров. Обычно ИА выполняется профессиональным энергоконсультантом или инженерной фирмой. Все фазы аудита детализированы и оплачиваются по мере выполнения. По некоторым причинам ИА необходим для получения особого финансирования, использования правительственных грантов с обязательной подробной документацией.

Обычно ИА выполняется согласно контракту и может повлиять даже на тип технологического процесса. Затраты высоки на каждой стадии выполнения. Плата за работу обычно зависит от размера предприятия и/или количества и сложности оборудования, размера технического и финансового анализа, определенных в контракте и уровня/гарантий надежности рекомендаций. Обычно промышленные предприятия не требуют такого типа аудита ввиду очень высоких затрат.

Минимальные расценки за ИА начинаются с \$ 10000 (только за время и отчет). Обычные фиксированные затраты за услуги — от \$ 0.1 до \$ 0.2 за квадратный фут при простом оборудовании и от \$ 0.2 до \$ 0.3 за квадратный фут при более сложном оборудовании. Когда учитываются специальные или самые новые технологии (такие как оборудование когенерации, гибридные HVAC системы, переключаемые виды топлива, экстенсивное тепло-реновация и так далее) или они рассматриваются как компоненты этого вида аудита, то затраты на аудит значительно повышаются, отражая проведение исследований и дополнительного анализа. Как сказано выше, требуемые гарантии надежности рекомендаций и/или постоянная поддержка услугами дополнительно увеличивает стоимость контракта [4,48].

И, наконец, вы сами должны решить, какие услуги требуются вашему предприятию. Определения с их описанием могут помочь вам в вашем выборе, учесть то, что требуется, и то, чего не требуется. Обычно в большинстве случаев у вас получится что-то «гибридное», учитывающее первоначально АБП, затем некоторые требования ОА. Все это ограничит масштаб аудита, уменьшит объемы данных и требуемого времени. В результате может получиться более полезный аудит с относительно невысокой стоимостью. Вначале вы будете финансиро-

вать наиболее экономически выгодные ЭСМ, сбережения от них могут вызвать финансирование дополнительных услуг аудита, что в свою очередь вызовет дополнительные ЭСМ и так далее.

Литература:

1. Беляев, В. М., Ивашин В. В. Название: Основы энергосбережения: Учебно-методический комплекс Издательство: Мн.: Изд-во МИУ Год: 2004.
2. Инженерные системы Номер: №4 Год: 2013.
3. Об утверждении Правил проведения энергоаудита. Постановление Правительства Республики Казахстан от 31 августа 2012 года № 1115.
4. <http://ergonomika.kz>.

Однако основными вашими целями будут энергосбережение, уменьшение отходов и сбережение финансовых затрат. Ваш энергоаудит как раз и предназначен для того, чтобы быть катализатором достижения этих целей.

Подготовка почвы площадками под посадку лесных культур

Поздняков Евгений Владиславович, аспирант
Воронежская государственная лесотехническая академия

На безлесных горных и овражно-балочных склонах 10...15% площадей приходится на мелкоконтурные участки, где нецелесообразна или невозможна обработка почвы путем вспашки, рыхления или террасирования. На таких участках почву готовят площадками [1].

В зависимости от условий местопроизрастания и принятой технологии создания лесонасаждений используются площадки различных типоразмеров. На горных вырубках крутизной до 8° и донных участках оврагов и балок это площадки простейшего типа, распространенные в равнинном лесоразведении. Они готовятся без особых требований к профилю. На переувлажненных почвах с развитым дерновым слоем площадки создаются в виде микроповышений из разрыхленной опрокинутой дернины, которая укладывается рядом с местом ее среза. При отсутствии дернового слоя их формируют путем рыхления верхнего слоя почвы.

Размеры площадок, в первую очередь, определяет число растений на них. Форма полотна площадок в основном зависит от способа их подготовки и типа рабочих органов площадкоделателя.

На склонах крутизной более 8° готовят площадки, которые отличаются от площадок простейшего типа более сложной конфигурацией и профилем. Эти конфигурации зависят от формы полотна и наличия водосборных устройств и посадочных лунок. Чаще всего применяют площадки с прямоугольным или круглым полотном и ступенчатым профилем.

Подготовку площадок простейшего типа осуществляют пассивными рабочими органами при периодическом их заглублении и выглублении в процессе перемещения агрегата. Периодичность и продолжительность этих операций, выполненных рабочими органами, определяют шаг площадок, длину их полотна и участков необработанной почвы между ними [2, 3].

На рисунке 1 изображено орудие ЛЛ — 1,2 с механизмом дистанционного управления продолжительностью рабочих циклов. На раме 1 машины закреплены опорные колеса 2 с механизмом подъема 3, поворотный рабочий орган 4, установленный на горизонтальной оси 5, и стопорный механизм с рычагом 6. Рабочий орган выполнен в виде двух спаренных диаметрально противоположных лопастей 7. Лопасти снабжены подрезными ножами 8, имеющими форму квадрата, одна из диагоналей которого совмещена с лопастями.

При движении агрегата одна из лопастей подрезает пласт толщиной до 40 см. Одновременно с этим подрезные ножи отрезают пласт почвы по ширине захвата 1,2 м. Под действием реакции почвы рабочий орган стремится повернуться на своей оси, но удерживается стопорным механизмом. Когда подрезанный пласт достигает необходимой длины, стопорный механизм выключается при помощи соединенного с его рычагом троса из кабины трактора. Тем самым обеспечивается поворот лопасти под действием сил реакции почвы и опрокидывание пласта дерном вниз. После чего в работу вступает другая лопасть, и рабочий процесс повторяется [4].

С целью снижения энергоемкости пассивных рабочих органов при подготовке площадок на вырубках используются двухлопастные рабочие органы. Ширина захвата такого рабочего органа определяется по обрезу лопастей. В орудиях с роторно-лопастными рабочими органами они заглубляются при стопорении ротора с помощью фрикционных тормозных механизмов, а также за счет устройства регулирования продолжительности отдельных операций — таймера, управляющего тормозными системами.

Таймерные системы управления рабочими органами усложняют необходимую для обеспечения равномерности шага площадок синхронизацию скорости перемещения

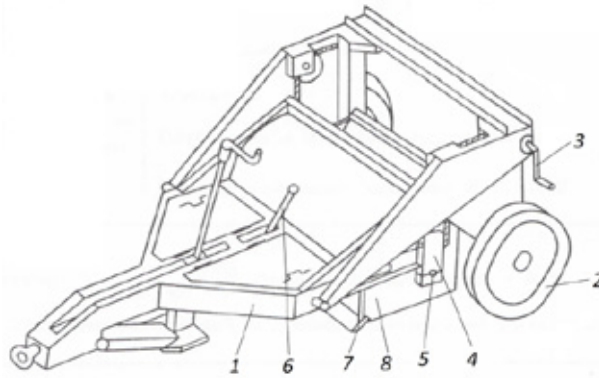


Рис. 1. Орудие ЛЛ — 1,2

агрегата с продолжительностью рабочих циклов, определяющих параметры площадок.

После прохода таких орудий со стопорно-тормозными устройствами автоматического управления роторно-лопастными пассивными рабочими органами остается минерализованная полоса, которая представляет собой чередующиеся между собой выемки-углубления и микроповышения — площадки простейшего типа. Почва микроповышений, образованных таким образом, недостаточно крошится пассивными рабочими органами, что усложняет создание посадочных лунок в процессе посадки культур [2, 3].

За рубежом были созданы машины, основу технологических процессов которых составляет перемещение агрегата вдоль горизонталей челночным способом. В США была разработана машина (рис. 2) для посева противоэрозионных насаждений на склонах крутизной до 8°. Машина агрегируется с трактором посредством специального прицепного устройства. Рабочий орган машины, содержащий отвал 1, формирует площадки в виде выемок и расположенных в промежутках между ними насыпных валиков. Почва режется и перемещается путем периодического заглабления и выглабления одного из углов ре-

жущей части отвала, жестко закрепленного на поворотной раме 2.

Левая или правая части рамы поднимаются и опускаются при помощи овальных колес 3, оси которых закреплены на передних концах двуплечих рычагов, шарнирно установленных по торцам отвала. При прямом или обратном ходе агрегата по склону одно из двух овальных колес, расположенное с нагорной стороны, служит опорным. С подгорной стороны рама опирается на одно из двух автомобильных колес 4, закрепленных на задних концах рычагов, управление которыми производится гидроцилиндрами 5.

Полотно подготовленных таким способом площадок-выемок имеет форму вогнутой цилиндрической поверхности, а поверхность насыпных валиков — форму выпуклой цилиндрической поверхности, выполняющей роль водоотводящего устройства. Глубина выемок изменяется от 0 до 20 см. Ширина выемок поперек склона — 1,5 м, вдоль склона — 1,8 м. Ряды площадок располагаются вдоль горизонталей склона на расстоянии 3..6 м между ними. Интервалы между площадками в ряду — 1,5..1,8 м [2].

Однако данный способ имеет существенные недостатки, одним из которых является низкая производительность

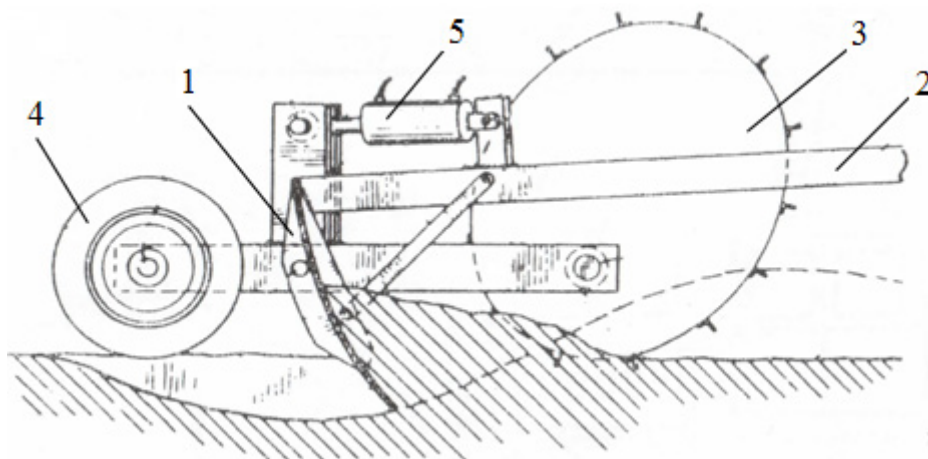


Рис. 2. Схема работы машины для формирования водозадерживающих выемок и валиков на склонах

из-за коротких гонов на мелкоконтурных участках. Кроме того, применение данных площадкоделателей ограничивается крутизной склона, допустимой по условию устойчивости прицепных агрегатов против сползания и опрокидывания.

В основе технологий подготовки площадок, предусматривающих спуск агрегата сверху вниз по склону, имеется ряд преимуществ, обеспечиваемых при таком перемещении. Отсутствие необходимости в разворотных полосах и возможность размещения на единице площади максимального количества площадок позволяют повысить процент использования поверхности склона. Более высокая продольная устойчивость трактора по сравнению с поперечной делает безопасной работу агрегата на крутых участках, а также в местах, характеризующихся выходами скал, промоинами и наличием пней. Площадки, симметрично расположенные относительно продольной оси трактора, позволяют механизировать процессы посадки и ухода за культурами методом их седлания [2, 3].

Площадкоделатель ОПГН — 1 (рис. 3) агрегируется с тракторами ДТ — 75М, ДТ — 75К и предназначен для устройства на овражно-балочных и горных склонах крутизной до 25° ступенчатых площадок круглого сечения с одновременным образованием в центре площадки посадочной ямки. Орудие включает в себя сварную раму 1 с навесным устройством, карданную передачу с предохранительной муфтой 2, редуктор 3, рабочий орган и механизм выравнивания 4.

Рабочий орган представляет собой сварной цилиндрический корпус 5 диаметром 1 м с втулкой, к которым крепятся горизонтальные подрезающие ножи 6 с рыхлителями 7. По ободу корпуса закреплены вертикальные обрезающие ножи с острым углом вхождения. Для образования посадочной ямки на вал пальцем крепится шнековый бур с перкой 8. Вращение рабочему органу передается от ВОМ трактора через трансмиссию, включающую коническую и карданную передачи, с предохранительной муфтой.

При создании площадок тракторист, перемещая агрегат сверху вниз, производит его периодическую оста-

новку, опускает вращающийся рабочий орган. При заглублении рабочего органа горизонтальные и боковые ножи подрезают почву и формируют ступенчатую площадку, а бур в середине площадки выкапывает посадочную ямку.

Диаметр площадки — 105 см. Диаметр посадочной ямки — 35 см. Глубина посадочной ямки — 30 см. Производительность за 1 час основного времени — до 270 площадок [5].

К недостаткам круглых ступенчатых площадок относится их сложная конфигурация, которая препятствует созданию надежных средств ориентации рабочих органов для посадки и ухода за культурами. Такие площадки в основном предназначаются для ручной посадки в лунки, расположенные в центре полотна [6].

В связи с этим стали готовить на склонах площадки, отличающиеся от площадок с круглым полотном более сложной конфигурацией и профилем, в сечениях вдоль и поперек склона. На склонах, имеющих не одностороннее, а двустороннее направление, эффективным является способ обработки почвы в виде площадок-выемок с конической поверхностью, вершина и ось которой ориентированы под определенным углом к горизонталям. Применение данного способа повышает эффективность регулирования водного стока за счет формирования водосборных и снегозадерживающих выемок посадочных площадок оптимальной емкости и ориентации по отношению к горизонталям склона. Кроме того, способ универсален для подготовки посадочных площадок в условиях с недостаточным и избыточным увлажнением.

В ряде конструкций площадкоделателей учитывается влияние крутизны склона на вододерживающую способность площадок. По мере перехода к нижней части склона при подготовке ступенчатых площадок их параметры изменяются в зависимости от крутизны участка. Поэтому основные характеристики рабочих органов площадкоделателей выбирают с учетом максимального изменения крутизны склона, что вызывает необходимость предусматривать в их конструкциях устройства, регулирующие положение рабочих органов [2, 3].

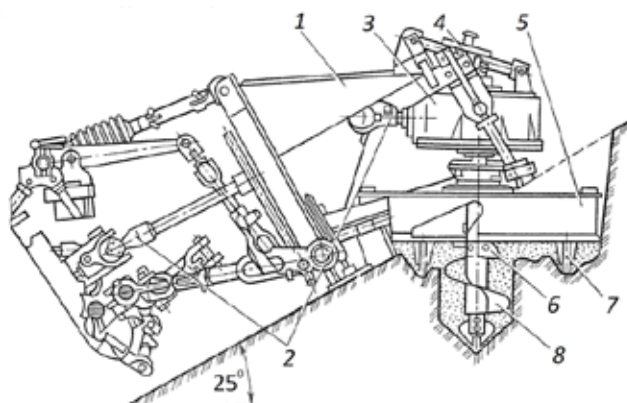


Рис. 3. Площадкоделатель ОПГН-1

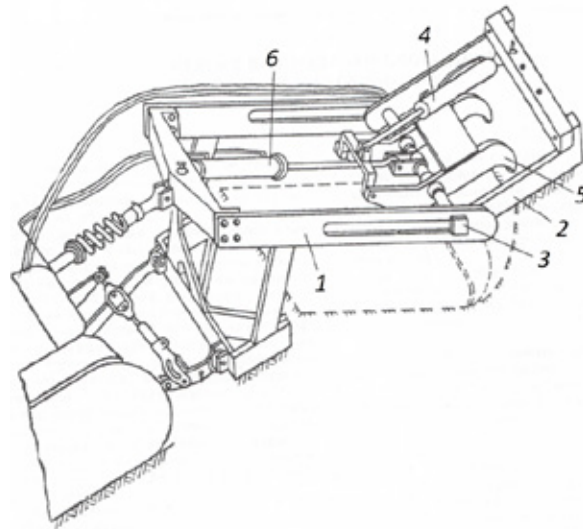


Рис. 4. Площадкоделатель ПН-2

Площадкоделатель ПН — 2 (рис. 4) предназначен для работы в тяжелых условиях горных вырубков. Агрегатируется с тракторами ДТ — 75М, ДТ — 75К. Он состоит из основной рамы 1, в пазах которой перемещается подвижная навесная рама 2, каретки 3, рабочего органа, гидроцилиндров заглубления 4 и протяжки 6 рабочего органа.

Рабочий орган крепится к основной раме и перемещается по ее направляющим при помощи каретки. Он состоит из ряда съемных рыхлящих зубьев 5 с установленными в передней части поперечными ножами, которые расположены по дуге радиусом 600 мм под углом резания 10° . Рыхлящие зубья жестко закреплены на раме с помощью пальцев. На крайних зубьях имеются подрезающие ножи. Поворот рыхлящих зубьев с поперечными ножами осуществляется гидроцилиндром заглубления, а их перемещение в продольных направляющих — гидроцилиндром протяжки.

Двигаясь сверху вниз по склону, тракторист останавливает агрегат в месте, где необходимо создать площадку, устанавливает площадкоделатель в рабочее положение и последовательным включением гидроцилиндров заглубления и протяжки включает рабочий орган. В результате чего, поперечные ножи поворачиваются на определенный угол и отрывают от основного массива часть почвы. После этого они перемещаются по горизонтальным направляющим рамы, образуя полотно и насыпную часть площадки.

Расстояние между рядами площадок — 3 м, в ряду между площадками — 1,5...2,5 м. Параметры полотна: длина — до 84 см; ширина — 1,5...2 м; глубина рыхления — до 22 см. Производительность за час сменного времени — 80...85 площадок [5, 7].

Площадкоделатели ОПГН — 1 и ПН — 2 относятся к машинам дискретного действия, рабочие органы которых выполняют операцию подготовки площадки только

при остановленном агрегате. Тяжелые условия труда тракториста, обусловленные интенсивностью и большим числом включений рычагов управления трактором и рабочими органами площадкоделателей дискретного действия, снижают производительность.

На основе сравнения операционных затрат времени при подготовке площадок агрегатами с такими устройствами и площадкоделателями с непрерывным движением установлено, что производительность можно увеличить в 2 раза.

Общее свойство процесса формирования ступенчатого профиля с заданными параметрами при непрерывном движении агрегата по склону заключается в изменении по определенному закону глубины хода рабочих органов. Ширина полотна по склону и шаг площадок зависят от периодичности и скоростей заглубления и выглубления рабочего органа [2, 3].

Площадкоделатель ПНД — 1 (рис. 5) агрегатируется с трактором ДТ — 75М, оборудованным ходоуменьшителем, и предназначен для устройства площадок на склонах крутизной до 20° с малокаменистыми почвами при непрерывном движении агрегата.

Он состоит из трубчатой сварной рамы 1, кулачковых колес 2, двухступенчатого конически-цилиндрического редуктора 3, фрезы 4, ножа для копки ямки 5, отвала 6 и карданной передачи 7. На раме в подшипниках установлен вал, на котором жестко закреплены два кулачковых колеса с почвозацепами. Вращение фрезы против хода агрегата обеспечивается посредством редуктора. Фреза состоит из двух секций, посаженных на общий вал, который выходит из редуктора, а каждая секция — из нескольких дисков, на которых закреплены Г-образные ножи. Для уменьшения разброса почвы впереди фрезы установлен отражатель. Между отражателем и редуктором по продольной оси машины установлен съемный нож для подготовки посадочных лунок.

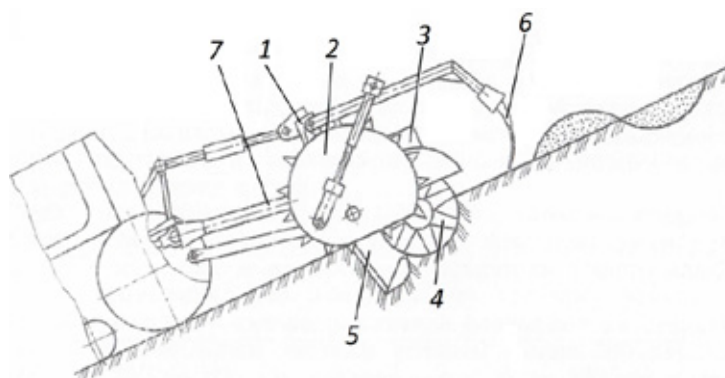


Рис. 5. Площадкоделатель непрерывного действия ПНД-1

При перемещении трактора с навешенным устройством сверху вниз по склону, тракторист опускает площадкоделатель в «плавающее» положение. При поступательном движении агрегата кулачковые колеса взаимодействуют почвозацепами с поверхностью склона, перекачиваются, задавая фрезе и отвалу определенную траекторию. С уменьшением радиуса качения кулачковых колес машина начинает опускаться, съемный нож заглубляется и создает посадочную ямку, а фреза рыхлит и отбрасывает почву с выемки площадки вниз по склону и в посадочную ямку. Под действием пружинных тяг отвал прижимается к поверхности почвы и смещает рыхлый грунт, оставленный на выемочной части площадки, в насыпную часть, после чего засыпает посадочную ямку. С увеличением радиуса качения кулачковых колес пло-

щадкоделатель поднимается, а нож, фреза и отвал выглубляются.

Ширина площадки — 0,9...1,1 м. Параметры посадочной ямки: длина — 0,5 м; ширина — 0,3 м; глубина — 0,2 м. Производительность за час основной работы — 380...460 площадок [1, 5].

Таким образом, на основе патентного поиска и проведенного анализа рабочих органов и технологических процессов отечественных и зарубежных площадкоделателей можно сделать вывод, что за счет большей производительности и более простых условий работы тракториста самыми эффективными устройствами для подготовки площадок на мелкоконтурных склонах являются площадкоделатели непрерывного действия, обеспечивающие непрерывность технологического процесса.

Литература:

1. Пельтек, В. В. Подготовка почвы площадками под лесные культуры на склонах [Текст]/В. В. Пельтек, В. В. Чернышев, Ю. М. Сериков // Лесное хозяйство. — 1984. — № 8. — с. 23–26.
2. Пельтек, В. В. Механизация и автоматизация лесомелиоративных работ на мелкоконтурных горных и овражно-балочных склонах [Текст]/В. В. Пельтек // Организация лесохозяйственного производства, механизация, охрана и защита леса: обзор. информ. — М., 1990. — Вып. 3. — с. 1–17.
3. Поздняков, Е. В. Конструкции и технологические процессы площадкоделателей [Текст]/Е. В. Поздняков, И. В. Попов // Вестник АПК Ставрополя. — 2014. — № 3. — с. 35–39.
4. А. с. 214886, МКИ А01 b 13/12. Орудие для обработки почвы [Текст]/А. И. Пахомов, Н. М. Кориков, Б. К. Бугай (СССР). — № 1151049/30–15; заявл. 18.04.67; опубл. 29.03.68, Бюл. № 12–2 с.
5. Механизация обработки почвы под лесные культуры [Текст]/Корниенко П. П., Сериков Ю. М., Зинин В. Ф. [и др.]. — М.: Агропромиздат, 1987. — 247 с.
6. Поздняков, Е. В. Рабочие органы площадкоделателей [Текст]/Е. В. Поздняков // Технические науки: теория и практика: материалы II Международной научной конференции (г. Чита, январь 2014 г.). — Чита: Изд-во «Молодой ученый», 2014. — с. 61–64.
7. Мольдерф, В. Е. Площадкоделатель навесной ПН — 2 [Текст]/В. Е. Мольдерф, Ч. З. Элеманов // Лесное хозяйство. — 1981. — № 2. — с. 70–71.

Статистические обработки результатов наблюдений при проведении ускоренных испытаний на надежность

Русин Александр Юрьевич, кандидат технических наук, доцент;
Абдулхамед Мохаммед Абдулкарим Номан, аспирант
Тверской государственный технический университет

В работе выполнены экспериментальные исследования точности метода максимального правдоподобия экспоненциального закона распределения для оценки надежности электрооборудования. По результатам моделирования построены графики правдоподобия экспоненциального закона распределения. Осуществлен расчет и моделирование на ЭВМ параметров выборки.

Ключевые слова: компьютерное моделирование, обработка информации, испытание оборудования, надежность, безопасность.

В настоящее время одной из основных задач при испытании оборудования является разработка ускоренных методов определения количественных значений показателей надежности.

Показатели надежности механических систем могут быть определены только после накопления достаточного количества статистических данных. Средняя наработка до отказа современных машин и оборудования, их отдельных деталей и узлов может исчисляться годами, поэтому существующие методы испытаний опытных образцов не эффективны из-за своей продолжительности.

Сократить продолжительности испытаний можно используя законы математической статистики, общей теории планирования эксперимента и применяя ЭВМ.

Для оценки показателей надежности оборудования при его проектировании проводят специальные испытания на надежность. Достоверность оценок показателей надежности зависит от точности математических методов обработки информации, полученной в результате их проведения. Чем выше достоверность оценок, тем точнее будет прогноз возникновения отказов оборудования и возможных аварийных ситуаций на предприятиях.

Существует несколько разработанных планов испытаний. Рассмотрим план $[N, U, T]$, который приведен в стандарте [1]. Согласно этому плану, одновременно испытывают N объектов, отказавшие во время испытаний объекты не восстанавливают и не заменяют, испытания прекращают по окончании времени окончания или достижения наработки T для каждого не отказавшего объекта. В более новом стандарте [2], действующем в настоящее время, также существует план испытаний, подобный этому. Он называется планом, ограниченным продолжительностью наблюдений.

При проведении испытаний по плану $[N, U, T]$ образуются однократно цензурированные выборки наработок на отказ. При параметрическом оценивании показателей надежности, например, средней наработки до отказа, по однократно цензурированным справа выборкам основным математическим методом является метод максимального правдоподобия. В условиях постоянного по-

вышения надежности испытываемого оборудования и желаемого сокращения времени испытаний, становится актуальным вопрос исследования достоверности оценок максимального правдоподобия (МП).

В работе выполнены экспериментальные исследования точности оценок МП экспоненциального закона распределения по малым, однократно цензурированным справа выборкам, формирующимся по плану $[N, U, T]$.

На ЭВМ моделировались однократно цензурированные справа выборки случайных величин объемом $N=5, 10, 15, 20, 25$. Генерирование выборок выполнялось при следующих ограничениях

$$6 \leq N < 10, q \geq 0,5$$

$$10 \leq N < 20, q \geq 0,3$$

$$20 \leq N \leq 50, q \geq 0,2,$$

где q — степень цензурирования выборки. Ограничения приняты в соответствии с рекомендациями [7].

Количество сформированных выборок для каждого значения N равно 3000. По каждой выборке методом максимального правдоподобия рассчитывались оценки экспоненциального распределения и их относительные отклонения δ от истинных значений — значений, которые использовались при генерации выборки.

$$\delta = \frac{\lambda - \lambda_{\text{МП}}}{\lambda}, \quad (1)$$

где λ — истинное значение параметра экспоненциального распределения,

$\lambda_{\text{МП}}$ — оценка максимального правдоподобия экспоненциального распределения.

По результатам моделирования построены гистограммы относительных отклонений оценок максимального правдоподобия экспоненциального распределения. По оси ординат отложен процент оценок от общего количества, попавших в данный интервал. Полученные результаты приведены на рис. 1.

Эти экспериментальные данные показывают, что большинство оценок максимального правдоподобия, полученные по малым, однократно цензурированным справа выборкам имеют значительные отклонения от истинных значений. Например, 2% оценок экспоненциального рас-

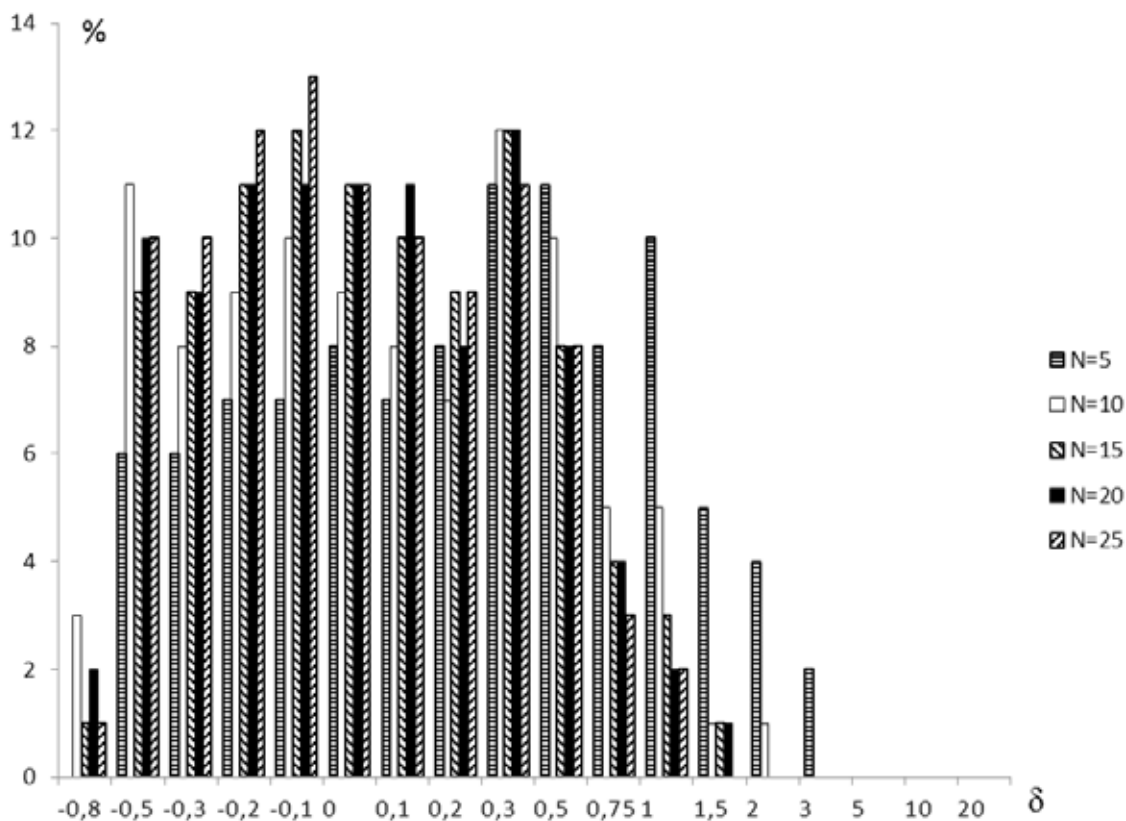


Рис. 1. Относительные отклонения оценки максимального правдоподобия

пределения при $N=5$ имеют относительные отклонения от 3 до 5; 4% — относительные отклонения от 2 до 3; 5% — от 1,5 до 2. С увеличением объема выборки точность оценок возрастает. При $N=25$ относительные отклонения оценок экспоненциального закона распределения не превышают 1,5. Несмотря на это, 3% оценок имеют относительные отклонения от 0,75 до 1; 8% — от 0,5 до 0,75; 11% — от 0,3 до 0,5.

В целом можно сделать вывод, что точность метода максимального правдоподобия при значениях $N < 25$ низка. Относительное отклонение оценок от истинных значений может достигать 5 и более, а половина всех оценок имеет отклонения больше 0,3 в зависимости от объема выборки.

В ряде работ [3, 4, 5] проведены исследования, позволяющие установить зависимость точности оценки параметров законов распределения, полученных методом максимального правдоподобия, в зависимости от отдельных характеристик выборки: наработок на отказ оборудования. В результате исследований получены зависимости смещения математического ожидания оценки МП от объема выборки N , коэффициента вариации V и степени усечения q . В работе [3] предложен способ введения поправок к оценке МП. Для заданных величин N , V и q по полученным зависимостям определяется смещение $\delta_{см}$ оценки МП p' . Несмещенную оценку получают по формуле $p'_н = \frac{p}{1 + \delta_{см}}$.

В перечисленных работах рассматривается влияние на смещение оценки максимального правдоподобия небольшого количества (одного — двух) параметров выборки, что не позволяет глубоко изучить зависимость точности оценки максимального правдоподобия от структуры выборки. При этом дополнительная информация об оценке параметров распределения, содержащаяся в структуре выборки, используется незначительно.

Цель проведенных исследований в общем виде можно сформулировать следующим образом — получение математических моделей, устанавливающих связь между отклонением оценок МП от истинного значения параметра экспоненциального распределения и параметрами, характеризующими структуру выборки.

Решение поставленной задачи осуществлялось в пять этапов:

1. Моделирование на ЭВМ однократно цензурированных справа выборок случайных величин, распределенных по экспоненциальному закону, характерных для плана испытаний $[N, U, T]$, и расчет параметров выборки, характеризующих ее структуру. Для описания структуры сформированной выборки случайных величин в работе использовались стандартные параметры и их производные:

— степень цензурирования

$$X_1 = q = \frac{k}{N},$$

где k — число полных случайных величин, N — число членов выборки.

— коэффициент вариации

$$X_2 = \frac{S}{Z}$$

где S — оценка среднеквадратического отклонения всех случайных величин в выборке;

\bar{Z} - матожидание всех членов выборки.

— коэффициент вариации полных случайных величин

$$X_3 = \frac{S_{II}}{Z},$$

где S_{II} — оценка среднеквадратического отклонения полных случайных величин.

— эмпирический коэффициент асимметрии, коэффициент эксцесса [4]

$$X_4 = \tilde{A} = \frac{(z - \bar{Z})^3}{\left(\sqrt{(z - \bar{Z})^2}\right)^3},$$

— коэффициент эксцесса (коэффициент крутости)

$$X_5 = \tilde{E} = \frac{\tilde{\mu}_4}{S^4} - 3,$$

где $\tilde{\mu}_4$ - центральный момент четвертого порядка.

Еще пять параметров представляют собой математические выражения, составленные из стандартных характеристик выборки:

— отношение математического ожидания полных случайных величин к математическому ожиданию всех членов выборки

$$X_6 = \frac{\bar{Z}_{II}}{\bar{Z}}.$$

— отношение математического ожидания цензурированных случайных величин к математическому ожиданию всех членов выборки

$$X_7 = \frac{\bar{Z}_{II}}{\bar{Z}}.$$

— относительное отклонение матожидания от середины вариационного размаха

$$X_8 = \frac{R - \bar{Z}}{\bar{Z}},$$

где $R = Z_{\max} - Z_{\min}$ — вариационный размах, Z_{\max} , Z_{\min} — соответственно максимальное и минимальное значение случайной величины.

— отношение медианы к математическому ожиданию случайных величин

$$X_9 = \frac{\tilde{M}_e}{\bar{Z}},$$

где \tilde{M}_e — медиана — значение случайной величины, приходящееся на середину ранжированного ряда наблюдений.

— отношение моды к математическому ожиданию

$$X_{10} = \frac{\tilde{M}_o}{Z},$$

где \tilde{M}_o — мода — значение случайной величины, которое наблюдалось наибольшее число раз.

Все параметры измеряются в относительных единицах и не зависят от абсолютных значений случайных величин. Это позволит применять полученные уравнения к оборудованию со средними наработками на отказ разной величины.

2. Расчет оценок максимального правдоподобия.

3. Расчет зависимого параметра — отклонение оценки максимального правдоподобия от истинного значения по формуле

$$Y = \frac{\lambda}{\lambda_{ОМП}},$$

4. Построение регрессионных зависимостей. В результате исследований построены регрессионные математические модели, устанавливающие связь между отклонением оценки МП от истинного значения и параметрами, характеризующими структуру выборки. Для каждого объема выборки N построено свое уравнение регрессии.

Математические модели построены в классе линейных уравнений регрессии вида

$$\bar{y}(x) = b_0 + b_1x_1 + \dots + b_{11}x.$$

Полученные уравнения регрессии позволяют повысить точность оценки максимального правдоподобия введением к оценке МП поправки $\bar{y}(x)$ по формуле

$$\lambda_{КОН} = \lambda_{ОМП} \cdot \bar{y}(x),$$

где $\lambda_{КОН}$ - конечная оценка параметра распределения;

5. В исследованиях была проведена оценка эффективности построенных уравнений регрессии. Для каждой сгенерированной выборки по уравнениям регрессии (2) были рассчитаны поправки к оценке МП и конечная оценка параметра распределения по выражению (3).

Результаты исследований эффективности применения построенных уравнений регрессии для экспоненциального закона распределения показаны на рис. 2 — рис.6.

Графики, приведенные на рис. 2 — рис. 6 показывают, что точность оценок МП после применения разработанных моделей и введения поправки значительно возрастает. После введения поправки, относительные отклонения оценок от истинного значения параметров распределения, в зависимости от объема выборки N , не превышают 0,3–0,5, в то время как начальные отклонения могут быть больше 3. Наибольший эффект от введения поправок оценкам максимального правдоподобия экспоненциального распределения достигается при числе членов выборки $N=5$. Окончательно можно сделать вывод о том, что введение поправок позволяет повысить точность оценок максимального правдоподобия, в зависимости от объема выборки, в 2–3 раза.

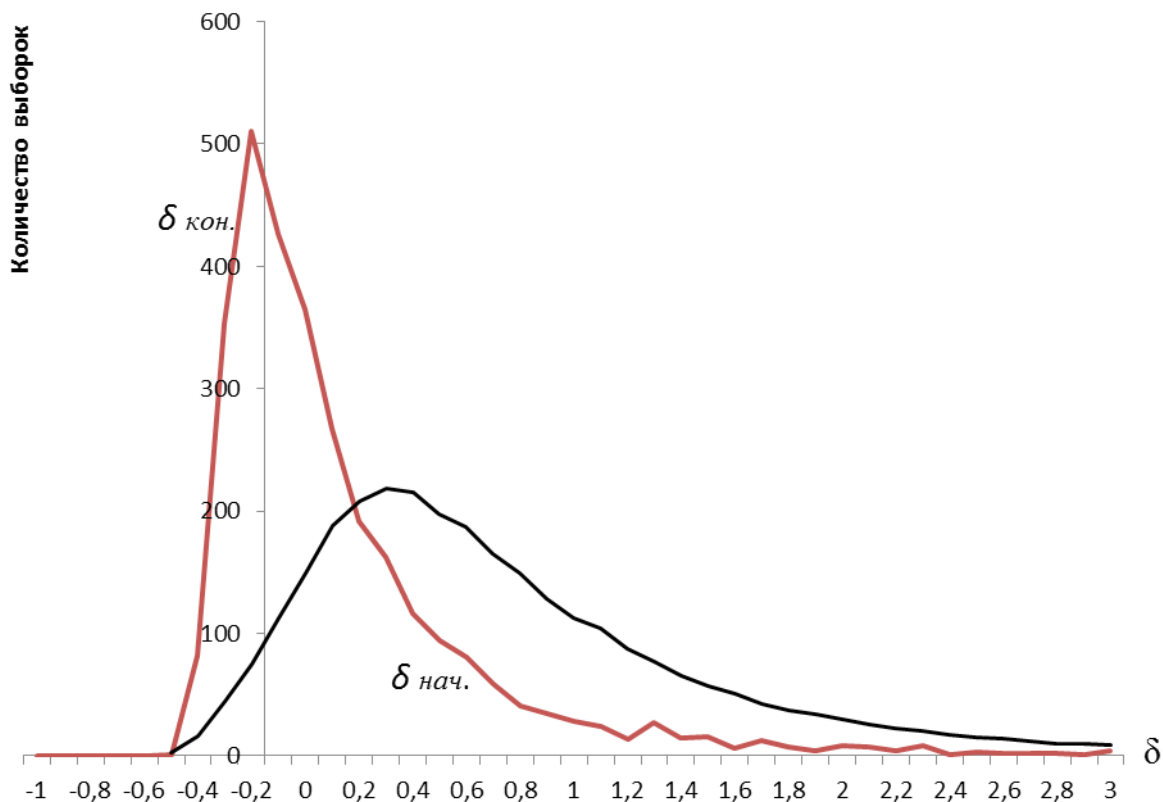


Рис. 2. Начальные и конечные отклонения оценок МП для $N=5$

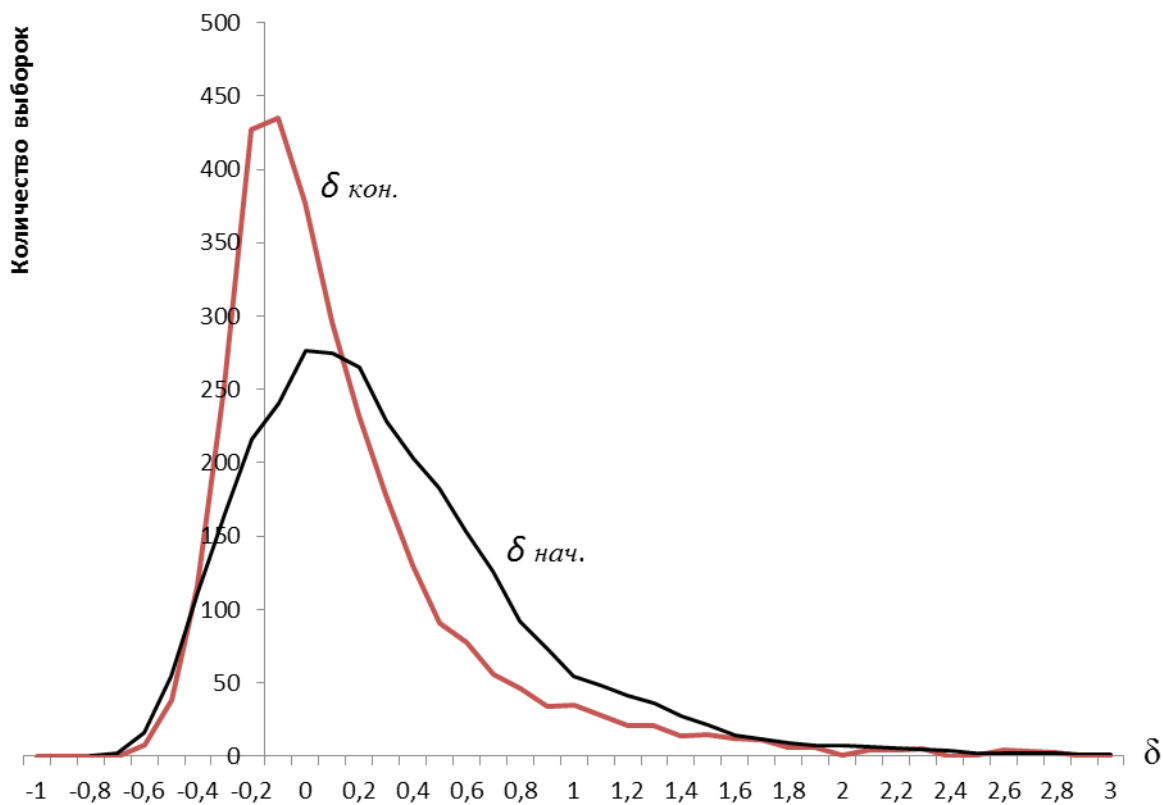


Рис. 3. Начальные и конечные отклонения оценок МП для $N=10$

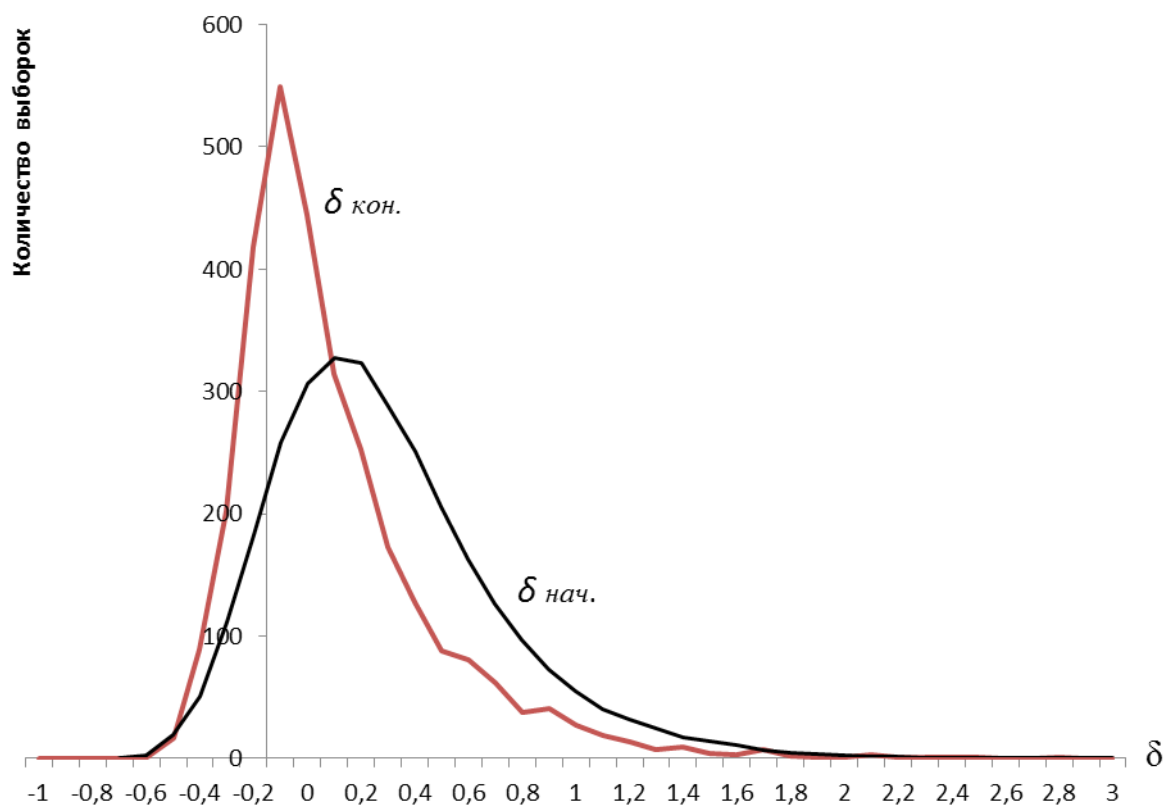


Рис. 4. Начальные и конечные отклонения оценок МП для N=15

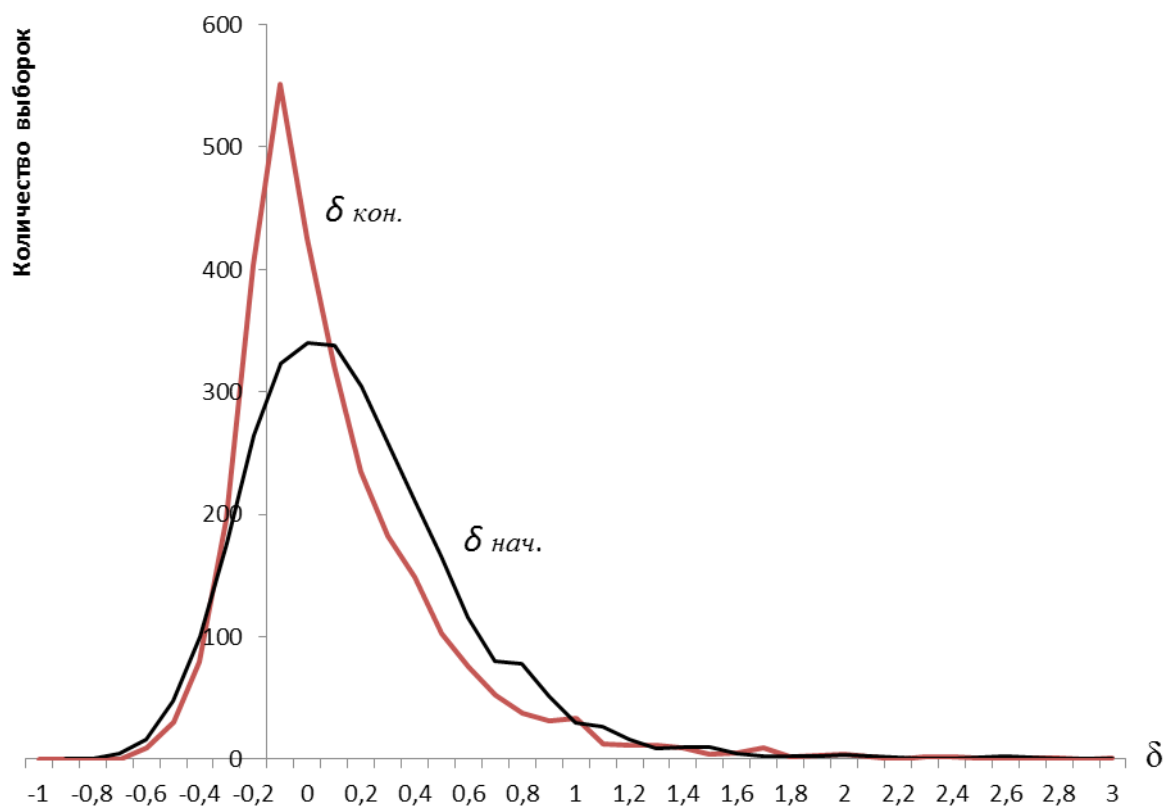


Рис. 5. Начальные и конечные отклонения оценок МП для N=20

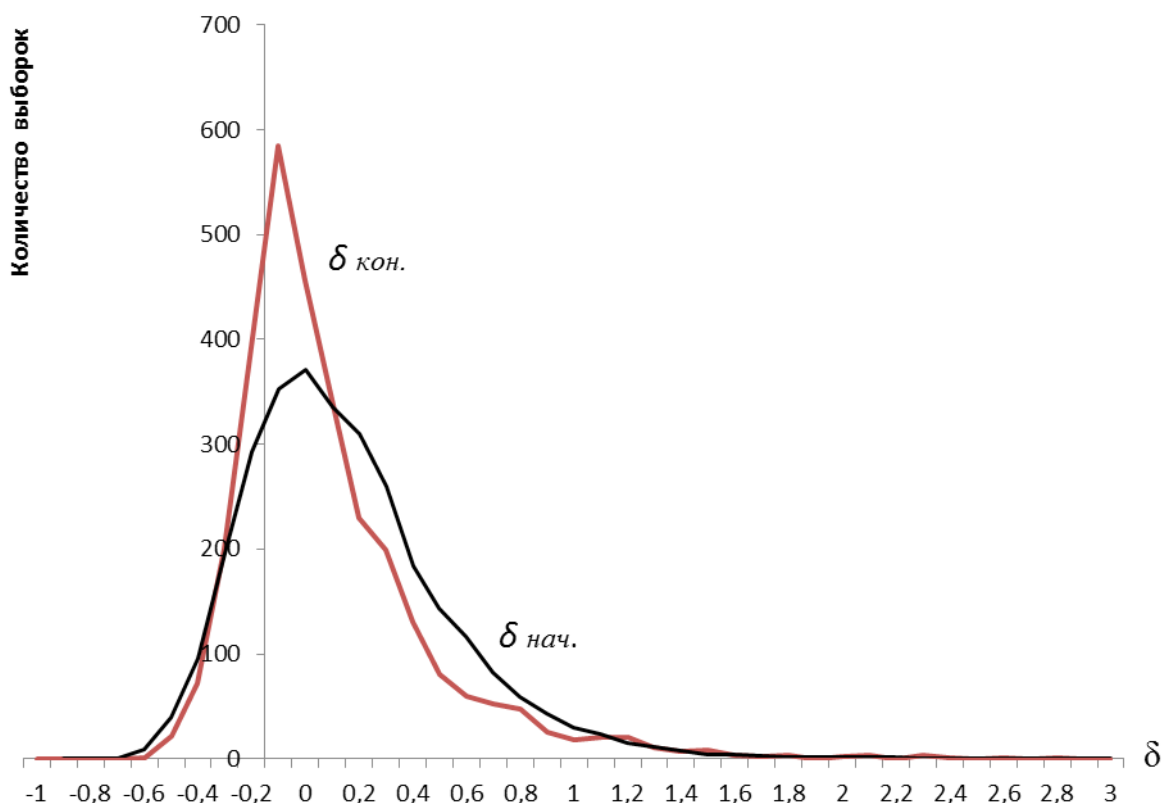


Рис. 6. Начальные и конечные отклонения оценок МП для N=25

Литература:

1. ГОСТ 27.410–87. Надежность в технике. Методы контроля показателей надежности и планы контрольных испытаний на надежность. — М: Издательство стандартов, 1987 г.
2. ГОСТ 27.402–95. Планы испытаний для контроля средней наработки до отказа (на отказ). Часть 1. Экспоненциальное распределение. — М: Издательство стандартов, 2002 г.
3. Баталова, З.Г., Благовещенский Ю.Н. О точности оценок ресурсов элементов изделий методом максимума правдоподобия при случайном усечении длительностей наблюдений // Надежность и контроль качества. — 1979. — N 9. с. 12–20.
4. Бурдасов, Е. И., Зарифьянц И.Д., Дворникова Н. Н. Об оценке параметров нормального распределения по случайно цензурированной выборке // Надежность и контроль качества. — 1978. — N 6. — с. 10–16.
5. Бурдасов, Е. И., Зарифьянц И.Д., Дворникова Н. Н., Аронов И. З. Исследование оценок параметров распределений при анализе результатов незавершенных испытаний.// Надежность и контроль качества, 1980. — N 12. с. 47–55.
6. Петрович, М.Л., Давидович М.И. Статистическое оценивание и проверка гипотез на ЭВМ. — М.: Финансы и статистика, 1989.189 с.
7. Русин, А.Ю. Имитационное моделирование процессов возникновения отказов электрооборудования с целью повышения эффективности системы технического обслуживания и ремонта. Дисс. на соиск. канд. техн. наук. — Тверь: ТГТУ, 1999. 214 с.

Использование GI при рендере изображений архитектурных объектов профессиональными и молодыми архитекторами

Сазанов Евгений Александрович, кандидат технических наук
Сибирская автомобильно-дорожная академия (г. Омск)

В статье анализируются общие тенденции в использовании GI при рендере изображений проектируемых объектов профессиональными и молодыми архитекторами на основе анализа материалов архитектурных конкурсов.

Ключевые слова: рендер, Global Illumination (GI), архитектурный конкурс.

Проведение различных архитектурных конкурсов среди профессиональных и молодых архитекторов всегда побуждает участников представить свои проекты в наиболее выгодной форме. Наиболее доступной для понимания и восприятия формой подачи материалов является визуализация по качеству близкая к фотографии. Несмотря на то, что это наиболее затратный и трудоемкий вариант он достаточно широко распространен, что способствует хорошему восприятию конкурсной работы.

Одним из условий достижения фотокачества изображений является использование при рендере Global Illumination (GI) так как его учет при расчете освещения сцены дает возможность воспроизводить естественные световые явления.

Анализ работ участников различных архитектурных конкурсов показывает, что среди профессиональных архитекторов, так и среди молодых архитекторов и студентов широко применяется тонирование изображений с учетом GI. Однако не все работы проиллюстрированы изображениями с явными признаками учета GI при рендере. Как правило, в конкурсном мероприятии всегда при-

существует доля проектов представляемых тонированными изображениями полученными без учета GI.

Проведенный анализ материалов архитектурных конкурсов «Зодчество» (г. Москва), «Золотая капитель» (г. Новосибирск), «Белая башня» (г. Екатеринбург) с 2011 по 2013 годы в разделах «Проекты», «Архмолодежь» и «Творчество молодых архитекторов» выявил количество конкурсных работ изображения которых получены с учетом GI при рендере, без учета GI, а также работы с отсутствием явных признаков учета GI или его отсутствия [1, 2].

На рис. 1 представлены обобщенные данные проведенного анализа упомянутых конкурсов в разделах «Архмолодежь» (2012, 2013 гг.) и «Творчество молодых архитекторов» (2011, 2012 гг.) т.е. среди молодых архитекторов и студентов. А также обобщенные данные проведенного анализа в разделе «Проекты» (2011, 2012, 2013 гг.) т.е. среди авторов, являющихся профессиональными архитекторами.

В обоих случаях среди молодых и профессиональных архитекторов четко выделяются три основные группы работ. Первая группа — тонированные изображения

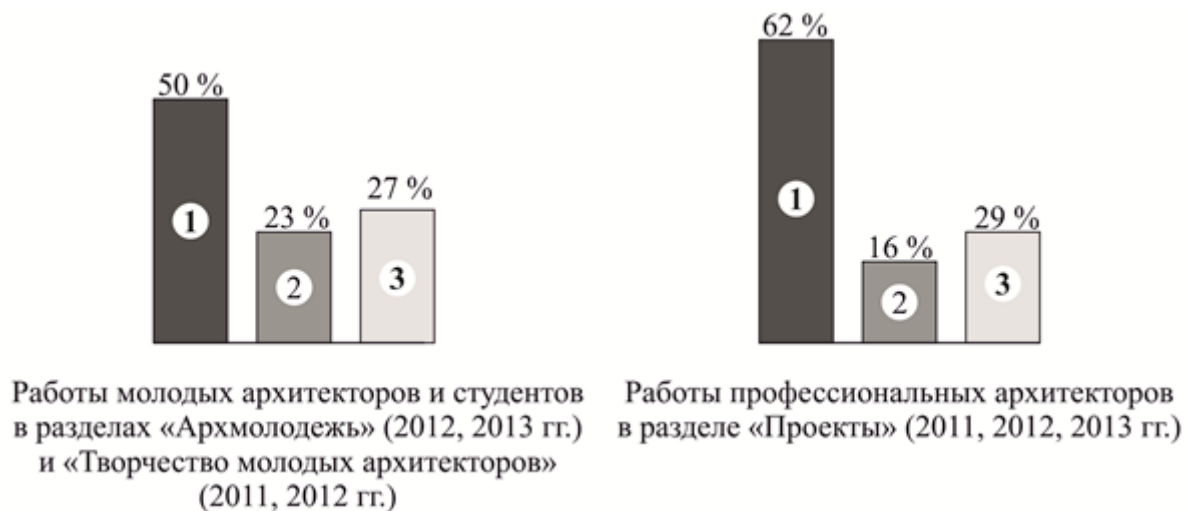


Рис. 1. Количество работ на конкурсах «Зодчество», «Золотая капитель», «Белая башня»: 1 — изображения с признаками учета GI при рендере; 2 — изображения без признаков учета GI при рендере или его отсутствия; 3 — изображения с признаками отсутствия учета GI при рендере

с учетом GI при рендере. Вторая группа — явные признаки учета GI или его не учета на изображениях отсутствуют. И третья группа — тонированные изображения с четкими признаками отсутствия GI при визуализации.

Объем конкурсных материалов, где использовались изображения, полученные с учетом GI наибольшее, и составляет 50 до 62% от всего количества работ-участников. Количество работ, где использовались тонированные изображения представляемых объектов, полученные без учета GI при рендере, составляет 27 до 29%. Представленные проекты, про изображения которых сложно четко утверждать, что они получены с учетом GI или без, составило 23 до 16%.

Таким образом, можно отметить, что в среде профессиональных сложившихся архитекторов и в среде молодых специалистов и студентов применяются различные способы получения изображений как с учетом GI при тонировании, так и без учета GI.

Явное большинство участников конкурсов представляет свои работы изображениями приближенном к фотокачеству в реалистичном стиле и делают тонирование с учетом GI. Их общее количество составляет в среднем 56%. Количество же архитекторов предпочитающих работать в более простой манере и делать рендер проектируемых объектов без учета GI примерно в два раза меньше, в среднем 28%. Доля работ без явных признаков учета или отсутствия GI составила 20%.

Из этого можно сделать вывод, что как в среде профессиональных архитекторов, так и в среде молодых специалистов большинство участников предпочитают представлять свои работы изображениями, получаемыми с учетом GI. Это позволяет добиться высокой степени фотореализма изображений представляемых архитектурных объектов. Но существует приверженцы более простых и быстрых способов рендера изображений, без учета GI. Несмотря на меньшую фотореалистичность получаемых изображений, упрощенные способы тонирования изобра-

жений так же находят применение на практике. А получаемые при этом изображения могут вполне достойно иллюстрировать проект.

В зависимости от конкретных условий и задач стоящей перед архитектором, оптимальным может быть способ рендера как с учетом GI так и без него. Наличие вычислительных мощностей, квалификации исполнителя, достаточного количества времени на выполнение работы — факторы влияющие выбор между сложным фотореалистичным рендером с учетом GI или более простым, без учета GI. Как показывает практика, для 28% участников проанализированных конкурсов более логичным и правильным решением стало использование простых не фотореалистичных рендеров, без учета GI. То есть, более четверти всех конкурсантов, исходя из своих конкретных условий, делают сознательный выбор в пользу более простого и менее фотореалистичного рендера.

Не взирая на то, что изображения фотокачества «превосходят» по степени реализма изображения выполненные в другой манере, наградами конкурсов отмечаются проекты иллюстрированные как и в фотореалистичной манере, так и в условно «простой» графике.

Нужно так же помнить, что конкурсной оценке подвергается заложенный архитектурный замысел, а не степень реалистичности визуализации. Убедительная же визуализация лишь способствует лучшему восприятию замысла.

Таким образом, анализ представленных конкурсных материалов среди групп профессиональных и молодых архитекторов показал, что для получения изображений проекта на практике применяются как простые способы тонирования, так и более сложные с учетом GI при рендере. В обеих группах наибольшее количество работ иллюстрируется изображениями, полученными с учетом GI, в качестве близком к фотореалистичному. И явно меньшее количество работ представляется изображениями, полученными более простыми способами тонирования без учета GI.

Литература:

1. Сазанов, Е. А. Целесообразность учета GI при рендере: анализ конкурсных работ молодых архитекторов и студентов [Текст]/Е. А. Сазанов // Молодой ученый. — 2014. — №11. — с. 111–113.
2. Сазанов, Е. А. Целесообразность учета GI при рендере: анализ работ профессиональных архитекторов-участников архитектурных конкурсов [Текст]/Е. А. Сазанов // САПР и графика. — 2014. — №8. — с. 6–7.

Композиционные материалы: методики измерений характеристик и поверки средств измерений

Сорокин Дмитрий Сергеевич, студент;
Данилов Александр Максимович, доктор технических наук, профессор
Пензенский государственный университет архитектуры и строительства

Поверка средств измерений (СИ) предполагает построение их градуировочных характеристик (ГХ), под которыми понимается функциональная зависимость $Y = f(X)$ (X и Y — соответственно входная и выходная величины), построенная на основе результатов измерений (x_i, y_i) , $i = \overline{1, m}$; может представляться таблицей, графиком, формулой. Погрешность градуировочной характеристики в точке X будет равна

$$\Delta(X) = f(X) - Y,$$

где Y — истинное значение выходной величины Y в точке X . В числе наиболее распространенных функциональных зависимостей:

- линейные $Y = bX$; $Y = a + bX$; $Y = a + b(X - \bar{X})$;
 - степенные, показательные и дробно-линейные функции $U(Y) = a + b \cdot V(X)$; приводятся к линейным путем замены переменных $Y' = a + bX'$, $X' = V(X)$, $Y' = U(Y)$;
 - нелинейные $Y = \sum a_j g_j(X)$, g_j — известные функции; a_j — определяемые коэффициенты
- ($Y = \sum_{j=0}^k a_j X^j$, $k \leq 5$; разложения по ортогональным полиномам $Y = \sum_{j=0}^k b_j P_j(X)$, $\sum_{i=1}^m P_k(X_i) P_i(X_i) = 0$ при

$$k \neq i; Y = \sum_k (a_k \sin(kX) + b_k \cos(kX)).$$

При их получении используются априорные данные:

- о значениях входных величин X_i ;
- о функциональном виде ГХ;
- о виде распределения случайных погрешностей измерений величин X_i и Y_i ;
- о характеристиках погрешностей измерений X_i и Y_i .

При линейном или полиномиальном виде и точно известных значениях X_i при их построении используются: при гауссовских распределениях погрешностей измерений Y_i — метод наименьших квадратов (МНК); при распределениях погрешностей измерений Y_i , отличных от гауссовских — робастные методы (усеченный МНК или М-оценки Хубера).

При существенных погрешностях измерений X_i в предположении линейной зависимости используются: в случае гауссовского распределения погрешностей (X_i , $i = \overline{1, m}$ выбираются исследователем и выполняется n_i наблюдений при каждом X_i) — МНК; для случаев, когда X_i определяются условиями эксперимента и не могут быть выбраны исследователем, — один из конфлюэнтных методов (табл.1).

При заданных границах погрешностей Δ_X и Δ_Y оцениваются границы суммарной погрешности в точке $\Delta(X)$ или общие границы по диапазону Δ ; при известных СКО S_X и S_Y случайных погрешностей и границах θ_X и θ_Y систематических погрешностей — характеристики $S(X)$, $\theta(X)$ составляющих погрешности.

Границы погрешностей ГХ при заданных границах погрешностей измерений величин X_i и Y_i оцениваются в виде:

$$\Delta(X) = \Delta_Y + |c(X)| \Delta_X, \quad c(X) = \frac{dY(X)}{dX} \quad \text{— в точке } X;$$

$$C = \max |c(X)| \quad \text{— по диапазону } \Delta = \Delta_Y + C \Delta_X.$$

При отсутствии априорных данных о коэффициентах $c(X)$ принимается:

Таблица 1. Методы построения ГХ

№	Априорная информация				Методы построения ГХ
	Вид ГХ	Распределения погрешностей	Дисперсии погрешностей	Значения аргументов X_i	
1	Линейный	Гауссовские	Постоянны	Точные	Метод наименьших квадратов (МНК)
2			Известны веса		МНК с весами
3			Постоянны	Планируемые	МНК с учетом приведенных погрешностей
4		Близки к гауссовским	Известны веса	Точные	Усеченный МНК
5					Усеченный МНК с весами
6					М-оценки Хубера
7	Линейный	Гауссовские	Известны σ_X^2 или σ_Y^2	Содержат погрешности	Модифицированный МНК
8			Известно $\lambda = \frac{\sigma_X^2}{\sigma_Y^2}$		Метод ортогональной регрессии
9		Произвольны	Постоянны	Известен порядок X_i	Дробно-линейные оценки
10				Равномерны по диапозону	Оценка Хаузнера-Бреннана
11				Разбиты на 2 или 3 группы	Оценки Вальда или Бартлетта
12	Приводим к линейному	Гауссовские	Постоянны	Точные	МНК с весами
13			Известны веса		МНК с модифицированными весами
14		Близки к гауссовским	Известны веса	Точные	М-оценки Хубера с весами
15		Гауссовские	Постоянны	Планируемы	МНК с учетом погрешностей X_i
16				Содержат погрешности	Модифицированный МНК
17				Полином	Постоянны
18		Известны веса	МНК с весами		
19		Близки к гауссовским	Постоянны		Усеченный МНК
20	М-оценки Хубера				

$$C = \max \left\{ \frac{|Y_{i+1} - Y_i|}{|X_{i+1} - X_i|} \right\}.$$

Если заданы характеристики составляющих погрешностей входных и выходных величин, то характеристики погрешностей в точке X оценивают по формулам:

$$\theta(X) = \theta_Y |c(X)| \theta_X, \quad S(X) = \sqrt{S_Y^2 + c^2(X) S_X^2}.$$

Доверительные границы случайной погрешности в точке X :

$$\varepsilon(X) = t_k(P) S(X),$$

где $t_k(P)$ — коэффициент Стьюдента при вероятности P с числом степеней свободы $k = \min(n_X - 1, n_Y - 1)$; n_X и n_Y — объемы выборок при оценивании S_X и S_Y . Если ГХ есть функция заданного вида $Y = F(X, a_1, \dots, a_k)$, то оценивание погрешностей производится по линеаризованному разложению. При известных погрешностях исходных данных X_i и Y_i или, если их систематические составляющие изменяются нерегулярным образом в заданных границах, можно построить приближенные доверительные границы погрешности в точке X или ее

систематической составляющей. При точно известных значениях входных величин X_i и гауссовских распределениях погрешностей измерений выходных величин параметры линейной ГХ $Y = a_0 + b(X - \bar{X})$ определяются по методу наименьших квадратов (\bar{X} — среднее (взвешенное) значений X_i).

При равноточных многократных измерениях выходных величин Y оценки коэффициентов ГХ определяются по формулам:

$$a_0 = \bar{Y} = \frac{\sum_1^m n_i Y_i}{N}; b = \frac{\sum_1^m n_i Y_i (X_i - \bar{X})}{\sum_1^m n_i (X_i - \bar{X})^2}; \bar{X} = \frac{\sum_1^m n_i X_i}{N}; N = \sum_1^m n_i; \bar{Y}_i = \frac{\sum_1^{n_i} Y_{ij}}{n_i}.$$

Границы погрешностей определения коэффициентов a_0, b :

$$\Delta(a_0) = \Delta, \Delta(b) = \Delta R_b, R_b = \frac{\sum_1^m n_i |X_i - \bar{X}|}{\sum_1^m n_i (X_i - \bar{X})^2};$$

$$S(a_0) = \frac{S}{\sqrt{N}}, S(b) = S V_b, V_b = \frac{1}{\sqrt{\sum_1^m n_i (X_i - \bar{X})^2}};$$

$$\theta(a) = \theta, \theta(b) = \theta R_b;$$

граница погрешности ГХ в точке X определяется в виде:

$$\Delta(X) = \Delta R_X, R_X = 1 + |X - \bar{X}| R_b;$$

$$S(X) = S V(X), V(X) = \sqrt{\frac{1}{N} + \frac{(X - \bar{X})^2}{\sum_1^m n_i (X_i - \bar{X})^2}};$$

$$\theta(X) = \theta R_X.$$

Характеристики погрешностей для различных видов измерений приводятся в [1].

Если погрешности измерений Y_i изменяются нерегулярным образом в заданных границах $\pm \Delta$, то приближенные доверительные границы погрешностей коэффициентов и расчетных значений ГХ определяются по формулам:

$$\Delta(a_0) = z_p \frac{\Delta}{\sqrt{3N}}; \Delta(b) = z_p \Delta \frac{V_b}{\sqrt{3}}; \Delta(X) = z_p \Delta \frac{V(X)}{\sqrt{3}}.$$

Если систематические погрешности измерений Y_i изменяются нерегулярным образом в заданных границах $\pm \Delta$, то приближенные доверительные границы систематических погрешностей коэффициентов и расчетных значений ГХ определяются по формулам:

$$\theta_p(a_0) = z_p \theta \frac{V'_a}{\sqrt{3}}; \theta_p(b) = z_p \theta \frac{V'_b}{\sqrt{3}}; \theta_p(X) = z_p \theta \frac{V'(X)}{\sqrt{3}},$$

$$V'_a = \frac{1}{N} \sqrt{\sum_1^m n_i^2}; V'_b = \frac{\sqrt{\sum_1^m n_i^2 (X_i - \bar{X})^2}}{n_i (X_i - \bar{X})^2}; V'(X) = \sqrt{(V'_a)^2 + (X_i - \bar{X})^2 (V'_b)^2}.$$

Доверительные границы случайных погрешностей коэффициентов и расчетных значений ГХ определяются по формулам:

$$\varepsilon(a_0) = t_k(P) \frac{S}{\sqrt{N}}; \varepsilon(b) = t_k(P) S V_b; \varepsilon(X) = t_k(P) S V(X),$$

где $t_k(P)$ — коэффициент Стьюдента, с числом степеней свободы k , соответствующим используемой оценке СКО S .

Указанные методы построения градуировочных характеристик использовались при построении по экспериментальным данным ряда аналитических зависимостей для описания кинетических процессов формирования физико-механических характеристик композитов [2...7].

Литература:

1. Планирование эксперимента. Обработка опытных данных: монография/И. А. Гарькина [и др.]; под ред. проф. А. М. Данилова. — М.: Палеотип. — 2005. — 272 с.
2. Данилов, А. М., Гарькина И. А. Интерполяция, аппроксимация, оптимизация: анализ и синтез сложных систем: монография. — Пенза: ПГУАС. — 2014. — 168 с.
3. Данилов, А. М., Гарькина И. А. Теория вероятностей и математическая статистика с инженерными приложениями. — Пенза: ПГУАС. — 2010. — 228 с.
4. Гарькина, И. А. Формализация оценки структуры и свойств композиционных материалов специального назначения/Строительные материалы. — 2007. — №1. — с. 70–72.
5. Будылина, Е. А., Гарькина И. А., Сухов Я. И. Математическое моделирование кинетических процессов в дисперсных системах/Молодой ученый. — 2013. — №12 (59). — с. 104–107.
6. Гарькина, И. А., Данилов А. М., Смирнов В. А. Флокуляция в дисперсных системах/Системы управления и информационные технологии. — 2008. — №2.3 (32). — с. 344–346
7. Гарькина, И. А., Данилов А. М., Домке Э. Р. Промышленные приложения системных методологий, теорий идентификации и управления/Вестник Московского автомобильно-дорожного государственного технического университета (МАДИ). — 2009. — №2. — с. 77–81.

Определение вида короткого замыкания в линии, питающей трансформаторную подстанцию, с запретом автоматического повторного включения выключателя

Суров Леонид Дмитриевич, кандидат технических наук, доцент;
 Филиппов Вадим Владимирович, кандидат технических наук, доцент;
 Махиянова Наталья Витальевна, старший преподаватель
 Орловский государственный аграрный университет

Описан способ определения вида короткого замыкания в линии, питающую трансформаторную подстанцию с запретом автоматического повторного включения выключателя, разработана структурная схема и описана ее работа с изображением выходных сигналов.

Ключевые слова: короткое замыкание, автоматическое повторное включение, датчик напряжения, блок обработки информации, генератор зондирующих импульсов, приемник зондирующих импульсов, регистрирующее устройство.

A certain kind of short circuit in the line supplying the transformer substations with a ban autoreclosing switch

L. D. Surov, V. V. Filippov, N. V. Mahiyanova

Describes a method for determining the form of a short circuit in the line that feeds the transformer substation with the prohibition of automatic reclosing circuit breaker designed block diagram and described her work with the image of the output signals.

Keywords: short circuit, automatic reclosing, voltage sensor, the processing unit, the generator probe pulses, the receiver probe pulses, the recording device.

С целью восстановления нормальной работы линий электрооборудования при неустойчивых коротких замыканиях (КЗ) выключатели, коммутирующие их, оборудуются устройствами автоматического повторного включения (АПВ). Однако АПВ выключателей происходит не только при неустойчивых КЗ, когда за время бесто-

ковой паузы КЗ самоустраняется, но и в случаях, когда КЗ оказывается устойчивым. При этом повторное включение выключателя происходит на ток КЗ. Это приводит к тому, что все оборудование, через которое протекает ток КЗ, подвергается неоправданному термическому и динамическому воздействию. Для исключения таких воздействий необходимо определять какое КЗ (устойчивое или неустойчивое) и, если КЗ оказывается устойчивым,

то необходимо вводить запрет на АПВ выключателя. Для предотвращения АПВ выключателя, питающего трансформаторную подстанцию, на основании способа контроля [1], разработана структурная схема, позволяющая реализовать такой запрет. Для реализации запрета необходимо вести контроль исчезновения линейных напряжений на подстанции. И, если это происходит, то с момента исчезновения контролируемой величины на-

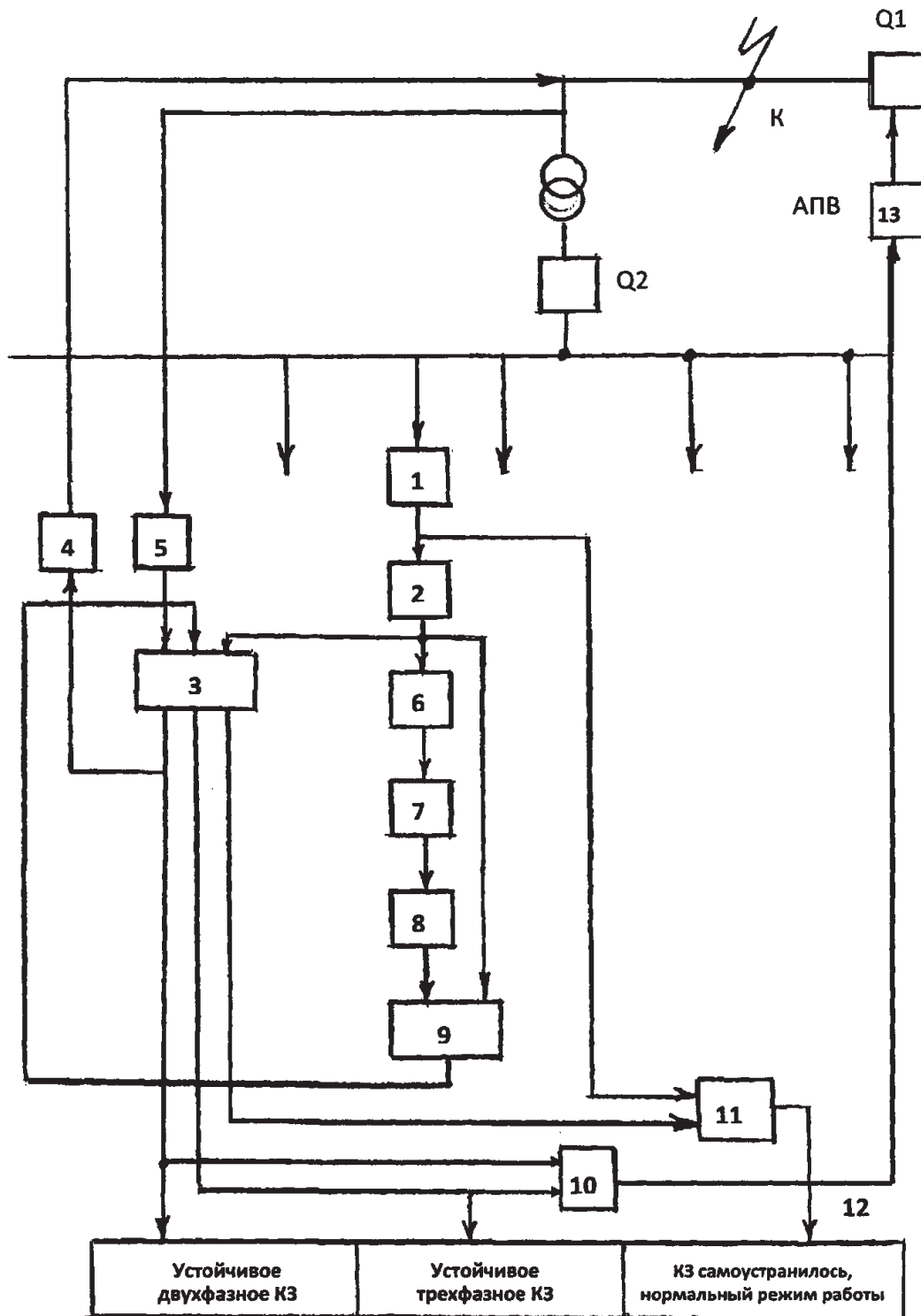


Рис. 1. Упрощенная схема сети, питающей трансформаторную подстанцию и структурная схема способа

чинают отсчет времени, равный времени выдержки АПВ выключателя, во все провода линии с определенной периодичностью посылают зондирующие импульсы, измеряют время их прохождения до точек отражения и вычисляют расстояние до этих точек. И, если до момента окончания отсчитываемого времени все вычисленные расстояния будут равны друг другу и меньше чем расстояние до выключателя, то делают вывод об устойчивом трехфазном КЗ. А, если только два вычисленных расстояния равны друг другу и меньше, чем третье, то делают вывод об устойчивом двухфазном КЗ и посылают запрет на АПВ. Или когда все вычисленные расстояния до окончания отсчитываемого времени выдержки АПВ стали равны друг другу и равны расстоянию до выключателя, то делают вывод о самоустранившемся КЗ и сигнал на запрет АПВ

не посылают. Такой контроль и запрет АПВ выключателя можно осуществить с помощью структурной схемы, изображенной на рис. 1

На рис. 2 также показаны t_1 — момент времени исчезновения одного из линейных напряжений, t_2 — момент окончания времени выдержки срабатывания защиты ГВ 1, t_3 — момент окончания времени выдержки АПВ плюс времени выдержки срабатывания защиты с ускорением ГВ 1.

Схема работает следующим образом. В нормальном режиме работы подстанции напряжение на линии, питающей ее, существует поэтому на выходе ДН есть сигнал (рис. 2, диагр. 1). Этот сигнал поступает на вход элемента НЕ и обеспечивает отсутствие сигнала на его выходе (рис. 2, диагр. 2). При возникновении устойчивого

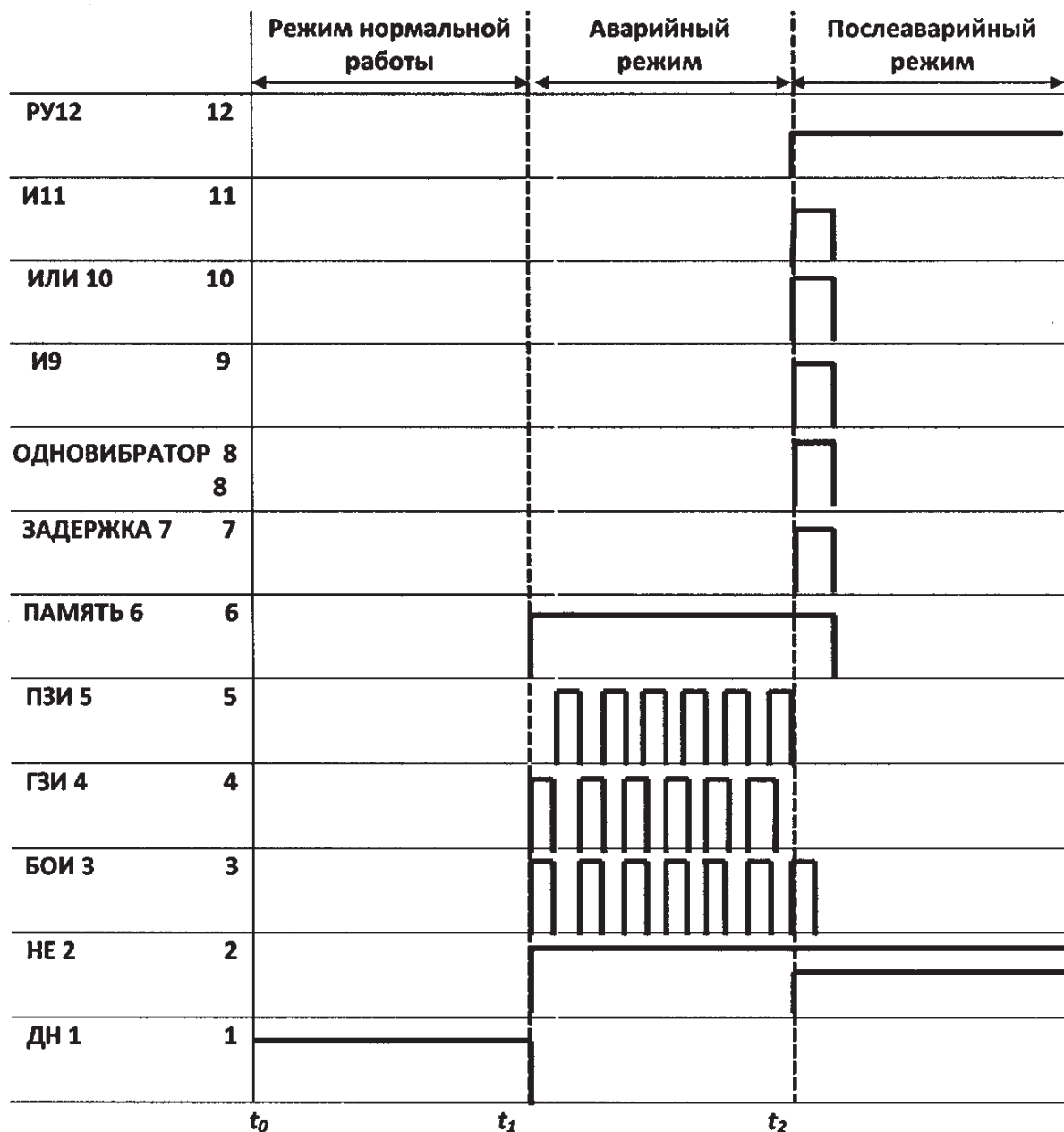


Рис. 2. Диаграммы сигналов на выходах элементов структурной схемы

двух или трехфазного КЗ в точке К по истечении выдержки времени срабатывания защиты выключателя Q1 произойдет его отключение. Напряжение в питающей линии и на подстанции исчезнут, поэтому исчезнет выходной сигнал с ДН 1 (рис. 2, диагр. 1, момент времени t_1). Исчезновение входного сигнала на элементе НЕ2 обеспечит появление его выходного сигнала (рис. 2, диагр. 2). Этот сигнал поступит на третий вход БОИ 3, он сработает и с его первого выхода на вход ГЗИ 4 пойдет сигнал (рис. 2, диагр. 3). Сигнал, поступивший в ГЗИ 4 обеспечит посылку зондирующих импульсов во все провода линии (рис. 2, диагр. 4). Импульсы дойдя до точек отражения вернуться обратно и поступят в ПЗИ 5, а с его выхода (рис. 2, диагр. 5) поступят на первый вход БОИЗ. БОИЗ определит время прохождения импульсов до точек отражения, вычислит расстояние до этих точек, сравнит эти расстояния между собой и с расстоянием до места установки. И, если два вычисленных расстояния будут равны друг другу и расстоянию до Q1, то с его второго выхода пойдет сигнал (рис. 2, диагр. 3, момент времени t_2), который поступит в РУ12 и в нем появится информация об устой-

чивом двухфазном КЗ. Так же этот сигнал поступит в элемент ИЛИ10, а с его выхода на АПВ 13 и обеспечит запрет на его включение.

Если при сравнении все вычисленные расстояния будут равны друг другу и меньше, чем расстояние до Q1, то с третьего выхода БОИ 3 пойдет сигнал, который поступит в РУ12 и в нем появится информация о том, что в линии устойчивое трехфазное КЗ. Также этот сигнал поступит на вход элемента ИЛИ10, а с его выхода в АПВ 13 и предотвратит его включение. А когда все вычисленные расстояния будут равны друг другу и равны расстоянию до Q1, то с четвертого выхода БОИЗ пойдет сигнал, который поступит в РУ12, где появится информация о том, что КЗ самоустранилось.

Таким образом, можно определить вид устойчивого КЗ и вводить запрет при этом или установить факт возникновения неустойчивого КЗ, которое за время бестоковой паузы самоустранилось и восстановлен нормальный режим работы. Это позволит исключить неоправданное воздействие тока КЗ на оборудование, продлить срок службы и сократить расходы на эксплуатацию.

Литература:

1. Патент РФ №2527477, опубл. 10.09.2014, бюл.№25.

Контроль отказа отключения головного и отключения секционного выключателей с определением вида короткого замыкания

Суров Леонид Дмитриевич, кандидат технических наук, доцент;
Филиппов Вадим Владимирович, кандидат технических наук, доцент
Орловский государственный аграрный университет

Описан способ контроля отказа отключения головного и отключения секционного выключателей с определением вида короткого замыкания, разработана структурная схема и описана ее работа с изображением выходных сигналов.

Ключевые слова: короткое замыкание, головной выключатель, секционный выключатель, автоматическое повторное включение, датчик напряжения, регистрирующее устройство, приемник зондирующих импульсов.

Rejection dropout control head and stop section switch defined type short circuit

L. D. Surov, V. V. Filippov

Describes a method for disable automatic reclosing breaker line supplying the transformer substation with a certain kind of short-circuit, a block diagram is developed and described her work with the image of the output signals.

Keywords: short circuit, automatic reclosing, a voltage sensor, a recording device, the receiver probe pulses.

Районные двухтрансформаторные подстанции, трансформаторы которых питаются от разных линий электропередач, с целью повышения надежности электро-

снабжения, выполняют с двумя секциями шин, которые соединены секционным выключателем (СВ). В нормальном режиме работы СВ отключен. Однако, в случае

необходимости, например при плановых или аварийных отключениях одного из трансформаторов, СВ включается и питание отключенной секции шин осуществляется от второго трансформатора. Протяженные, секционированные линии электропередач, питающиеся от разных секций шин подстанции, по возможности, соединяются сетевым пунктом автоматического включения резерва (АВР), выключатель которого в нормальном режиме работы отключен. При этом образуется условно-замкнутое кольцо в котором при возникновении устойчивого короткого замыкания (КЗ) на отдельном участке линии его можно локализовать, а на неповрежденный подать напряжение. Такая ситуация может быть при возникновении устойчивого КЗ в точке 4 (рис. 1). При этом должны отключиться головной выключатель (ГВ) 3 и секционирующий выключатель 5. Это приведет к исчезновению напряжения на пункте АВР со стороны поврежденной линии и выключатель сетевого пункта АВР 6 включится и обеспечит

питание неповрежденного участка линии. И произойдет это при правильном действии средств автоматизации.

Однако при отказе отключения ГВ 3, что может произойти по причине какой-либо неисправности, произойдут отключения выключателей 9 и 5 и включение выключателя 6. При этом, как и при правильном действии средств автоматики, неповрежденный участок линии получит питание, но информация, об отказе отключения ГВ 3 и отключении СВ 9, обслуживающему персоналу будет неизвестна. Это может привести к ошибочным действиям обслуживающего персонала при восстановлении нормальной схемы электроснабжения подстанции. Поэтому для правильного и своевременного получения информации о таком состоянии сети разработан способ [1]. Согласно этому способу для контроля отказа отключения головного и отключения секционного выключателей с момента появления тока КЗ в линии основного источ-

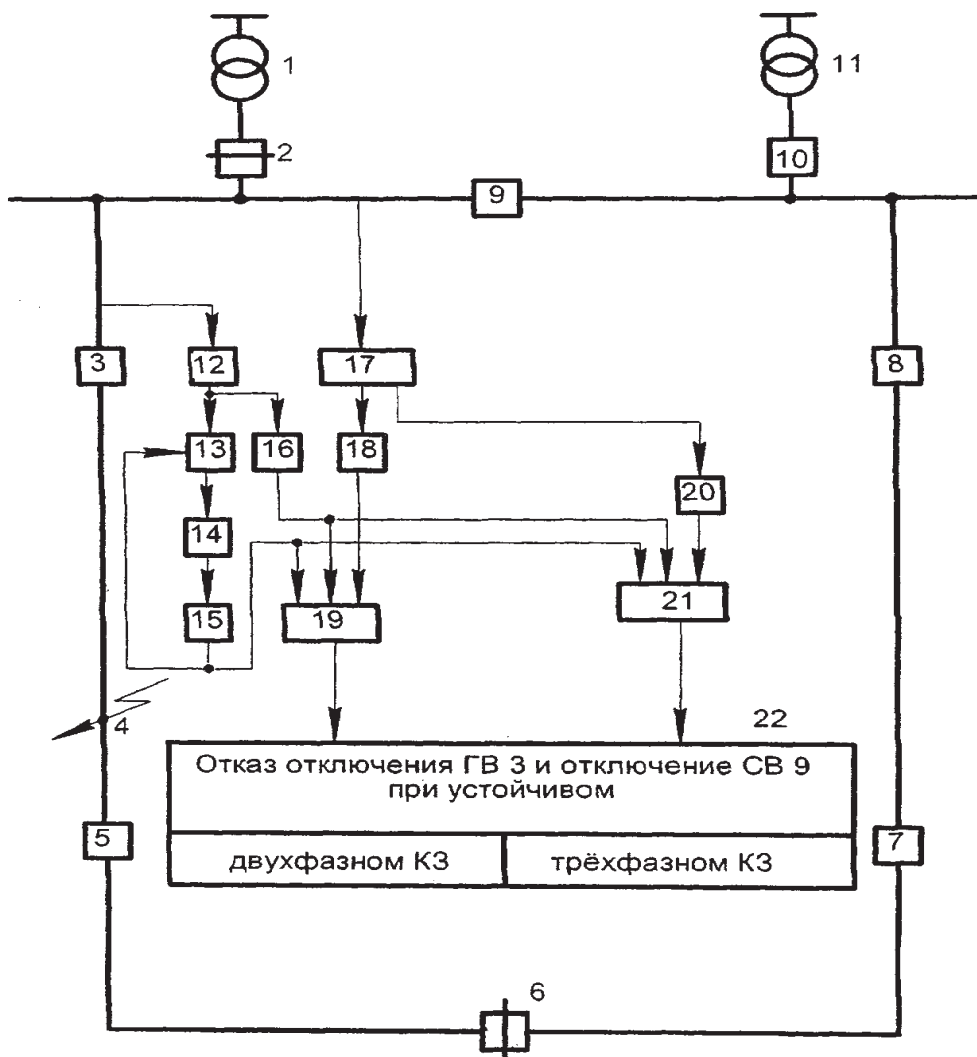


Рис. 1. Упрощенная схема двухтрансформаторной подстанции и структурная схема способа контроля: 2 и 10 — выключатели на низкой стороне трансформаторов 1 и 11; 3 и 8 — головные выключатели; 5 и 7 — секционирующие выключатели; 6 — выключатель с устройством АВР; 9 — секционный выключатель; 4 — точка короткого замыкания

ника питания начинают отсчитывать время, равное времени отключения СВ шин. При этом определяют вид КЗ и контролируют момент его исчезновения. И если два линейных напряжения исчезли в момент появления тока КЗ, а третье линейное напряжение и ток КЗ исчезли в момент окончания отсчета времени, то делают вывод об отказе отключения ГВ и отключении СВ при двухфазном КЗ. А если в момент появления тока КЗ исчезли все линейные напряжения, а в момент окончания отсчета времени исчез и ток КЗ, то делают вывод об отказе отключения ГВ и отключении СВ при трехфазном КЗ.

Суть способа поясняется рисунками, где:

на рис. 1 — представлена структурная схема, содержащая элементы для реализации способа;

на рис. 2 — диаграммы выходных сигналов элементов, показанных на рис. 1 при устойчивом КЗ в точке 4.

Способ осуществляется следующим образом.

В нормальном режиме работы кольцевой сети выключатели 2, 3, 5, 7, 8 и 10 включены, а выключатели 6 и 9 отключены. При работе кольцевой сети в режиме подстанционного резервирования выключатели 3, 5, 7, 8, 9 и 10 включены, а выключатели 2 и 6 отключены. При этом на выходе ДТКЗ 12 сигнала нет, поэтому схема находится в режиме контроля.

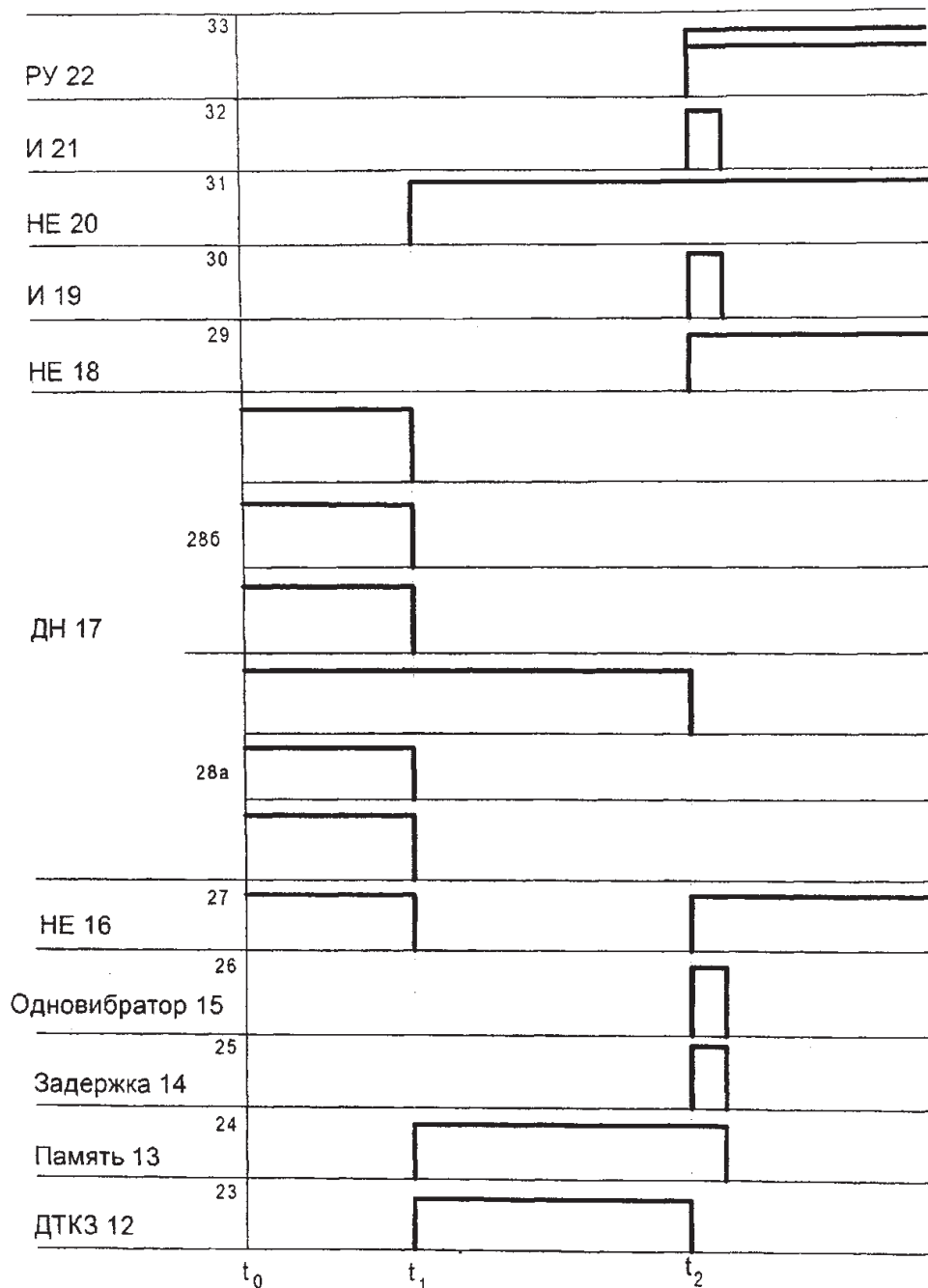


Рис. 2. Диаграммы выходных сигналов элементов: структурной схемы: t_1 — момент времени возникновения устойчивого КЗ в точке 4, t_2 — момент окончания времени выдержки отключения СВ 9

При устойчивом КЗ, например в точке 4, на выходе ДТКЗ 12 появится сигнал (рис. 2, диагр. 23, момент времени t_1) который поступит на вход элемента ПАМЯТЬ 13. Этот сигнал запомнится им (рис. 2, диагр. 24) и поступит на вход элемента ЗАДЕРЖКА 14. С выхода этого элемента сигнал появится через время, равное времени выдержки включения СВ 9. По истечении этого времени (рис. 2, диагр. 25, момент времени t_2) сигнал поступит на вход элемента ОДНОВИБРАТОР 15. Он произведет одно колебание (рис. 2, диагр. 26) и своим сигналом «сбросит» память с элемента 13 (рис. 2, диагр. 24) и поступит на первый вход элемента И 19. В это момент времени (t_2 см. рис. 2) СВ 9 отключится и отключит ток КЗ, поэтому существовавший до этого сигнал на первом выходе ДН 17, при устойчивом двухфазном КЗ в точке 4, исчезнет (рис. 2, диагр. 28а, момент времени t_2). А если в точке 4 будет устойчивое трехфазное КЗ, то сигнал со второго выхода ДН 17 исчезнет в момент времени t_1 (рис. 2, диагр. 28б). Отсутствие сигнала на первом выходе ДН 17 при двухфазном КЗ приведет к появлению выходного сигнала на элементе НЕ 18 (рис. 2, диагр. 29). Этот сигнал поступит на третий вход элемента И 18. Отключение тока КЗ приведет также к исчезновению выходного сигнала

с ДТКЗ 12 (рис. 2, диагр. 23) и появлению при этом сигнала на выходе элемента НЕ 16 (рис. 2, диагр. 27, момент времени t_2), который поступит на второй вход элемента И 19 на второй вход элемента И 21. Элемент И 19 сработает (рис. 2, диагр. 30) и его сигнал поступит в РУ 22 и там появится информация о том, что произошел отказ отключения ГВ 3 и отключение СВ 9 при двухфазном КЗ. При трехфазном КЗ в точке 4 на элемент И 21 входные сигналы поступят с элементов ОДНОВИБРАТОР 15, НЕ 16 и НЕ 20 (рис. 2, диагр. 26, 27 и 31 соответственно) и он сработает в момент времени t_2 и его выходной сигнал (рис. 2, диагр. 32) поступив в РУ 22 обеспечит появление информации об отказе отключения ГВ 3 и отключении СВ 9 при трехфазном КЗ.

Таким образом, при реализации и использовании разработанной структурной схемы можно своевременно получать информацию об отказе отключения головного и отключении секционного выключателей при работе кольцевой сети в режиме подстанционного резервирования с определением вида короткого замыкания. Это позволит принять правильные решения по устранению возникшей неисправности и сократить время недоотпуска электрической энергии.

Литература:

1. Патент РФ №2504062, опубл. 10.09.2014, бюл.№25.

Контроль отказа запрета автоматического включения резерва в линии кольцевой сети

Суров Леонид Дмитриевич, кандидат технических наук, доцент;
Филиппов Вадим Владимирович, кандидат технических наук, доцент
Орловский государственный аграрный университет

Описан способ контроля отказа запрета автоматического включения резерва в линии кольцевой сети, разработана структурная схема и описана ее работа с изображением выходных сигналов.

Ключевые слова: силовой трансформатор, автоматическое включение резерва, головной выключатель, короткое замыкание, датчик тока короткого замыкания, регистрирующее устройство.

Control failure disable the automatic transfer switch in line ring network

L. D. Surov, V. V. Filippov

Describes a method of control failure disable automatic transfer switch in the ring line, a block diagram is developed and described her work with the image of the output signals.

Keywords: power transformer, automatic source, head switch, sensor short circuit current.

Двухтрансформаторные подстанции с высоким напряжением 35–110 кВ и двухстороннем питанием, в сельском электроснабжении составляют примерно

70%. Большая протяженность и разветвленность распределительных сетей напряжением 10 кВ, в отдельных случаях при строительстве сетей, позволяет применять се-

тевое резервирование. При этом разные линии одной двухтрансформаторной подстанции питаются от разных шин и соединяются сетевым пунктом (СП) автоматического включения резерва (АВР), выключатель которого в нормальном режиме работы сети отключен (рис. 1). Такое резервирование позволяет в автоматическом режиме при повреждении отдельных участков секционированных линий подключить неповрежденный участок линии к резервному источнику питания (другому трансформатору этой подстанции). Признаком для включения выключателя СП является исчезновение напряжения со стороны основного источника питания (для АВР одно-стороннего действия). С целью предотвращения неоправданного включения выключателя СП на короткое замыкание (КЗ) когда они происходят на смежном участке

линии, например в точке К4 (рис. 1), пункты оборудуются устройствами запрета. Однако, по причине разных обстоятельств, запрет может отказать и тогда произойдет включение выключателя СП на КЗ. При этом сработает его защита и он отключится. Информация о двух бросках тока КЗ произошедших в сети может быть зарегистрирована на подстанции, однако информация о состоянии выключателей Q3 и Q5 остается неизвестной. С целью получения информации об отключении выключателя Q3, отказе запрета, включении на КЗ выключателя Q5 и последующем его отключении разработан способ [2].

Согласно этому способу с момента появления первого броска тока короткого КЗ на шинах трансформатора основного источника питания начинают отсчет времени, равный времени выдержки срабатывания защиты

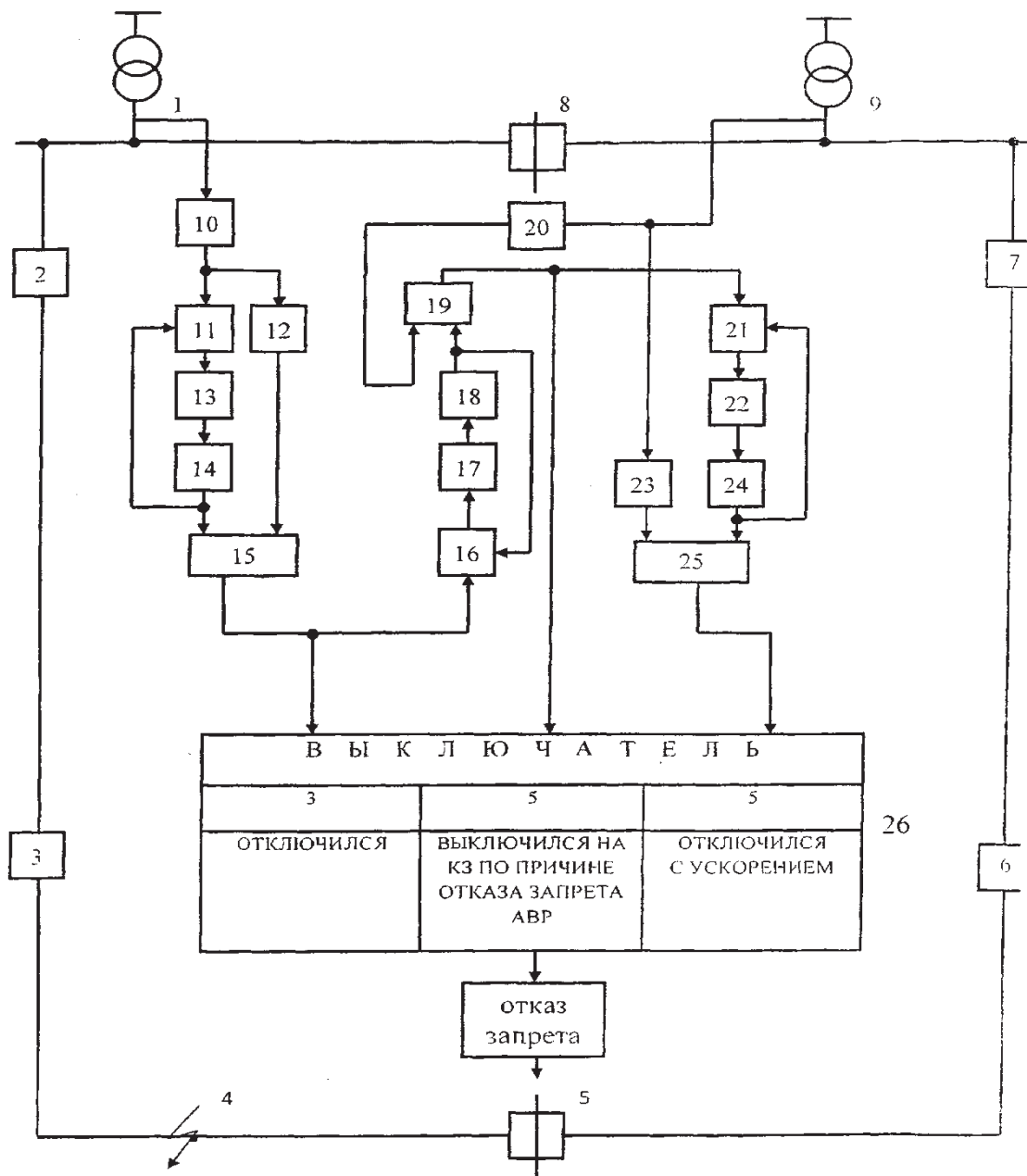


Рис. 1. Упрощенная однолинейная схема двухтрансформаторной подстанции и структурная схема способа

секционирующего выключателя (СВ) линии, питающейся от трансформатора основного источника питания. При этом контролируют момент отключения первого броска тока КЗ и, если в момент окончания отсчитываемого времени ток КЗ отключится, то делают вывод об отключении СВ. С момента отключения первого броска тока КЗ начинают отсчет времени, равный времени выдержки включения выключателя сетевого пункта АВР плюс времени выдержки срабатывания защиты с ускорением этого выключателя. И, если в момент окончания времени выдержки включения выключателя СП АВР появляется второй бросок тока КЗ на шинах трансформатора резервного источника питания, а в момент окончания времени выдержки срабатывания защиты с ускорением ток КЗ отключается, то делают вывод о включении выключателя сетевого пункта АВР на КЗ по причине отказа запрета АВР и его последующем отключении.

Суть способа поясняется рисунками, где:

на рис. 1 — представлена структурная схема, содержащая элементы для реализации способа;

на рис. 2 — диаграммы сигналов на выходах элементов, показанных на рис. 1 при КЗ в точке 4.

Схема (см. рис. 1) содержит: силовой трансформатор 1 основного источника питания, головной выключатель (ГВ) 2 линии основного источника питания, СВ 3 линии основного источника питания, точку КЗ 4, выключатель 5 сетевого пункта АВР с устройством запрета АВР на КЗ, СВ 6 линии резервного источника питания, ГВ 7 линии резервного источника питания, выключатель 8 шинного АВР, силовой трансформатор 9 резервного источника питания, датчик тока короткого замыкания (ДТКЗ) 10, элемент ПАМЯТЬ 11, элемент НЕ 12, элемент ЗАДЕРЖКА 13, элемент ОДНОВИБРАТОР 14, элемент И 15, элемент ПАМЯТЬ 16, элемент ЗАДЕРЖКА 17, элемент ОДНОВИБРАТОР 18, элемент И 19, ДТКЗ 20, элемент ПАМЯТЬ 21, элемент ЗАДЕРЖКА 22, элемент НЕ 23, элемент ОДНОВИБРАТОР 24, элемент И 25, регистрирующее устройство (РУ) 26.

Способ осуществляется следующим образом.

В нормальном режиме работы линии кольцевой сети выключатели 2, 3, 6 и 7 включены, а выключатели 5 и 8 отключены, короткого замыкания в точке 4 нет, поэтому на выходе ДТКЗ 10 сигнала нет и схема находится в режиме контроля.

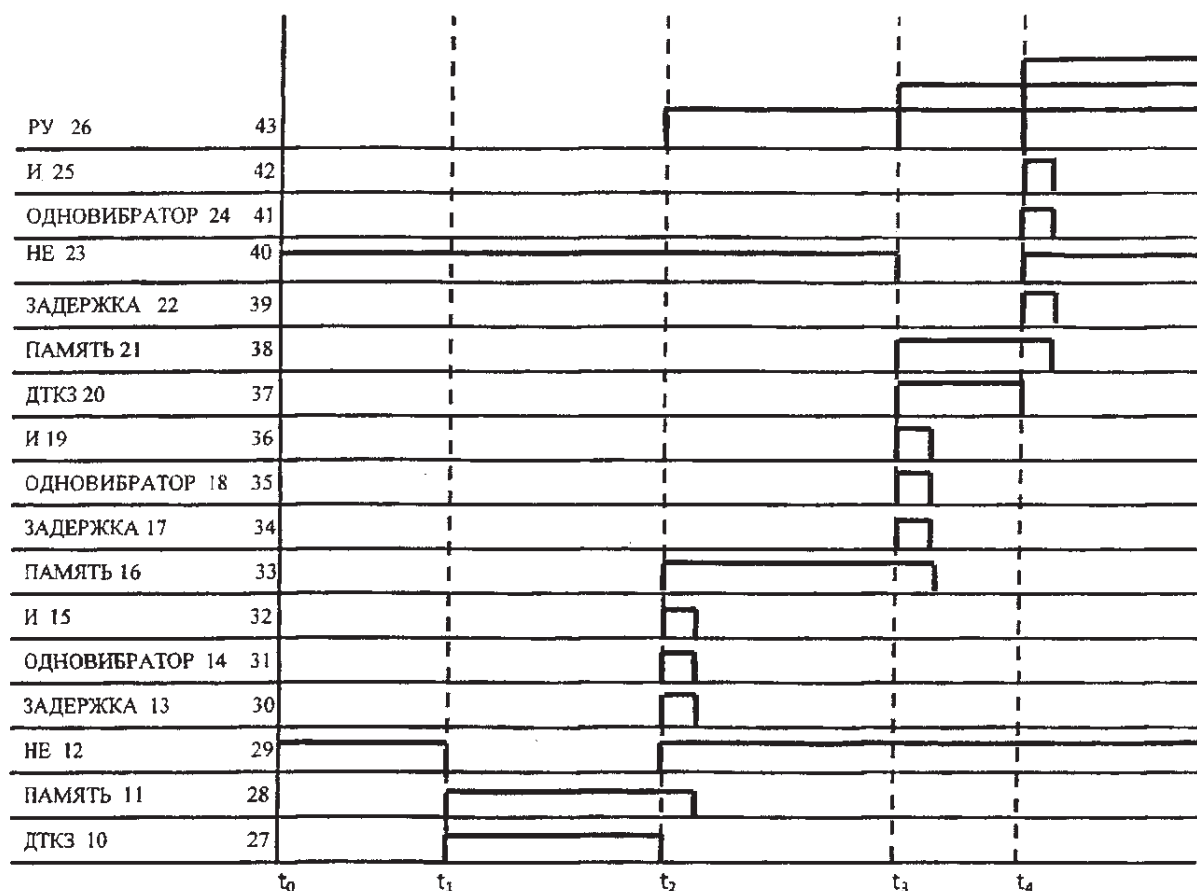


Рис. 2. Диаграммы выходных сигналов элементов структурной схемы: t_1 — момент времени возникновения КЗ, t_2 — момент времени отключения тока КЗ, t_3 — момент времени включения выключателя 5 сетевого пункта АВР, t_4 — момент времени отключения выключателя 5 сетевого пункта АВР с ускорением

При устойчивом КЗ в точке 4 (см. рис. 1) на выходе ДТКЗ 10 появится сигнал (рис. 2, диагр. 27, момент времени t_1). Он поступит на вход элемента НЕ 12. при этом существовавший до этого его выходной сигнал исчезнет (рис. 2, диагр. 29). Параллельно с этим выходной сигнал ДТКЗ 10 поступит на вход элемента. ПАМЯТЬ 11, он запомнится им (рис. 2, диагр. 28) и поступит на вход, элемента ЗАДЕРЖКА 13 с выхода которого он появится через время, равное времени выдержки срабатывания защиты СВ 3 (рис. 2, диагр. 30, момент времени t_2). По истечении этого времени сигнал поступит на элемент ОДНОВИБРАТОР 14, он совершит одно колебание и своим сигналом (рис. 2, диагр. 31) «сбросит» память с элемента 11 и поступит на первый вход элемента И 15. В этот момент времени (t_2 , см. рис. 2) СВ 3 под действием своей защиты отключится и отключит первый бросок тока КЗ, поэтому с выхода ДТКЗ 10 сигнал исчезнет (рис. 2, диагр. 27). При этом на выходе элемента НЕ 12 вновь появится сигнал (рис. 2, диагр. 29), который поступит на второй вход элемента И 15. Наличие двух входных сигналов на И 15 приведет к появлению его выходного сигнала (рис. 2, диагр. 32). Этот сигнал поступит в РУ 26 и обеспечит появление в нем информации о том, что СВ 3 отключился (рис. 2, диагр. 43). А также он поступит на вход элемента ПАМЯТЬ 16, где запомнится (рис. 2, диагр. 33) и поступит на вход элемента ЗАДЕРЖКА 17. С выхода этого элемента сигнал появится через время, равное времени выдержки включения выключателя 5 сетевого пункта АВР (рис. 2, диагр. 34, момент времени t_3) и поступит на вход элемента ОДНОВИБРАТОР 18. Он совершит одно колебание и своим сигналом (рис. 2, диагр. 35) «сбросит» память с элемента 16 и поступит на второй вход элемента И 19. В этот момент времени (рис. 2, момент времени t_3) произойдет включение выключателя 5 сетевого пункта АВР по причине отказа запрета, вызванного какой-либо неисправностью, поэтому

на выходе ДТКЗ 20 появится сигнал (рис. 2, диагр. 37), который поступит на первый вход элемента И 19 и на его выходе появится свой сигнал (рис. 2, диагр. 36). Этот сигнал поступит в РУ 26 и там появится информация о включении выключателя 5 сетевого пункта АВР на КЗ по причине отказа запрета, а также сигнал поступит на вход элемента ПАМЯТЬ 21, где запомнится (рис. 2, диагр. 38), с выхода этого элемента сигнал поступит на вход элемента ЗАДЕРЖКА 22 и задержится в нем на время, равное времени выдержки срабатывания защиты с ускорением выключателя 5 сетевого пункта АВР (рис. 2, диагр. 39). Выйдя из последнего элемента сигнал поступит в элемент ОДНОВИБРАТОР 24, он совершит одно колебание (рис. 2, диагр. 41) и своим сигналом «сбросит» память с элемента 21 и поступит на первый вход элемента И 25. В этот момент времени (рис. 2, момент времени t_4) выключатель 5 сетевого пункта АВР отключится с ускорением, при этом ток КЗ исчезнет и на выходе элемента НЕ 23 вновь появится сигнал (рис. 2, диагр. 40), исчезнувший в момент повторного появления тока КЗ. Этот сигнал поступит на второй вход элемента И 25 и на его выходе появится свой сигнал (рис. 2, диагр. 42), который поступит в РУ 26 и обеспечит появление в нем информации о том, что выключатель 5 сетевого пункта АВР отключился с ускорением.

Таким образом, при реализации рассмотренной структурной схемы можно одновременно с шин подстанции получать информацию о возникновении устойчивого КЗ на смежном с СП участке линии, отключении секционирующего выключателя, отказе запрета, выключении выключателя СП на КЗ и последующем его отключении. Это позволит обслуживающему персоналу правильно оценить ситуацию и сократить время на устранение КЗ и восстановление электроснабжения, предлагаемый способ позволяет получить информацию об отказе запрета АВР в линии кольцевой сети.

Литература:

1. Основные направления развития распределительных электрических сетей на период до 2015 год. М.; ОАО «РОСЭП», 2004.
2. Патент РФ №2461945, опубл. 20.09.2012, бюл.№26.

Использование пищевого волокна при корректировке мясосодержавшей продукции для людей, имеющих избыточную массу тела

Тимошенко Николай Васильевич, доктор технических наук, профессор;
Патиева Александра Михайловна, доктор сельскохозяйственных наук, профессор;
Лисовицкая Екатерина Петровна, аспирант
Кубанский государственный аграрный университет (г. Краснодар)

Получение специального, функционального экологически безопасного сырья и производство продуктов питания на его основе, учитывающих метаболические осо-

бенности и физиологические потребности организма — актуальная задача Государственной политики в области здорового питания жителей России до 2020 года [1, с. 38].

Известно, что избыточная масса тела и ожирение являются важными, алиментарно корригируемыми факторами риска развития сердечно-сосудистых заболеваний, сахарного диабета и других серьезных хронических заболеваний [2, с. 176]. Специалистами здравоохранения определено, что уже к 2015 году до 2,3 миллиардов взрослых людей будет иметь избыточный вес и более 700 миллионов будут страдать ожирением [2, с. 176].

Калорийность диеты, нарушение энергетического баланса организма оказывают выраженное влияние на состояние липидного и углеводного обмена, уровень артериального давления [3, с. 23]. Повышение калорийности питания сопровождается увеличением эндогенного синтеза холестерина, повышением в плазме крови липопротеина низкой плотности и липопротеина очень низкой плотности. Количество эндогенно синтезированного холестерина увеличивается на 20 мг на каждый килограмм избыточной массы тела.

Наиболее распространенным подходом к снижению массы тела является назначение низкокалорийной, сбалансированной по основным пищевым веществам диеты с благоприятными органолептическими показателями и биологической ценностью.

У лиц с избыточной массой тела на 25–30 кг/м² степень редукции калорийности может быть сведена до 1700–2000 ккал/сут. за счет сокращения потребления легкоусвояемых углеводов (сахара и сладостей) с назначением разгрузочных дней с повторностью 1 раз в неделю. У лиц с ожирением (избыточная масса тела более 30 кг/м²) целесообразна редукция калорийности рациона до 1500–1700 ккал/сут. с назначением 1–3 раза в неделю разгрузочных дней, энергетическая ценность которых колеблется от 800 до 1200 ккал [4, с. 6–14].

Оптимальное содержание белка в рационе составляет 80–90 г/сут, что соответствует 12–14% от общей калорийности рациона, при этом количество животного и растительного белка должно быть приблизительно равным. Увеличение потребления белка с пищей неблагоприятно влияет на жизнедеятельность организма человека [5, с. 56].

Различные источники белка в пище по разному влияют на уровень холестерина в крови. Источниками животного белка в диете являются нежирные сорта мяса, рыбы, птицы, молочные продукты (с пониженной жирностью), яичный белок. Источниками растительного белка — крупы, зерновые, бобовые, соевые белковые продукты.

Однако более выраженный гипохолестеринемический эффект диеты достигается при сочетании животного и растительного белка (даже по сравнению с использованием только растительного белка в пище).

Для рационализации диетотерапии оптимальным считается поступление углеводов в количестве 50–55% от общей калорийности диеты. Из источников углеводов предпочтение следует отдавать растительным продуктам — зерновым, овощам, фруктам и ягодам, которые содержат в достаточном количестве пищевые волокна (ПВ), представляющие собой полисахариды [4, с. 6–14].

Полисахариды — высокомолекулярные соединения-полимеры, образованные из большого числа моносахаридов. К ним относятся крахмал, гликоген, клетчатка, инулин, гемилцеллюлоза, пектиновые вещества и др. Полисахариды играют существенную роль в обмене веществ у растений и животных, они важны для питания человека.

Одним из представителей нейтральных камедей-полисахаридов, способных к набуханию является глюкоманнан (Glucomanнан). Нейтральные камеди используются в пищевой промышленности в качестве загустителей, а в диетотерапии — как источник неусвояемых пищевых волокон, увеличивающих объем пищи, усиливающих чувство сытости.

Благодаря высокой эмульгирующей и обволакивающей способности камеди оказывают благоприятное воздействие на желудочно-кишечный тракт [6, с. 82, 84–85].

Функциональные свойства глюкоманнана заключаются в следующем:

- одна частица глюкоманнан (Glucomanнан) состоит из очень длинных нитеподобных макромолекул, спутанных между собой. При контакте с водой, молекулы воды проникают в эту цепочку, вызывая набухание частиц, увеличивая объем от 50 до 200 раз и превращая порошок в вязкую жидкость;

- глюкоманнан обладает самым высоким молекулярным весом и вязкостью из всех диетических волокон, известных науке, а также обладает очень высокой плотностью;

- фактически не содержит примесей, он безвкусный и белый;

- благодаря своей структуре не подвергается воздействию пищеварительных ферментов в тонкой кишке и не добавляет никаких дополнительных калорий;

- механизм действия относится к способности диетического волокна увеличивать вязкость желудочно-кишечного содержимого, поддерживая активность работы желудочно-кишечного тракта и при этом постепенно опустошая и чистя желудок;

- быстро утоляет аппетит, это происходит благодаря его набуханию в желудке при абсорбции воды;

- ограничивая поглощение жидкостей и других высококалорийных веществ в тонкой кишке, функционирует как эффективная диетическая добавка. Действует естественно и легко, без принудительного ограничения рациона питания;

- в случаях сахарного диабета, он показал превосходные результаты;

- способен поглощать холестерин, желчные кислоты, тяжелые металлы предотвращает их всасывание кишечной стенкой и облегчает их вывод из тела. В результате этого уровень холестерина и триглицеридов в крови может быть уменьшен;

- очищает кишечник, растворяя вредные вещества;

- улучшает переваривание пищевых продуктов, ускоряя проход переваренных материалов через кишку [7, с. 65].

Конжаковая камедь E425 (конжаковая мука) является одним из представителей глюкоманнанов. В пищевой промышленности используют его технологические функции загустителя, гелеобразователя и стабилизатора.

Конжаковая камедь E425 диспергируется в холодной и горячей воде с образованием высоковязких растворов с рН 4,0...7,0. Растворимость возрастает при нагревании и перемешивании. Лёгкое подщелачивание раствора приводит к образованию термостойкого геля, устойчивого к плавлению даже при продолжительном нагревании [7, с. 65].

С учетом технологических характеристик конжаковую камедь при производстве мясосодержащей продукции используют в роли:

- влагосвязывающего агента в колбасном фарше;
- водного адсорбента в посолочных рассолах для ветчины (вместо каррагинана или других гидроколлоидов).

Состав и качественные характеристики конжаковой камеди представлены в таблице 1.

Конжаковая камедь E425 в РФ разрешена в пищевых продуктах согласно ТИ в количестве до 10 г/кг продукта (п. 3.6.23 СанПиН 2.3.2.1293–03) (табл. 3).

В современной литературе имеется достаточно большой объем информации о совместном использовании гидроколлоидов, в частности конжаковой камеди, однако исследования в данном направлении проводились в разных средах гидратации, условий подготовки и т.д. Известны сведения о синергизме конжаковой камеди с другими высокомолекулярными соединениями. Кроме того, многие данные о синергизме конжаковой камеди носят общий характер, и очевидно, что процесс будет иметь место при строго определенном соотношении гидроколлоидов. К тому же в настоящее время появились новые виды препаратов, а сведений о совместимости конжаковой камеди с ними отсутствуют.

В связи вышесказанным представляет научный и практический интерес использования конжака в технологии мясосодержащих изделий специального назначения.

Таблица 1. Состав конжаковой камеди

Показатель	FNP5/2	FCC1V
Углеводороды, %, не менее	75,0	75,0
Потери при сушке (105°C, 5 ч), %, не более	15,0	15,0
Зола, %, не более	5,0	—
Белки, %, не более	8,0	8,0
As/Pb/тяж. мет., мг/кг, не более	3/5/10	3/5/10

Таблица 2. Показатели качества E425

Продукт	KONJACGUM
Вязкость	27000 и 36000 CPS
Углеводороды, %	84,0
Крахмал, %	1,2
Белок, %	7,0
Потери при сушке (105°C, 5 ч), %	12,3
Зола, %	5,0
Тяжелые металлы, мг/кг	8,0
Дрожжи и плесени, в г	430,0
Колиподобные	Отсутствует
Кишечная палочка	Отсутствует
Сальмонелла	Отсутствует

Таблица 3. Гигиенические нормативы качества и безопасности E425 (СанПиН 2.3.2.1078–01)

Токсические элементы, мг/кг, не более		Радионуклиды, Бк/кг, не более		Микробиологические показатели	
Свинец	2,0	Цезий-137	160	КМАФАМ, КОЕ/г, не более	5*10 ³
				БГКП (колиформы), не допускаются в	1,0 г
Мышьяк	3,0	Стронций-90	90	Патогенные, в т. ч. сальмонеллы, не допускаются в	25 г
				Плесени и дрожжи в сумме, КОЕ/г, не более	500

Рецептуры мясных продуктов предусмотрено разрабатывать методом ингредиентного моделирования, обеспечивающего адекватность состава продукта медико-биологическим требованиям для людей, страдающих ожирением [8, с. 16, 9, с. 69].

Использование в технологии производства мясосодержащей продукции функционального направления высоко-технологичной пищевой добавки с благоприятным диетическим эффектом позволит достигнуть два вида воздействия на организм человека — механического (наполнение желудка желеобразной массой и насыщение желудочно-кишечного тракта (ЖКТ)) и адсорбирующего («магнит» и «щетка» для продуктов биологического метаболизма).

Данная линейка мясосодержащей продукции функциональной направленности является идеальным средством, как для восполнения недостатка пищевых волокон в рационах питания современного человека, так и для есте-

ственного умеренного снижения веса и доведения его до нормальных параметров, с формированием полноценной микрофлоры кишечника и налаживанием работы ЖКТ, с комплексной очисткой организма со всеми вытекающими отсюда плюсами для улучшения и укрепления здоровья [10, с. 100, 11, с. 990, 12, с. 43].

В моделях рецептурных композициях предусмотрено ограниченное содержание жира и соли. Технологические параметры и выбор сырья для производства специализированных мясных продуктов будит разрабатывать соответствии с требованиями СанПиН.

Внедрение и промышленный выпуск мясных мясорастительных изделий для питания людей, имеющих избыточную массу тела, может внести вклад в решение проблемы обеспечения населения функциональными, здоровыми, безопасными и конкурентоспособными продуктами питания.

Литература:

1. Забашта, Н. Н. Свинина для детского питания строго по стандарту/Н. Н. Забашта, А. В. Устинова, Н. В. Тимошенко, С. В. Патиева // Мясные технологии. — 2013. — № 12 — (132). — с. 38–41.
2. Тимошенко, Н. В. Разработка технологий рубленых мясорастительных полуфабрикатов для людей, предрасположенных или страдающих сердечно-сосудистыми заболеваниями/Н. В. Тимошенко, А. М. Патиева, С. В. Патиева, М. П. Коваленко // Труды Кубанского государственного аграрного университета, Краснодар: КубГАУ, — 2008. — Т. 1. № 15. — с. 176–179.
3. Устинова, А. В. Новое поколение функциональных колбасных изделий для коррекции железодефицитных состояний/А. В. Устинова, Н. Е. Солдатова, С. В. Патиева // Все о мясе. — 2007. — № 2. — с. 23–25.
4. Использование новых биотехнологических приемов для повышения пищевой ценности мясных изделий: отчет о НИР/Тимошенко Н. В., Патиева А. М., Решетняк А. И., Патиева С. В., Коваленко М. П. — Краснодар: Кубанский государственный аграрный университет, 2007. — 74 с.
5. Нестеренко, А. А. Инновационные технологии в производстве колбасной продукции/А. А. Нестеренко, А. М. Патиева, Н. М. Ильина. — Саарбрюккен: Palmarium Academic Publishing, 2014. — 165 с.
6. Пилат, Т. Л. Биологические активные добавки к пище (теория, производство, применение). — Москва.: Авалон, 2002. — 710 с.
7. Куценко, Л. Ю. Разработка технологии функциональных мясных изделий для людей, предрасположенных или имеющих избыточную массу тела с использованием функционального мясного сырья и конжаковой камеди/Л. Ю. Куценко, Е. П. Лисовицкая, А. М. Патиева, С. В. Патиева // Вестник НГИЭИ. — 2013. — № 6 (25). — с. 61–69.
8. Забашта, Н. Н. Качество и безопасность мяса свиней мясных пород для детского питания/Н. Н. Забашта, Н. В. Соколов, Е. Н. Головкин, А. В. Устинова, С. В. Патиева // Мясная индустрия. — 2013. № 6. — с. 16–19.
9. Патиева, А. М. Жирнокислотный состав шпика свиней датской породы // А. М. Патиева, С. В. Патиева, В. А. Величко // Вестник НГИЭИ. — 2012. — № 8. — с. 69–82.
10. Антонова, О. Н. Разработка бинарных композиций на основе конжаковой камеди для регулирования свойств мясных и молочных продуктов: дис. на соискание ученой степени канд. техн. наук: 05.18.04/Антонова Оксана Николаевна. — Москва, 2011. — 160 с.
11. Приемы оптимизации рецептурных композиций специализированных колбасных изделий для детского питания/Н. В. Тимошенко, С. В. Патиева, А. М. Патиева, К. Н. Аксенова // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. — Краснодар: КубГАУ, 2014. — № 06 (100). с. 988–1004. — IDA [article ID]: 1001406065. — Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2014/06/pdf/65.pdf>, 1,062 у. п. л.
12. Белякина, Н. Е. Мясорастительные консервы для питания в условиях неблагоприятной экологической обстановки // Н. Е. Белякина, А. В. Устинова, А. И. Сурнина, Н. С. Мотылина, Н. В. Тимошенко, С. В. Патиева // Мясная индустрия. — 2009. — № 8. — с. 42–45.

Разработка новых видов мясосодержащих консервов для питания людей в условиях неблагоприятной экологической обстановки

Тимошенко Николай Васильевич, доктор технических наук, профессор;
Патиева Александра Михайловна, доктор сельскохозяйственных наук, профессор;
Лисовицкая Екатерина Петровна, аспирант
Кубанский государственный аграрный университет (г. Краснодар)

Для обеспечения продовольственного рынка достаточным количеством разнообразных конкурентоспособных функциональных продуктов питания необходимо разрабатывать и внедрять новые технологии, обеспечивающие получение широкого ассортимента мясных изделий с различными функционально-технологическими свойствами и качественными характеристиками [1, с. 23].

Процесс создания рецептур новых видов пищевых продуктов осуществляется путем обоснованного количественного подбора основного сырья, ингредиентов, пищевых добавок, совокупность каждого обеспечивает формирование требуемых органолептических, физико-химических свойств продукта, а также заданный уровень пищевой, биологической ценности [2, с. 990, 3, с. 100].

Актуальность работы. Загрязнение тяжелыми металлами является одним из наиболее сильных по своему действию и наиболее распространенным из химических загрязнений на территории России. Эта группа элементов активно участвует в биологических процессах, входя в состав многих ферментов живого организма.

При повышенных концентрациях тяжелые металлы способны встраиваться в структуру ферментов вместо других микроэлементов, тем самым блокируя их работу и нарушая обмен веществ [4, с. 43].

Диетические и функциональные мясные продукты могут иметь существенное значение в комплексе мероприятий по борьбе с последствиями влияния неблагоприятной экологической обстановки на здоровье людей [5, с. 38].

Предлагаемая работа посвящена созданию нового поколения мясных продуктов с диетическими и функциональными свойствами, обогащенных нутрицевтиками и предназначенных для профилактического питания людей, находящихся в условиях вредного воздействия окружающей среды и профессиональной деятельности.

При наличии вредных воздействий окружающей среды организм испытывает повышенную потребность в эссенциальных нутриентах, позволяющих адаптироваться к неблагоприятным факторам, и прежде всего в белках животного происхождения [6, с. 95, 7, с. 16].

Специализированные продукты должны содержать биоорганические, образующие неусвояемые комплексы с токсическими веществами и способствующие как эффективному выведению их из организма, так и блокировке вредного воздействия [8, с. 63].

Целью настоящей работы явилась разработка и внедрение новых видов функциональных мясосодержащих

консервов для питания людей в условиях неблагоприятной экологической обстановки с использованием биологически активных приемов для повышения технологических, органолептических свойств и пищевой ценности мясных изделий.

Для выполнения поставленной цели предусмотрено решение следующих задач:

- обоснование и выбор экологически безопасных мясных и растительных компонентов с высокой биологической ценностью для производства мясорастительных изделий функционального назначения;
- изучение их функциональных и технологических свойств;
- разработка модели рецептур на новые мясорастительные продукты;
- разработка норм и форм введения пектинового вещества в соус для заливки мясорастительных фрикаделек;
- выработка опытных образцов мясорастительных изделий;
- дегустацию, выработанных опытных образцов (мясорастительных консервов) добавить
- определение в мясорастительных консервах органолептических, физико-химических показателей, показателей безопасности;
- проведение медико-биологической оценки готовой мясоконсервной продукции.

Объекты и методы исследований

Мясное сырье: мясо куриное (филе), свинина, прижизненно обогащенная йодом и селеном.

Методы определения:

- определение содержания белка (ГОСТ 25011—8);
- определение содержания жира (ГОСТ 23042);
- определение содержания токсичных элементов (ГОСТ 26929—94, ГОСТ Р 51301, ГОСТ 30178, ГОСТ 30538, ГОСТ 26927, ГОСТ Р 51766, ГОСТ Р 51962, ГОСТ 26930, ГОСТ 26932, ГОСТ 26933);
- определение антибиотиков (ГОСТ Р ИСО 13493);
- определение пестицидов (СанПиН 2.3.2.1078);
- определение радионуклидов и нитратов (СанПиН 2.3.2.1078).

Растительное сырье: кабачок, морковь, пектин.

Методы определения:

- определения сухих веществ или влаги (ГОСТ 28561—90);
- определения микотоксина патулина (ГОСТ 28038—89);
- определения растворимых сухих веществ (ГОСТ 28562—90. Рефрактометрический метод);

Методы определения:

- определения нитратов (ГОСТ 29270–95);
- определения остаточных количеств хлорорганических пестицидов (ГОСТ 30349–96);
- определения остаточных количеств фосфор-органических пестицидов (ГОСТ 30710–2001);
- определения содержания афлатоксинов В 1 и М1 (ГОСТ 30711–2001);
- определения ртути, определения мышьяка, определения кадмия, определения свинца (ГОСТ 26927–86);
- определение каротиноидов.

Пектин:

- определение пектиновых веществ;
- Кальций-пектатный метод;
- Карбазольный метод;
- Объемный метод.

Готовый продукт: мясорастительные консервы.

Методы определения:

- определения олова (ГОСТ 26935–86);
- определения промышленной стерильности (ГОСТ 30425–97);
- определение органолептических показателей (ГОСТ 8756.1–79, ГОСТ 8286–90); определение хлоридов, определение жира (ГОСТ 26186–84);
- определение белка (Метод определения массовой доли белка по Кьельдалю);

- определение каротиноидов (ГОСТ 26671–85);
- определение содержания токсичных элементов (ГОСТ 26927–86, ГОСТ 26930–86 — ГОСТ 26935–86);
- определение герметичности тары (ГОСТ 8756.18–70).

В результате проведенных комплексных исследований установлено:

- мясной продукт, обогащенный пищевыми волокнами, является эффективным протектором в отношении тяжелых металлов;
- для увеличения сорбционной способности мясного продукта целесообразно использовать комплекс растворимых и нерастворимых пищевых волокон;
- растворимые пищевые волокна способствуют увеличению усвояемости кальция, причем инулин — в большей степени;
- использование в технологии производства прижизненно обогащенной нутрицевтиками мясного сырья значительно увеличивает функциональные и биологические характеристики готовой продукции

С использованием результатов выполненных исследований разрабатывается проект технической документации на консервы мясорастительные: «Фрикадельки из свинины с капустой в томатном соусе с пектином»; «Фрикадельки из филе цыпленка с кабачком в натуральном соку с пектином».

Литература:

1. Устинова, А.В. Новое поколение функциональных колбасных изделий для коррекции железодефицитных состояний/А.В. Устинова, Н.Е. Солдатова, С.В. Патиева // Все о мясе. — 2007. — №2. — с. 23–25.
2. Приемы оптимизации рецептурных композиций специализированных колбасных изделий для детского питания/Н.В. Тимошенко, С.В. Патиева, А.М. Патиева, К.Н. Аксенова // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. — Краснодар: КубГАУ, 2014. — №06 (100). с. 988–1004. — IDA [article ID]: 1001406065. — Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2014/06/pdf/65.pdf>, 1,062 у. п. л.
3. Нестеренко, А.А. Инновационные технологии в производстве колбасной продукции/А.А. Нестеренко, А.М. Патиева, Н.М. Ильина. — Саарбрюккен: Palmarium Academic Publishing, 2014. — 165 с.
4. Белякина, Н.Е. Мясорастительные консервы для питания в условиях неблагоприятной экологической обстановки // Н.Е. Белякина, А.В. Устинова, А.И. Сурнина, Н.С. Мотылина, Н.В. Тимошенко, С.В. Патиева // Мясная индустрия. — 2009. — №8. — с. 42–45.
5. Забашта, Н.Н. Свинина для детского питания строго по стандарту/Н.Н. Забашта, А.В. Устинова, Н.В. Тимошенко, С.В. Патиева // Мясные технологии. — 2013. — №12 — (132). — с. 38–41.
6. Патиева, С.В. Технология детских антианемических колбасных изделий/С.В. Патиева. — Saarbrücken: Palmarium Academic Publishing, 2014. — 145 с.
7. Забашта, Н.Н. Качество и безопасность мяса свиней мясных пород для детского питания/Н.Н. Забашта, Н.В. Соколов, Е.Н. Головкин, А.В. Устинова, С.В. Патиева // Мясная индустрия. — 2013. №6. — с. 16–19.
8. Куценко, Л.Ю. Разработка технологии функциональных мясных изделий для людей, предрасположенных или имеющих избыточную массу тела с использованием функционального мясного сырья и конжаковой камеди/Л.Ю. Куценко, Е.П. Лисовицкая, А.М. Патиева, С.В. Патиева // Вестник НГИЭИ. — 2013. — №6 (25). — с. 61–69.

Технология производства антианемической колбасной продукции для дошкольного и школьного питания детей в профилактических целях

Тимошенко Николай Васильевич, доктор технических наук, профессор;
Патиева Александра Михайловна, доктор сельскохозяйственных наук, профессор;
Лисовицкая Екатерина Петровна, аспирант
Кубанский государственный аграрный университет (г. Краснодар)

Разработка и внедрение наиболее популярных мясных продуктов для обеспечения сбалансированного питания детей в организованных коллективах является одним из путей решения проблем в рамках реализации Государственного проекта «Основы политики Российской Федерации в области здорового питания населения на период 2006–2020 г. г».

Одной из мер по улучшению структуры питания детей в организованных коллективах является разработка и внедрение специализированных и лечебно-профилактических продуктов питания, учитывающих метаболические особенности, нутриентную недостаточность и физиологические потребности детского организма.

Дефицит железа — одно из самых распространенных в мире алиментарно зависимых состояний, встречающееся в основном у детей, подростков, женщин. Дефицит железа приводит к снижению иммунного статуса, повышению восприимчивости к инфекционным и другим заболеваниям, нарушению психомоторного развития детей и взрослых [1, с. 24, 2, с. 79].

Полностью обеспечить организм железом даже при разнообразном рационе практически невозможно — усваивается только незначительная часть этого микроэлемента, содержащегося в продуктах питания. Причем особенно рискуют сторонники вегетарианства: из растительной пищи нам «идет на пользу» только около 1–2% железа, тогда как из мяса в десятки раз больше. Поэтому все большее внимание уделяется массовой профилактике железодефицитных состояний путем обогащения специализированных продуктов питания биологически активными натуральными ингредиентами, содержащими высокие уровни легкоусвояемого железа [3, с. 76].

В настоящее время практически не выпускаются продукты для профилактики и лечения ЖДА из сырья мясной промышленности, которая располагает большими ресурсами биологически активного гемового железа в виде крови убойных животных и субпродуктов (печень, сердце).

Известные лечебно-профилактические продукты, предусматривающие использование гемового железа крови убойных животных, такие как «гематоген», «гемалад» содержат высокие уровни легкоусвояемых углеводов, низкие показатели содержания белка, что серьезно ограничивает их применение, например у детей и взрослых, страдающих ожирением, диабетом и другими сопутствующими анемии патологиями [4, с. 38, 5, с. 205].

Выпускаемые мясной промышленностью кровяные колбасы, зельцы нутриентно не сбалансированы отно-

сительно специфики метаболических процессов детского организма, содержат повышенное количество соли, нитритов, пряностей и не могут быть рекомендованы для детского и лечебно-профилактического питания.

В этой связи, чрезвычайно актуальным становится создание антианемических мясных изделий для диетического (лечебно-профилактического) питания детей старше трех лет с использованием пищевой крови, пищевая ценность которой и лечебные свойства обусловлены наличием в ней биологически активных, жизненно важных минеральных веществ и высоким уровнем животного белка [6, с. 380, 7, с. 58].

Колбасные изделия являются наиболее распространенными в России и популярными у населения, в т.ч. и среди детей, видом мясных изделий.

Теоретический подход. На основе систематизации и обобщения физиологических норм потребления в пищевых веществах детей старше трех лет с учетом специфики метаболических процессов при железодефицитных состояниях, а также с учетом других, наиболее часто встречающихся, дефицитных состояний важнейших минералов — йода, кальция и витаминов совместно со специалистами ВНИИ мясной промышленности им. В.М. Горбатова Россельхозакадемии и НИИ питания РАМН были разработаны научно обоснованные нутриентно-технологические требования к составу и качеству специализированных колбасок. При этом принята предпосылка, что для детского организма специализированные мясные продукты являются источником биологически полноценного белка и жира животного происхождения [8, с. 50, 9, с. 87].

Выбор предпочтительных видов традиционного и перспективного сырья для поликомпонентных продуктов детского питания является одним из основных этапов реализации направления обеспечения требуемого качества, осуществляемого на начальных этапах с помощью методов компьютерного проектирования пищи. Для информационного обеспечения компьютерного проектирования использованы накопленные и пополняемые базы данных о характеристиках сырья животного и растительного происхождения, применяемого и перспективного для производства высококачественных продуктов на мясной основе [10, с. 995].

В качестве мясного сырья предусмотрено использование говядины и свинины колбасных сортов от молодых животных, а также мяса птицы механической дообвалки для детского питания и печени говяжьей или свиной

и крови пищевой от убойных животных. Одновременно решали задачу повышения биологической ценности белкового компонента вареных колбас, содержащих кровь убойных животных и печень, путем использования молочных и растительных белков, а также обогащения витаминно-минерального состава продукта [11, с. 75, 12, с. 39].

При разработке требований принято соотношение белка и жира в продукте 1: (0,8±1,5) при уровне животного белка не менее 70%. Общее содержание белка в готовых колбасках должно составлять 12–15%, жира — 10–18%. При этих макронутриентных показателях обеспечение суточной потребности детей старше трех лет при употреблении 100 г колбасок должно составлять: в железе не менее 50%, в витаминах С, Е и β-каротине 10–40%; в кальции, фосфоре и йоде — 20–50%.

Учитывая незрелость детоксикационных барьеров детского организма, содержание нитритов в готовых изделиях не должно превышать 30 мг/кг, содержание поваренной соли не должно превышать 1,7%. Установлены требования по микробиологическим и токсикологическим показателям. По жирнокислотному и аминокислотному составам колбаски должны быть сбалансированы с учетом физиологических потребностей детей старше трех лет.

Формализованные нутриентно-технологические требования к составу и качеству колбасных изделий для детей, страдающих ЖДА, приведены в таблице 1

Процедура проектирования нутриентно сбалансированных рецептур поликомпонентных продуктов или рационов питания позволяет по выбираемым из базы данных компонентам и информации об их нутриентном составе сформировать рецептурную смесь, соответствующую задаваемым НТТ и, указав массовые доли каждого из ингредиентов, определить количественный и качественный состав композиции.

Внутри процедуры имеется возможность выбора аминокислотного и липидного эталонов из таблицы эталонов, просмотра состава каждого из используемых компонентов, ввода и использования нового эталона.

Процедура проектирования заключалась в том, что по выбираемым из базы данных компонентам и информации об их нутриентном составе сформулированы рецептурные композиции по химическому составу, соответствующие задаваемым требованиям с указанием при этом массовой доли каждого из ингредиентов.

Ингредиентный состав и пищевая ценность наиболее рациональных рецептур представлены в таблице 2 и таблице 3.

При производстве детских продуктов, предназначенных для профилактики железодефицитных состояний, должны применяться высокоэффективные технологические процессы, максимально сохраняющие пищевую и биологическую ценность исходного сырья и использованных биологически активных ингредиентов, обеспечивающие высокий санитарно-гигиенический уровень производства и достаточно длительный срок хранения без изменения качественных показателей.

Отработку технологии и сроков хранения колбасок осуществляли в условиях ЗАО «Мясокомбинат «Тихорецкий». В качестве базовой была выбрана технология изготовления вареных колбасок для детского питания, отработанная во ВНИИМПе. Наряду с традиционными, обоснованы дополнительные операции и режимы подготовки биологически активных компонентов — крови пищевой, масла «Каротино», пищевых волокон, йодказеина, цитрата кальция и др.

Результаты исследований химического состава опытных образцов колбасок свидетельствуют о высокой пищевой ценности разработанных колбасных изделий для питания детей. Результаты представлены в таблице 4.

Таблица 1. Формализованные нутриентно-технологические требования к антианемическим колбаскам для детского питания

Показатели	Содержание в 100 г продукта	% от суточной потребности
Белок, г	12,0–16,0	16–20
Жир, г	12,0–20,0	15–25
Углеводы, г	2,0–4,0	1–2
Пищевые волокна, г	1,0–1,5	8–10
Энергетическая ценность, ккал	146,0–242,0	7–12
Витамины, мг		
Аскорбиновая кислота	20,0–36,0	25–40
β-каротиноиды	0,3–0,75	10–25
Витамин Е	1,0–2,5	10–25
Минеральные вещества, мг		
Железо	8,0–12,0	50–75
Кальций	200,0–300,0	20–30
Фосфор	500,0–750,0	30–40
Йод, мкг	30,0–50,0	30–50

Таблица 2. Ингредиентный состав продуктов

Колбаски	Ингредиенты
«Карпуз»	Говядина жилованная колбасная (20%), свинина жилованная жирная (27%), кровь пищевая (30%), отруби диетические, казеинат натрия, лук, соль профилактическая, нитрит натрия, перец душистый, мускатный орех, аскорбиновая кислота, цитрат кальция, каррагинан, йодказеин, масло «Каротино»
«Румяные щечки»	Говядина жилованная колбасная (10%), кровь пищевая (30%), мясо птицы механической обвалки (10%), свинина жилованная жирная (25%), мука текстурированная, клетчатка соевая или пшеничная, казеинат натрия и далее как в колбасках «Карпуз»
«Печеночные»	Печень свиная (15%), кровь пищевая (15%), говядина жилованная колбасная (20%), свинина жилованная колбасная (25%), мука текстурированная, казеинат натрия и далее как в колбасках «Карпуз»

Таблица 3. Показатели пищевой ценности мясных лечебно-профилактических продуктов

Колбаски	Содержание, %		
	белка	жира	углеводов
«Карпуз»	15,55	19,98	2,72
«Румяные щечки»	15,58	18,72	3,95
«Печеночные»	16,84	19,09	2,76

Таблица 4. Химический состав и энергетическая ценность разработанных колбасок

Показатели на 100 г продукта	Согласно ННТ	Колбаски					
		«Карпуз»		«Румяные щечки»		«Печеночные»	
		М*	S*	М	S	М	S
Белок, г	12,0–16,0	15,20	0,43	14,83	0,72	15,63	0,56
Жир, г	12,0–20,0	14,81	0,61	12,35	0,58	16,10	0,73
Углеводы, г	2,0–4,0	2,72	0,12	3,62	0,15	2,72	0,11
Пищевые волокна, г	1,0–1,5	1,10	0,05	1,53	0,08	0,83	0,05
Энергетическая ценность, ккал	146,0–242,0	204,8	9,7	184,3	8,5	218,1	9,3
Витамины, мг							
Аскорбиновая кислота	20,0–36,0	39,05	1,86	46,07	2,13	41,04	1,75
β-каротиноиды	0,3–0,75	0,53	0,02	0,45	0,02	0,61	0,02
Витамин Е	1,0–2,5	1,30	0,06	1,32	0,06	1,13	0,05
Минеральные вещества, мг							
Железо	8,0–12,0	12,20	0,54	11,80	0,51	10,30	0,48
Кальций	200,0–300,0	220,0	9,8	235,0	10,5	208,0	9,4
Фосфор	500,0–750,0	705,0	25,6	730,0	28,7	690,0	24,1
Йод, мкг	30,0–50,0	39,03	1,81	46,02	2,14	41,01	1,83

М* — среднее значение показателя; S* — среднеквадратичное отклонение.

Анализ выполненных исследований показал, что макронутриентный состав белка, жира, углевода опытных партий колбасок соответствует разработанным нутриентно-технологическим требованиям к антианемическим колбаскам для детского питания. Кроме того они обогащены витаминами и минеральными веществами, в соответствии с заданными требованиями. Уровень содержания железа в 100 г продукта составляет 64,4–76,3%

от суточной нормы, что позволяет их рекомендовать для питания детей и профилактики железодефицитных состояний.

Внедрение и промышленный выпуск мясорастительных вареных колбасок для питания детей школьного возраста может внести вклад в решение проблемы обеспечения детей полноценными, безопасными и конкурентоспособными продуктами питания.

Литература:

1. Устинова, А.В. Новое поколение функциональных колбасных изделий для коррекции железодефицитных состояний/А.В. Устинова, Н.Е. Солдатова, С.В. Патиева // Все о мясе. — 2007. — №2. — с. 23–25.
2. Патиева, С.В. Технология функциональных колбасных изделий для коррекции железодефицитных состояний у детей. Монография. Краснодар, 2009—172 с.
3. Устинова, А.В. Нутриентная адекватность и безопасность свинины, обогащенной микроэлементами/А.В. Устинова, Е.А. Москаленко, С.В. Патиева // Пищевая промышленность. — 2013. — №10. — с. 76–77.
4. Устинова, А.В. Колбасные изделия для профилактики железодефицитных состояний у детей и взрослых/А.В. Устинова, Н.Е. Солдатова, Н.В. Тимошенко, С.В. Патиева // Мясная индустрия. — 2010. — №12. — с. 37–39.
5. Тимошенко, Н.В. Технология переработки и хранения продукции животноводства. Учебное пособие. Краснодар., 2010—575 с.
6. Тимошенко, Н.В. Разработка технологии лечебно-профилактических колбасных изделий для детей школьного возраста/Н.В. Тимошенко, А.М. Патиева, С.В. Патиева, С.Н. Придачая // Труды Кубанского государственного аграрного университета. — 2012. — Т. 1. №35. — с. 377–384.
7. Устинова, А.В., Тимошенко Н.В. Мясные продукты для детского питания. — М.: ВНИИМП, 1997. — 252 с.
8. Нестеренко, А.А. Инновационные технологии в производстве колбасной продукции/А.А. Нестеренко, А.М. Патиева, Н.М. Ильина. — Саарбрюккен: Palmarium Academic Publishing, 2014. — 165 с.
9. Патиева, С.В. Технология детских антианемических колбасных изделий/С.В. Патиева. — Saarbrücken: Palmarium Academic Publishing, 2014. — 145 с.
10. Приемы оптимизации рецептурных композиций специализированных колбасных изделий для детского питания/Н.В. Тимошенко, С.В. Патиева, А.М. Патиева, К.Н. Аксенова // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. — Краснодар: КубГАУ, 2014. — №06 (100). с. 988–1004. — IDA [article ID]: 1001406065. — Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2014/06/pdf/65.pdf>, 1,062 у. п. л.
11. Патиева, А.М. Жирнокислотный состав шпика свиной датской породы // А.М. Патиева, С.В. Патиева, В.А. Величко // Вестник НГИЭИ. — 2012. — №8. — с. 69–82.
12. Забашта, Н.Н. Свинина для детского питания строго по стандарту/Н.Н. Забашта, А.В. Устинова, Н.В. Тимошенко, С.В. Патиева // Мясные технологии. — 2013. — №12 — (132). — с. 38–41.

Расчет теплотехнических и конструктивно-технологических параметров пиролизной установки для термической переработки биомассы

Узаков Гулом Норбоевич, кандидат технических наук, доцент;
 Раббимов Рахим Тешаевич, кандидат технических наук, доцент;
 Давланов Хайрулла Алламуродович, ассистент;
 Алиярова Лола Абдужаббаровна, ассистент;
 Узакова Юлдуз Гуламовна, соискатель
 Каршинский инженерно-экономический институт (Узбекистан)

Запасы традиционных природных топливно-энергетических ресурсов, таких как природный газ, нефть и уголь являются ограниченными. В процессе производства электроэнергии и тепло в крупных тепловых электрических станциях вырабатываются также вредные выбросы, в том числе парниковые газы. Это обуславливает актуальность возобновляемых источников энергии (ВИЭ), экологически чистых с неограниченным потенциалом. В настоящее время во многих странах мира ведутся поиски альтернативных источников энергии, в связи быстрым ростом потребности экономики в энергии.

В Узбекистане также с учетом высоких опережающих темпов развития экономики и потребности в энергии ведутся огромные работы по разработке и внедрению ВИЭ в различных отраслях народного хозяйства. В связи с этим для дальнейшего развития использования альтернативных источников энергии (АИЭ), которые Узбекистан располагает богатыми ресурсами, Президентом нашей страны принят Указ «О мерах по дальнейшему развитию альтернативных источников энергии» УП-4512 от 01.03.2013 г. [1,3].

Утилизация и получение энергии из биомассы один из возможных путей решения проблемы энергообеспечен-

ности автономных и локальных потребителей энергии. Получение топлива или энергии из биомассы возможно путем термохимической (прямое сжигание, пиролиз, газификация, гидролиз) и биологической переработки. При термической переработки биомассы с использованием пиролизной технологии можно получить твердое, жидкое и газообразное альтернативное топливо. Это направление имеет значение не только с точки зрения производства энергии, но и с позиций экологии, так как решает проблему

утилизации вредных отходов [2,4]. Нами создана опытная пиролизная установка для термической переработки биомассы и проведены первичные испытания для оптимизации основных конструктивных параметров (рис. 1 и 2).

В настоящей работе приведены предварительные результаты расчетов и экспериментального исследования пиролиза биомассы, выполненные в Каршинском инженерно-экономическом институте. Ниже приведены основные расчетные параметры опытной установки.

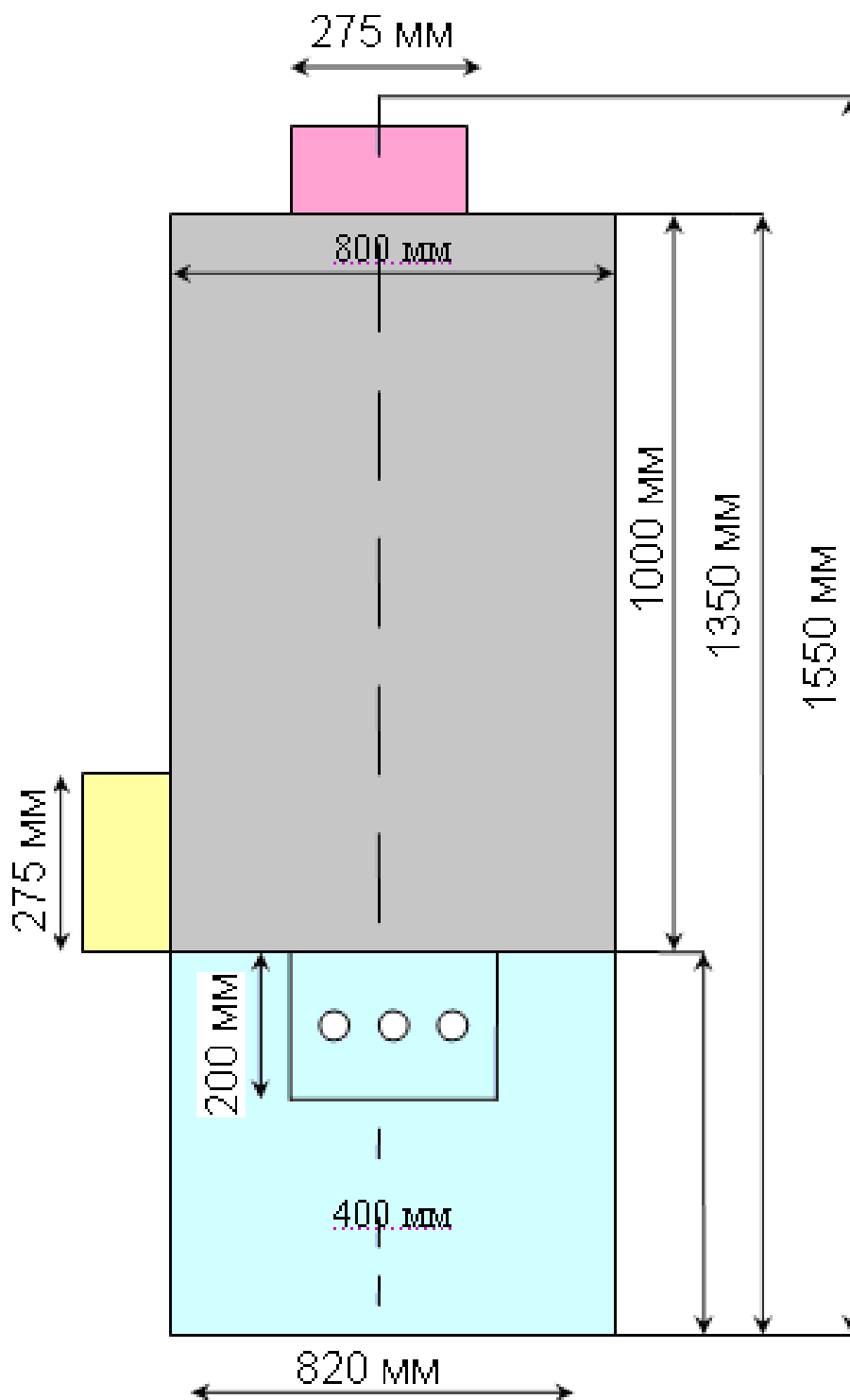


Рис. 1. Геометрические размеры биореактора пиролизной установки

Теплотехнические и конструктивно-технологические параметры установки:

- объем биореактора — 0,5 м³;
- избыточное максимальное давление в биореакторе — 0,1 МПа;
- рабочая температура в биореакторе — 450°С;
- количество операторов работающих в смене — 2 чел;
- размер площадки для установки — 3 x 4,0 м;
- высота установки — 2,5 м;
- количество сырья перерабатываемого в сутки — 600 кг;
- объем загрузки реактора — 100 кг;
- продолжительность технологического процесса (цикл) — 4 часа;
- количество циклов в сутки — 6 циклов.

Результаты испытания установки: (Медленный пиролиз. Исходное сырье — навоз).

1. Время процесса (начало выхода продуктов пиролиза) — 25–30 мин;
2. Размер исходного сырья — 0,5–2 мм;
3. Влажность — 20%;
4. Температура сушки 150°С;
5. Температура разложения 375°С;
6. Давление, КПа — 100;
7. Выход газов (4,0 час после подвода тепла) — 30%;
8. Теплота сгорания биогаза — 20 МДж/м³;
9. Выход жидкости, % масса сухого сырья — 30–50%;
10. Выход угля, % — 20%.

Произведен оценочный расчет энергетической эффективности установки. Расчет показателей энергетической



а)



б)

Рис. 2 (а, б). Опытная пиролизная установка для получения альтернативного топлива из биомассы

Таблица 1. Показатели энергетической эффективности пиролизной установки

Объем биореактора, $V_{\text{МТ}}, \text{м}^3$	0,5
Производительность по биогазу, $\text{м}^3/\text{год}$	
общая $V_{\text{БГ}}^{\text{ГОД}}$	46930
товарная $V_{\text{БГ ТОВ}}^{\text{ГОД}}$	35230
Суточная производительность установки по биогазу, $\text{м}^3/\text{сут}$	128,5
Объем газгольдера, м^3	150
Экономия топлива, т. у. т.	24,05

эффективности пиролизной установки определяется экономией топлива. Расчет выполнен в следующем порядке.

Потенциальная энергия биогаза $Q_{\text{ВЫР}}$, вырабатываемого за год определяется по формуле

$$Q_{\text{ВЫР}} = V_{\text{БГ}}^{\text{ГОД}} \cdot q_{\text{бг}} = 46930 \cdot 20 = 938600 \text{ МДж.} \quad (1)$$

Энергетический эффект биогазовой установки $\mathcal{E}_\text{б}$ за год равняется

$$\mathcal{E}_\text{б} = V_{\text{БГ ТОВ}}^{\text{ГОД}} \cdot q_{\text{бг}} = 35230 \cdot 20 = 704600 \text{ МДж} \quad (2)$$

Коэффициент товарности пиролизной установки (по выработанному биогазу)

$$K_{\text{ТОВ}} = \frac{\mathcal{E}_\text{б}}{Q_{\text{ВЫР}}} \cdot 100\% = \frac{704600}{938600} \cdot 100\% = 75,1\% \quad (3)$$

Годовая экономия условного топлива составит:

$$B_{\text{ум}} = \frac{\mathcal{E}_\text{б}}{29300} = \frac{704600}{29300} = 24,05 \text{ тунт.} \quad (4)$$

Результаты расчетов энергетической эффективности установки приведены в табл. 1.

Если учитываем количество произведенного жидкого и твердого топлива, тогда энергетическая эффективность установки возрастает в порядке 2–3 раза. Таким образом, использование энергии биомассы и внедрение в практику пиролизных установок решает важные задачи энергоснабжения фермерских хозяйств и других автономных потребителей, отдаленных от централизованного систем энергоснабжения.

Литература:

1. Указ Президента Республики Узбекистан «О мерах по дальнейшему развитию альтернативных источников энергии» УП-4512 от 01.03.2013 г.
2. Раббимов, Р. Т., Узаков Г. Н., Яхшибоев Ш. Я., Хужакулов С. М. Способ переработки биомассы с использованием солнечной энергии // Молодой ученый. — Чита, Россия: 2010. — №8 — с. 136–140.
3. Материалы 6-го заседания Азиатского форума солнечной энергии «Тенденции и перспективы технологий солнечной энергетики». Ташкент, 2013. — 87 с.
4. Узаков, Г. Н., Раббимов Р. Т., Алиярова Л. А. Эффективность применения пиролизной технологии для получения альтернативного топлива из местных органических отходов. // Молодой ученый. №4. — 2014., с. 280–283.

Моделирование и расчет теплового баланса пиролизной установки для получения альтернативного топлива из биомассы

Узаков Гулом Норбоевич, кандидат технических наук, доцент;
 Раббимов Рахим Тешаевич, кандидат технических наук, доцент;
 Давланов Хайрулла Алламуродович, ассистент;
 Рахматов О. И., магистрант;
 Узакова Юлдуз Гуламовна, соискатель
 Каршинский инженерно-экономический институт (Узбекистан)

Современное развитие мировой экономики неразрывно связано с возрастанием производства электрической и тепловой энергии. Однако в крупных тепловых электростанциях производство энергии сопровождается огромными потерями и расходами природного органического топлива. Сегодня в Узбекистане одним из приоритетных направлений энергетической политики является развитие альтернативной энергетики и энергосбережение во всех сферах экономики страны [1].

Одним из классических возобновляемых источников энергии является биомасса. Применение биомассы в натуральном твердом виде связано с рядом проблем, основными из которых являются экология и недостаточная эффектив-

ность преобразования и использования энергии сырья. Предварительная термическая переработка биомассы в жидкую и газообразную формы представляется наиболее перспективной. Выработанное из биомассы жидкое и газообразное топливо более универсально, экологически приемлемо и имеет большое энергосодержание по сравнению с исходным сырьем (растительные отходы, навоз и другие виды биомассы). Термохимические технологии получения твердого, жидкого и газообразного топлива из различных видов биомассы включают в себя следующие процессы: прямое сжигание, пиролиз, газификацию, синтез.

Среди современных термохимических технологий энергетического использования биомассы пиролиз является наиболее универсальной, которая позволяет получать качественное, экологически безопасное твердое, жидкое и газообразное альтернативное топливо практически из любого сырья. При этом энергетические затраты на обеспечение термохимического процесса обычно не превышают 5–10% от получаемых энергетических продуктов.

Нами создана и экспериментально исследована пиролизная установка для термической переработки биомассы и местных органических отходов с/х производства [2,3]. Принципиальная схема пиролизной установки представлена на рис. 1.

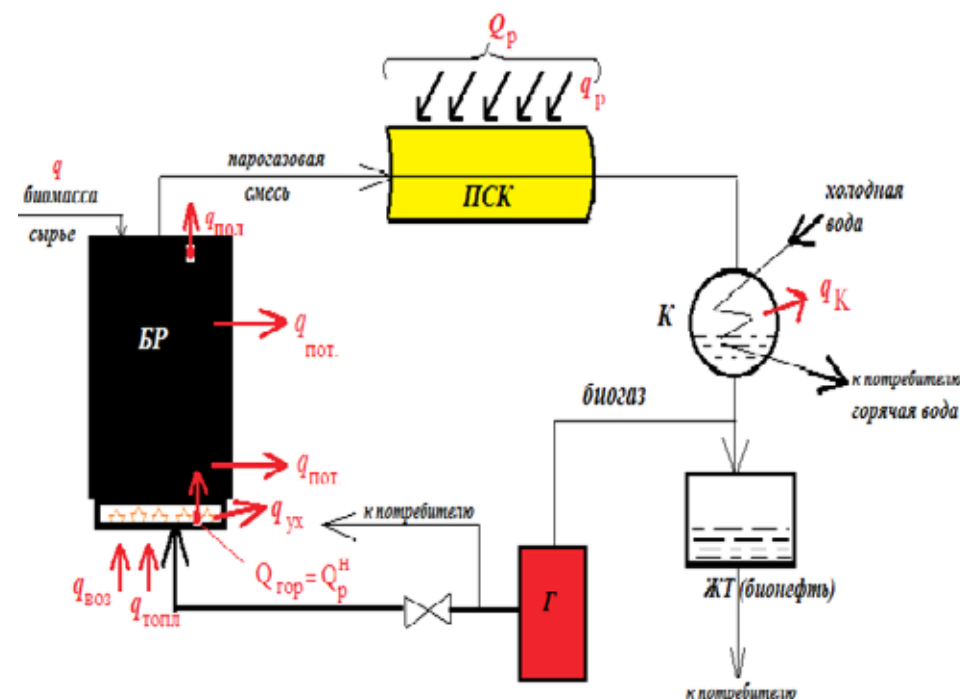


Рис. 1. Принципиальная тепловая схема пиролизной установки для термической переработки биомассы: БР — биореактор; ПСК — парабоцилиндрический концентратор; К — конденсатор; ЖТ — жидкое альтернативное топливо; Г — газгольдер

В процессе проектирования пиролизных установок ключевое значение имеет расчет теплового баланса биореактора в целях определения расход тепловой энергии на переработки биомассы. Для термической переработки биомассы в реакторе требуется определенный расход тепловой энергии. Тепловая энергия подведенная поддерживает температурный режим переработки биомассы. Для оценки энергоемкости переработки биомассы необходимо исследовать тепловой баланс реактора. На основе математического моделирования теплового баланса реактора решаются важные задачи энергосбережения и оптимизации реакторов биоэнергетических установок.

При работе биореактора часть тепло выделяемого при сжигании топлива, безвозвратно теряется в окружающей среде. Соотношения между полным поступлением тепла в биореактор, полезно использованным теплом в нем и тепловыми потерями выражаются тепловым балансом реактора.

Уравнение теплового баланса для трубчатой (цилиндрической формы) биореактора имеет следующий вид:

$$Q_{\text{прих}} = Q_{\text{расх}}, \text{ кДж/кг} \tag{1}$$

где: $Q_{\text{прих}}$ — приход тепла, кДж/кг; $Q_{\text{расх}}$ — расход тепла.

Расчет теплового баланса биореактора ведется на 1 кг топлива

$$Q_{\text{расх}} = q_{\text{пол}} + q_{\text{ух. г}} + q_{\text{пот. ос}} + q_{\text{пот. х}} + q_{\text{пот. м}} + q_{\text{пот. ш}} \tag{2}$$

где: $q_{\text{пол}}$, $q_{\text{ух. г}}$, $q_{\text{пот. ос}}$ — соответственно тепло полезно использованное в реакторе сырьем, теряемое с уходящими дымовыми газами, теряемое в окружающей среде.

$q_{\text{пот.х}}$ — потеря тепла от химической неполноты сгорания топлива; $q_{\text{пот.м}}$ — потеря тепла от механической неполноты сгорания топлива; $q_{\text{пот.ш}}$ — потеря тепла с физическом тепла шлаков, кДж/кг.

При сжигании газообразного топлива (или жидкого), в котором отсутствует зола, можно принимать

$$q_{\text{пот.м}} = 0; f \cdot q_{\text{пот.ш}} = 0. \quad [4]$$

Приход тепла можно определить по выражению [5]:

$$Q_{\text{прих}} = Q_p^H + C_m \cdot t_m + \alpha \cdot \alpha_0 \cdot C_g \cdot t_g + C_b \cdot m_b \cdot t_b \quad (3)$$

или

$$Q_{\text{прих}} = Q_p^H + Q_{\text{топл}} + Q_{\text{воз}} + Q_b \quad (4)$$

где Q_p^H - низшая теплота сгорания топлива, кДж/кг, в нашем случае $Q_p^H = 20\,000$ кДж/кг (теплота сгорания полученного биогаза); $Q_{\text{топл}}$, $Q_{\text{воз}}$, Q_b - тепло вносимое в реактор топливом, воздухом и биомассой, кДж/кг.

Явное тепло топлива, воздуха и биомассы обычно невелико и ими часто в технических расчетах пренебрегают. Тогда $Q_{\text{топл}} = C_m \cdot t_m = 0$, $Q_{\text{воз}} = 0$, $Q_b = 0$.

Тогда уравнение теплового баланса биореактора имеет следующий вид:

$$Q_{\text{прих}} = Q_{\text{расх}} \approx Q_p^H.$$

Из уравнения (2) полезно использованное тепло равно

$$q_{\text{пол}} = Q_p^H - q_{\text{ух}} - q_{\text{ном}} = \eta \cdot Q_p^H, \quad (5)$$

К. П. Д. трубчатого биореактора:

$$\eta = \frac{q_{\text{пол}}}{Q_p^H}, \quad (6)$$

или

$$\eta = 1 - \frac{q_{\text{ух}}}{Q_p^H} - \frac{q_{\text{ном}}}{Q_p^H}, \quad (7)$$

где, $\frac{q_{\text{ух}}}{Q_p^H}$, $\frac{q_{\text{ном}}}{Q_p^H}$ - соответственно потери тепла с уходящими дымовыми газами и потери тепла в окружающую среду

в долях от низшей теплоты сгорания биотоплива.

Потери тепла в окружающую среду согласно предварительных расчетных и экспериментальных данных можно принимать 6 % (0,06 в долях) от низшей теплоты сгорания топлива, т. е. $\frac{q_{\text{ном}}}{Q_p^H} = 0,06$.

Температура уходящих дымовых газов определяется по формуле [4,5]:

$$T_{\text{ух}} = T_1 + \Delta T = T_1 + (100 \div 150) \text{ К}; \quad (8)$$

где T_1 - температура нагреваемого продукта на входе в реактор, К; ΔT — разность температур теплоносителей на входе сырья в змеевик камеры конвекции, $\Delta T = 150$ К.

$$T_{\text{ух}} = 450 + 150 = 600 \text{ К.}$$

$$q_{\text{ух}} \approx \frac{(V_{\text{с.г.}} \cdot C_{\text{с.г.}} + V_{\text{в.н.}} \cdot C_{\text{в.н.}}) \cdot t_{\text{ух}}}{Q_p^H} \cdot 100, \quad (9)$$

$q_{\text{ух}} \approx 9 \div 10$ %. Согласно уравнение (5) вычислим полезно использованное тепло в биореакторе:

$$q_{\text{пол}} = 20000 - (0,09 \cdot 20000 - 0,06 \cdot 20000) = 17000 \text{ кДж/кг}$$

К. П. Д. биореактора с учетом потерь тепла:

$$\eta = \frac{17000}{20000} = 0,85 (85 \%)$$

Диаграмма тепловых потоков представлена на рис.2.

Теперь составим эксергетический баланс биореактора по уравнению:

$$E_{\text{топл}} + E_{\text{воз}} = E_{\text{II}} + \Delta E_{\text{ПС}} + \Delta E_{\text{ОС}} + \Delta E_{\text{зор}}, \quad (10)$$

где, $E_{\text{топл}}$ — эксергия исходного топлива, кДж/кг. В нашем случае для поддержания температурного режима реактора используется часть биогаза, полученный в собственной пиролизной установке, $Q_p^H = 20000$ кДж/кг.

$$E_{\text{топл}} = 1,04 \cdot Q_p^H = 1,04 \cdot 20000 = 20800 \text{ кДж/кг.}$$



Рис. 2. Диаграмма тепловых потоков в биореакторе ПУ

$E_{\text{воз}}$ — эксергия атмосферного воздуха, кДж/кг.

При $T_{\text{воз}} = T_{\text{ос}}$ и $P_{\text{воз}} = P_{\text{ос}} = 0,1$ МПа; $E_{\text{воз}} = 0$.

$E_{\text{ПС}}$ — эксергия продуктов сгорания биотоплива (биогаза), кДж/кг.

$$E_{\text{ПС}} = Q_p^u \left(1 - \frac{T_0}{T_k} \right), \tag{11}$$

где, T_0 — температура окружающей среды (атмосферного воздуха), К; T_k — температура горения по диаграмме «температура — энтальпия» ($t-i$), К.

При $T_0 = t_0 + 273,15 = 20 + 273,15 = 293,15$ К

$$E_{\text{ПС}} = 20000 \left(1 - \frac{293,15}{2587,15} \right) = 17720 \text{ кДж/кг.}$$

где $E_{\text{П}}$ — эксергия полученного пара при пиролизе биомассы, кДж/кг.

В биореакторе происходит процесс пиролиза и вырабатывается парогазовая смесь исходного сырья (биомассы) с температурой 450 °С. Температура продуктов сгорания в топке реактора 1700 °С. Эксергия теплоты полученного пара:

$$E_{\text{П}} = Q_p^u \left(1 - \frac{T_0}{T_{\text{П}}} \right) = 11800 \text{ кДж/кг.}$$

Потери эксергии на 1 кг израсходованного топлива:

$$\Delta E_{\text{ПС}} = E_{\text{ПС}} - E_{\text{П}} = 17720 - 11800 = 5920 \text{ кДж/кг.}$$

$\Delta E_{\text{ОС}}$ — потери эксергии в окружающую среду, кДж/кг.

$$\Delta E_{\text{ОС}} = Q_{\text{ОС}} \left(1 - \frac{T_0}{T_{\text{гор}}} \right) = 0,03 \cdot Q_p^u \left(1 - \frac{T_0}{1750} \right) = 504 \text{ кДж/кг.}$$

$\Delta E_{\text{гор}}$ — потери эксергии вследствие необратимости процесса горения, кДж/кг; вычисляется из эксергетического баланса:

$$\Delta E_{\text{гор}} = 20800 - 11800 - 504 - 5920 = 2576 \text{ кДж/кг.}$$

Эксергетический К. П. Д. биореактора:

$$\eta = \frac{E_{\text{вых}}}{E_{\text{вх}}} = \frac{E_{\text{П}}}{E_T} = \frac{11800}{20800} = 0,57 (57 \%).$$

Эксергетическая диаграмма представлена на рис.3.

Эксергетический баланс биореактора ПУ приведен в табл.1.

Потребность в теплоте для создания требуемого температурного режима складывается из количества теплоты, необходимой, чтобы подогреть биомассы (навоза) от температуры, характерной для подаваемого в реактор сухого навоза, до температуры пиролиза, и теплоты, идущей на компенсацию потерь, вызванных теплопередачей.

Количество теплоты, кДж, требуемое для подогрева загружаемой массы до температуры процесса пиролиза,

$$Q_{\text{под}} = M_c c_c (t_{\delta} - t_c), \tag{12}$$

где M_c — масса биомассы, кг; c_c — средняя удельная теплоемкость биомассы, кДж/(кг·°С); t_{δ} — температура биомассы, °С; t_c — то же, загружаемого, °С.

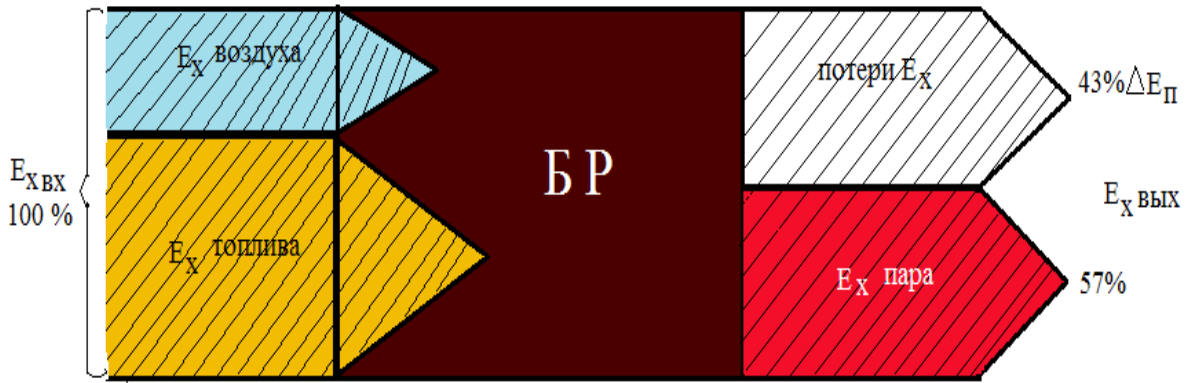


Рис. 3. Эксергетическая диаграмма

Таблица 1. Эксергетический баланс биореактора пиролизной установки

Подвод эксергии			Отвод эксергии		
Параметр	кДж/кг.	%	Параметр	кДж/кг.	%
Эксергия исходного топлива $E_{вх} = E_f$	20800	100	1. Потери эксергии продуктами сгорания, ΔE_{nc}	5920	28.5
			2. Потери эксергии в окружающую среду, ΔE_{oc}	504	2.5
			3. Потери эксергии вследствие необратимости процесса горения, $\Delta E_{гор}$	2576	12
			4. Полезно использованная эксергия, $E_{вых} = E_n$	11800	57
	20800	100		20800	100

Тепловые потери в биореакторе определяются разностью между температурой перерабатываемой биомассы и наружной температурой поверхностей реактора, площадью поверхностей контакта биомассы и наружного воздуха, коэффициентом теплопроводности материала стенки реактора, коэффициентом теплоотдачи поверхности контакта между средами, толщиной слоев стенок.

Количество теплоты, теряемой биомассы в результате теплоотдачи через стенку реактора в окружающую среду, кДж,

$$Q_T = kF(t_c - t_a), \tag{13}$$

где k — коэффициент теплоотдачи, кДж/(м²·ч·°С); F — площадь поверхности теплообмена реактора, м²; t_c — температура биомассы в реакторе, °С; t_a — температура окружающей среды, °С.

Коэффициент теплопередачи определяем по формуле [4]:

$$K = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_1 d_1} + \frac{1}{2\lambda_{cm}} \ln \frac{d_1}{d_2} + \frac{1}{2\lambda_{ш}} \ln \frac{d_{ш}}{d_2} + \frac{1}{\alpha_2 d_2}} \tag{14}$$

Пользуясь выражением (13), можно рассчитать потери теплоты теплоотдачей любым элементом поверхности реактора. Следовательно, общая потребность в теплоте для установки определяется главным образом затратами на подогрев биомассы до температуры пиролиза. Потребность в теплоте для компенсации потерь, вызванных теплоотдачей, можно снизить, применив соответствующую теплоизоляцию.

Источником теплоты для пиролизной установки служить собственный биогаз (пиролизный газ). Для экономии энергии и биогаза нужно стремиться к тому, чтобы экскременты животных по пути к реактору меньше охлаждались (для этого путь должен быть короче, а еще лучше, если реактор находится внутри животноводческой фермы), а трубопроводы были хорошо теплоизолированы. Для покрытия тепловых потребностей пиролизных установок можно использовать энергию солнца с применением параболацилиндрических концентраторов.

Упрощенный расчет теплового баланса биореактора с различной загрузкой массой биомассы (навоз) производим по следующей последовательности.

Исходные данные расчета:

I. Геометрические размеры биореактора:

а) внешний диаметр — $d_2 = 820 \text{ мм}$;

б) внутренний диаметр — $d_1 = 800 \text{ мм}$;

в) толщина стенки трубы $\delta_1 = \frac{d_2 - d_1}{2} = 10 \text{ мм}$;

г) толщина теплоизоляции $\delta_2 = 10 \text{ мм}$;

д) высота реактора $h = 1,0 \text{ м}$;

е) объем реактора $V = \frac{\pi d^2}{4} \cdot h = \frac{3,14 \cdot 0,8^2}{4} \cdot 1 = 0,5 \text{ м}^3$

ё) площадь теплообмена — $F = \pi d l = \pi d h = 3,14 \cdot 0,8 \cdot 1 = 2,512 \text{ м}^2$.

II. Теплофизические характеристики биомассы (навоз):

а) коэффициент теплопроводности - $\lambda = 0,12 \frac{\text{Вт}}{\text{м} \cdot \text{К}}$;

б) коэффициент температуропроводности — $a = 0,0022 \frac{\text{м}^2}{\text{с}}$;

в) средняя теплоемкость сухой биомассы — $C = 1,8 \frac{\text{КДж}}{\text{кг} \cdot \text{°C}}$;

г) плотность- $\rho = 200 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$. При полном загрузке реактора:

$m = \rho \cdot V = 200 \cdot 0,5 = 100 \text{ кг}$.

Результаты расчетов приведены в табл.2.

Таблица 2. Расчет теплового баланса реактора

№	m, кг	$t_{\delta 1}, \text{°C}$	$t_{\delta 2}, \text{°C}$	$Q_{\text{под}}, \text{КДж}$	$K, \text{Вт/м}^2 \cdot \text{К}$	$F, \text{м}^2$	$Q_{\text{пот}}, \text{КДж}$	$DQ \text{ КДж}$
1	100	20	450	77400	0,3	2,512	4665,6	72734,4
2	50	20	450	38700	0,3	2,512	4665,6	34034,4
3	25	20	450	19350	0,3	2,512	4665,6	14684,4

Выводы:

1. Проведенный сравнительный анализ технических и энергетических характеристик биоэнергетических установок показывает, что энергоёмкость переработки биомассы в существующих установках достигает до 50–60 % в общем тепловом балансе, что приводит к определенным трудностям внедрения и снижает их энергетическую эффективность.

2. Среди современных термохимических технологий энергетического использования растительной биомассы, пиролиз является наиболее универсальной, которая позволяет получать качественное, экологически безопасное твердое, жидкое и газообразное альтернативное топливо практически из любого сырья. При этом энергетические затраты на обеспечение термохимического процесса обычно не превышают 5–10 % от получаемых энергетических продуктов.

3. Создана опытная пиролизная установка для термической переработки биомассы с использованием солнечной энергии. Использование данной установки позволяет повысить эффективность переработки биомассы на 20–30 % по сравнению с аналогами и обеспечивает комплексное использование возобновляемых источников энергии, т.е. энергии солнца и биомассы. При переработке 1 тонн биомассы будет получены: 10–20 % древесного угля, 20–30 % пиролизного газа и 50–60 % нефтеподобной жидкости.

4. Результаты расчета теплового баланса биореактора пиролизной установки показывает, что потери тепла при полном загрузке реактора составляет 6% от подведенного тепла, а при загрузке 50 кг биомассы (50% загрузка) в реактор потери тепла составит 12%. Таким образом, чтобы экономить энергии термической переработки биомассы необходимо осуществить при полном загрузке реактора.

5. Эксергетический анализ работы биореактора показывает, что наибольшие потери эксергии происходит с уходящими продуктами сгорания топлива (28,5%), который необходимо утилизировать для предварительной сушки биомассы.

Литература:

1. Указ Президента Республики Узбекистан «О мерах по дальнейшему развитию альтернативных источников энергии» УП-4512 от 01.03.2013 г.
2. Раббимов, Р. Т., Узаков Г. Н., Яхшибоев Ш. Я., Хужакулов С. М. Способ переработки биомассы с использованием солнечной энергии // Молодой ученый. — Чита, Россия: 2010. — №8 — с. 136–140.
3. Узаков, Г. Н., Раббимов Р. Т., Алиярова Л. А. Эффективность применения пиролизной технологии для получения альтернативного топлива из местных органических отходов. // Молодой ученый. №4. — 2014., с. 280–283.
4. Павлов, И. И., Федоров М. Н. Котельные установки и тепловые сети. М.: Стройиздат. — 1972. — 285 с.
5. Кузнецов, А. А., Кагерманов С. М., Судаков Е. Н. Расчеты процессов и аппаратов нефтеперерабатывающей промышленности. Л.: Химия. 1974. — 344 с.

Влияние молекулярной массы каучуковых составляющих резиновых смесей на физико-механические показатели дорожных вяжущих

Фролов Виктор Андреевич, аспирант;
Меркулов Сергей Александрович, аспирант;
Козлов Павел Викторович, магистрант;
Абрамов Иван Юрьевич, магистрант;
Буданцев Виктор Владимирович, студент
Тамбовский государственный технический университет

Низкие эксплуатационные характеристики асфальтобетонных смесей (АБС), используемых в дорожном строительстве, приводят к тому, что уже на 3–4 год эксплуатации подавляющему количеству дорог в России требуется проведение капитального ремонта, тогда как за рубежом средний межремонтный срок службы составляет 10–13 лет. При соблюдении технологии укладки низкая долговечность дорожных покрытий обусловлена качественными показателями вяжущего, входящего в состав асфальтобетонных смесей, поэтому с улучшением качества дорожного вяжущего, происходит улучшение эксплуатационных показателей дорожных покрытий [1–3].

Для улучшения качества дорожные вяжущие модифицируют различными материалами, в качестве которых используют термопласты, эластомеры, и термоэластичные полимерные материалы.

Для устройства и ремонта дорожных покрытий широко используются АБС на основе битума, модифицированного такими материалами как: сера, каучук (полибутадиеновый, натуральный, бутилкаучук, хлоропрен и др.), органо-марганцевые компаунды, термопластичные полимеры (полиэтилен, полипропилен, полистирол, этилен-винилацетат (ЭВА), термопластичные каучуки (полиуретан, олефиновые сополимеры, а также блок-сополимеры стирол-бутадиен-стирола. Однако использование первичных модифицирующих материалов приводит к значительному удорожанию асфальтобетонных смесей [3–5].

Для снижения стоимости асфальтобетонных смесей при модификации битума первичными каучуковыми материалами наиболее перспективным является замена их каучуковыми составляющими из регенерата, полу-

ченного при переработке отходов резинотехнических изделий (РТИ), самыми массовыми из которых являются изношенные автомобильные шины [4]. При различных режимах обработки резиновой крошки из изношенных автомобильных шин, при получении регенерата, молекулярная масса каучуковых составляющих меняется. Зависимости физико-механических показателей дорожного вяжущего от молекулярной массы каучуковой части регенерата позволяют сформулировать требования к регенерату, используемому в дальнейшем для модификации битума. Исследования проводились на модельных резиновых смесях, используемых при изготовлении автомобильных шин. Для изменения молекулярной массы каучуковых составляющих резиновых смесей они подвергались предварительной обработке в микросмесителе типа Брабендер при определенных условиях. Оценка изменения молекулярной массы каучуковых составляющих проводилась методом капиллярной вискозиметрии [4–7]. Модификация дорожных вяжущих осуществлялась в лопастном смесителе периодического действия [7–10]. Результаты исследования влияния молекулярной массы каучуковых составляющих на физико-механические показатели дорожных-вяжущих представлены в таблице.

Анализ полученных данных показывает, что при модификации битума каучуковыми материалами с минимальной молекулярной массой значения эластичности и пенетрации значительно выше, чем при максимальной, а температура размягчения при этом отличается незначительно. Следовательно для модификации дорожного-вяжущего лучше использовать регенерат резиновой крошки с минимальной молекулярной массой каучуковых составляющих.

Таблица 1. Результаты исследования влияния молекулярной массы каучуковых составляющих на физико-механические показатели дорожных вяжущих

Молекулярная масса	Пенетрация	Дуктильность	Температура размягчения	Эластичность
2,078	50	235	56	54
2,904	38	125	57	48
3,898	32	120	62	43

Литература:

1. Беляев, П. С. Решение проблемы утилизации полимерных отходов путем их использования в процессе модификации дорожного вяжущего/П. С. Беляев, О. Г. Маликов, С. А. Меркулов, Д. Л. Полушкин, В. А. Фролов// Строительные материалы. 2013. — №10, с. 38–41.
2. Belyaev, V. P. Improving Energy Efficiency of Bitumen Modification with Reclaimed Crumb Rubber/V. P. Belyaev, O. G. Malikov, S. A. Merkulov, P. S. Belyaev, D. L. Polushkin, V. A. Frolov// Components of Scientific and Technological Progress. — 2013, №1 (16) — с. 75–77.
3. Беляев, П. С. К вопросу о комплексном решении проблем экологии и качества дорожных покрытий/Беляев П. С., Маликов О. Г., Меркулов С. А., Полушкин Д. Л., Беляев В. П.//Вопросы современной науки и практики. Университет им. В. И. Вернадского. — 2012. № С39. с. 184–189.
4. Фролов, В. А. Влияние условий обработки шинных резиновых смесей на молекулярную массу каучуковых составляющих/В. А. Фролов, С. А. Меркулов, Е. Н. Рыков // Молодой ученый. — 2014. — №3. — с. 360–361.
5. Belyaev, V. P. Bitumen Modification with Recycled Polymeric Materials/V. P. Belyaev, O. G. Malikov, S. A. Merkulov, D. L. Polushkin, V. A. Frolov, P. S. Belyaev // Глобальный научный потенциал. — 2013, №9 (30). — с. 29–33.
6. Беляев, П. С. К вопросу получения резино-битумного концентрата для асфальтобетонных дорожных покрытий из изношенных автомобильных шин/Беляев П. С., Забавников М. В., Маликов О. Г. // Вестник Тамбовского государственного технического университета. — 2008. Т. 14. №2. с. 346–352.
7. Беляев, П. С. Получение резинобитумных композиционных материалов/Беляев П. С., Забавников М. В., Маликов О. Г. — Saarbrücken (Германия): LAP LAMBERT Academic Publishing, 2012. — 145 с.
8. Смеситель непрерывного действия для композиционных строительных материалов на основе нефтяных битумов/Забавников М. В., Беляев П. С., Маликов О. Г., Хабаров С. Н./патент на изобретение RUS 224765418.08.2003
9. Беляев, П. С. О перспективе комплексного решения проблем экологии и повышения качества дорожных покрытий/Беляев В. П., Беляев П. С., Полушкин Д. Л.// Перспективы науки. 2012. №32. с. 186–189.
10. Беляев, П. С. Исследование влияния резиновой крошки на физико-механические показатели нефтяного битума в процессе его модификации/Беляев П. С., Забавников М. В., Маликов О. Г., Волков Д. С.// Вестник Тамбовского государственного технического университета. — 2005. Т. 11. №4. с. 923–930.

Система контроля колесных пар железнодорожных вагонов

Шибeko Роман Владимирович, старший преподаватель;

Захаров Евгений Андреевич, студент

Комсомольский-на-Амуре государственный технический университет

Представленное устройство берет на себя решение одного из элементов этой безопасности — контроль текущего состояния железнодорожных колесных пар. Стоит учесть, что колесная пара — одно из самых уязвимых мест в железнодорожном вагоне. Устройство позволяет диагностировать колесные пары, как вагонов, так и локомотивов, а также подвижных составов при капитальном ремонте и при плановом техническом осмотре. Устройство позволяет диагностировать все известные на данный момент неисправности колесных пар. Достоинством устройства является бесконтактный метод измерения при помощи лазерного триангуляционного 2-D датчик, а также простота диагностики и её точность.

Ключевые слова: колесная пара, устройство, диагностика, бесконтактный метод измерения, лазерный триангуляционный 2-D датчик.

Колесная пара является наиболее ответственным узлом подвижного состава. Колесные пары электровоза воспринимают и передают на рельсы вертикальные нагрузки от массы локомотива, при движении взаимодействуют с рельсовой колеёй, воспринимая удары от неровностей пути и горизонтальные силы. Через колесную пару передается вращающий момент тягового двигателя, а в месте контакта колес с рельсами в тяговом и тормозном режимах реализуются силы сцепления. От исправного состояния колесной пары зависит безопасность движения поездов, поэтому к выбору материала, технологии изготовления отдельных ее элементов и формированию колесной пары предъявляют особые требования. В условиях эксплуатации за колесными парами необходим тщательный уход


и своевременный осмотр. Конструкция колесной пары должны обеспечивать необходимую прочность всех ее элементов и соответствовать требованиям ГОСТ.

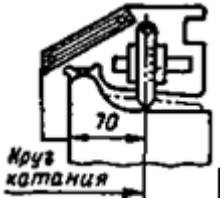

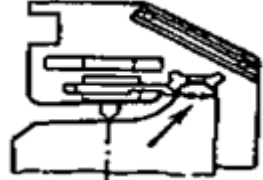
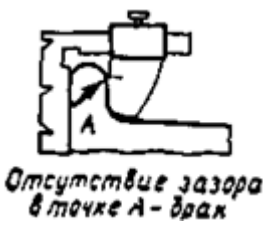

Запрещается допускать в эксплуатацию колесные пары у которых имеется одна из следующих неисправностей:

- трещина в любой части оси или ступицы колесной пары;
- протертость оси колесной пары;
- касание электрода электросварки — меняется структура металла;
- ослабление ступицы — проворачивается колесо.

Неисправности, на которые имеются допуски показанные в табл. 1.

Таблица 1. Неисправности колесных пар

Наименование и схематическое изображение неисправности	Характеристика неисправностей	Способ выявления	Нормы отбраковки (Допускается к эксплуатации)
Выщербина (раковина) на круге катания колеса		Внешний осмотр, измерение аб-	длиной до 25 мм, глубиной до 10 мм.
Откол края обода		солютным шаблоном,	если оставшаяся часть ≥ 120 мм
Навар	смещение металла на круге катания — неправильная работа тормозов	измерение специальным шаблоном.	высота < 0,5 мм
Кольцевые выработки (углубления) > допускаемых размеров 	Износ от воздействия неметаллических тормозных колодок		глубиной < 1 мм у основания гребня колеса и < 2 мм на уклоне 1:7 или шириной < 15 мм. Нормы браковки кольцевых выработок на других участках поверхности катания такие же, как для выработок у основания гребня

<p>Равномерный прокат более допускаемого</p> 	<p>Изменение геометрии (формы) поверхности катания колеса в результате деформации и износа при взаимодействии колеса с рельсом, а также истирания от воздействия на колесо тормозных колодок (Естественный износ колеса по всему кругу катания)</p>	<p>Измерение абсолютным шаблоном</p>	<p>у вагонов, обращающихся со скоростью 120–160 км/ч, не > 5 мм, у колесных пар с приводом генератора не > 5 мм; с редуктором от торца не > 4 мм; у вагонов, обращающихся со скоростью до 120 км/ч включительно, в поездах дальнего следования не > 7 мм; местного и пригородного сообщения — не > 8 мм</p>
<p>Ползун на поверхности катания глубиной более допускаемой</p> 	<p>Появление ползуна (плоского места на поверхности катания колеса) в результате скольжения (юза) колеса по рельсу в случае заклинивания колесных пар при неисправных тормозных приборах, неправильной регулировке рычажной передачи, недостаточно умелом управлении тормозами со стороны машиниста. Опасен ползун тем, что ударами о рельсы может поколоть их, отрицательно влияет на работу подшипников в буксе (могут рассыпаться), а так же на надбуксовую пружину (может лопнуть).</p>	<p>То же</p>	<p>не допускается глубиной > 1 мм для колесных пар с подшипниками качения (роликовыми), колесная пара с редукторно-карданным приводом не > 0,5 мм. Разрешается следование пассажирского поезда с вагонами на роликовых подшипниках до ближайшего ПТО при ползуне от 1 до 2 мм со скоростью не выше 100 км/ч; от 2 до 6 мм — со скоростью 13 км/ч; от 6 до 12 мм — со скоростью 10 км/ч; свыше 12 мм — со скоростью также 10 км/ч при условии исключения вращения колесной пары</p>
<p>Тонкий гребень (толщина гребня менее допускаемой)</p> 	<p>Уменьшение толщины гребня вследствие интенсивного взаимодействия гребня с боковой гранью рельса в результате: неправильной установки колесной пары в тележке, перекоса рамы тележки, значительной разницы диаметров колес на одной оси, неправильной посадки колес на ось изгиба оси</p>	<p>То же</p>	<p>К эксплуатации не допускаются колесные пары при толщине гребня, измеренной на расстоянии 18 мм от вершины: < 25 мм у пассажирских вагонов, включаемых в поезда, обращающиеся со скоростью до 120 км/ч; < 28 мм — со скоростью 120–140 км/ч, и < 30 мм — со скоростью 140–160 км/ч</p>
<p>Вертикальный подрез гребня более допустимого</p> 	<p>Неравномерный по поперечному профилю круговой износ, при котором угол наклона профиля боковой поверхности гребня приближается к 90°, который образуется из-за неправильной установки колесной пары в тележке; значительной разницы диаметров колес на одной оси; неправильной посадки колес на ось; изгиба оси; перекоса рамы тележки</p>	<p>Внешний осмотр, измерение специальным шаблоном</p>	<p>К эксплуатации не допускаются колесные пары, у которых при проверке вертикальная грань движка шаблона соприкасается с подрезанной поверхностью гребня на высоте 18 мм</p>
<p>Остроконечный накат гребня (выступ на сопряжении подрезанной части гребня с вершиной)</p> 	<p>Образование выступа по круговому периметру гребня в зоне перехода от изношенной боковой поверхности к вершине. Причины образования те же, что и при образовании повышенного износа и подреза гребня</p>	<p>Внешний осмотр</p>	<p>Колесная пара подлежит выкатке</p>

Представлена система контроля текущего состояния железнодорожных колесных пар. Данная система может применяться при капитальном ремонте вагонов, локомотивов и подвижных составов, плановом техническом осмотре, входном и выходном производственном контроле. Система предназначена для определения следующих неисправностей колесных пар:

- кольцевые выработки (углубления). измеряются в диапазоне до 1 мм;
- равномерный прокат более допускаемого. измеряется с точностью до 1 мм;
- ползун на поверхности катания. измеряется с точностью 0,5 мм;
- тонкий гребень. измеряется с точностью до 1 мм;
- вертикальный подрез гребня. измеряется с точностью до 1 мм.

Для процедуры измерения колесная пара вкатывается на специальные направляющие которые подсоединены к приводу что позволяет вращать колесную пару при измерении. Диагностика осуществляется сразу на обоих колесах пары при этом происходит измерение расстояния от двух оптических датчиков расположенных по обе стороны колеса. Датчики осуществляют линейное сканирование поверхности колесных пар, обработку результатов и передачу их в микроконтроллер. Одновременно с этим происходит медленное вращение колеса элект

троприводом. В систему также введен энкодер (датчик угла поворота) для изменения угла поворота что позволяет привязать данные полученные с оптических датчиков к текущему положению колеса. Таким образом, при диагностики колесной пары система опрашивает четыре оптических датчика поверхности, энкодер, а также осуществляет управление электрическим приводом. После сбора информации она передается по радиоканалу (протокол ZigBee) в центральный компьютер.

Структурная схема устройства представлена на рис. 1.

Структурная схема устройства состоит из следующих блоков:

- БМК — блок микроконтроллера;
 - ЛОДП — Линейные оптические датчики поверхности;
 - БИ — блок интерфейса;
 - Э — Энкодер;
 - СУДв — Система управления двигателем;
 - Дв — Двигатель;
 - ZigBee — Радиоканал для связи с компьютером;
- Функциональная схема представлена на рис. 2.

На основании структурной схемы системы произведен синтез функциональной схемы которая представлена на рис. 2 и состоит из следующих блоков:

- ЛД — лазерный датчик;
- ПРИ — преобразователь интерфейсов;
- Э — энкодер;

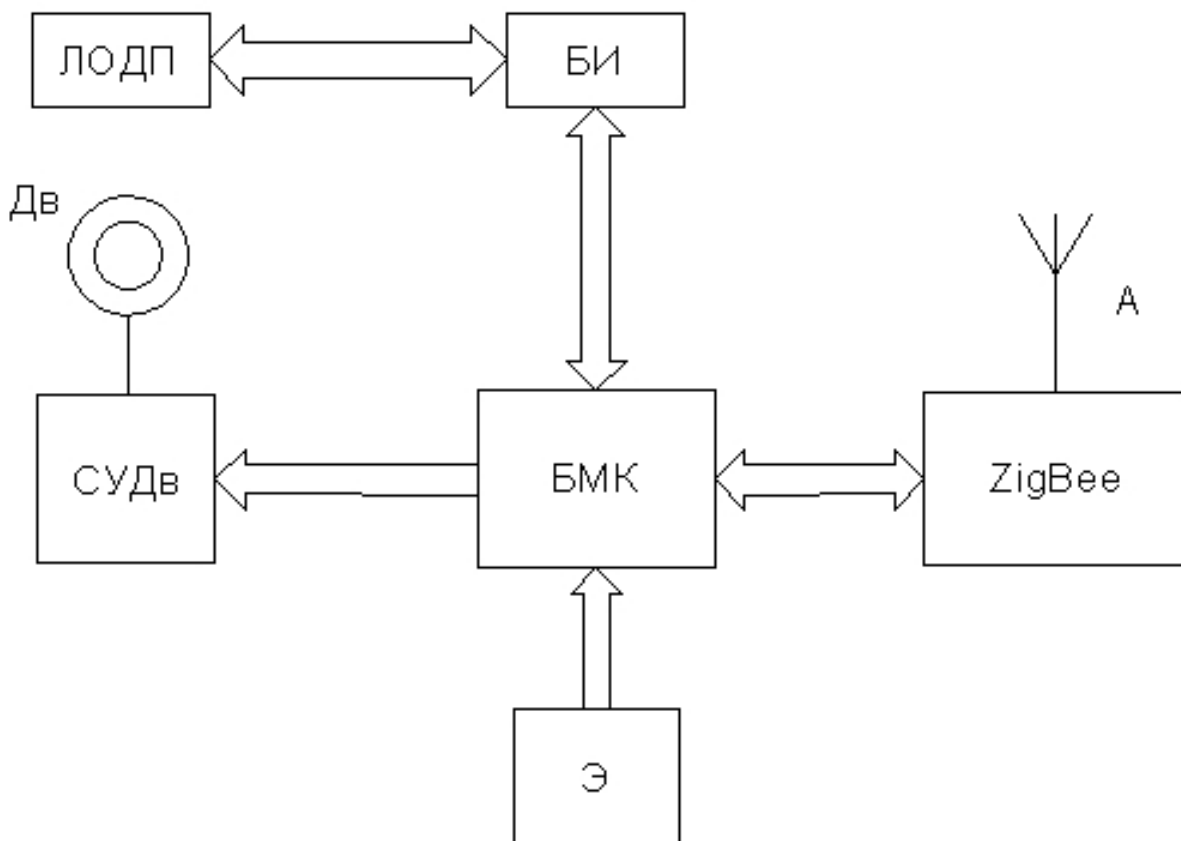


Рис. 1. Структурная схема устройства

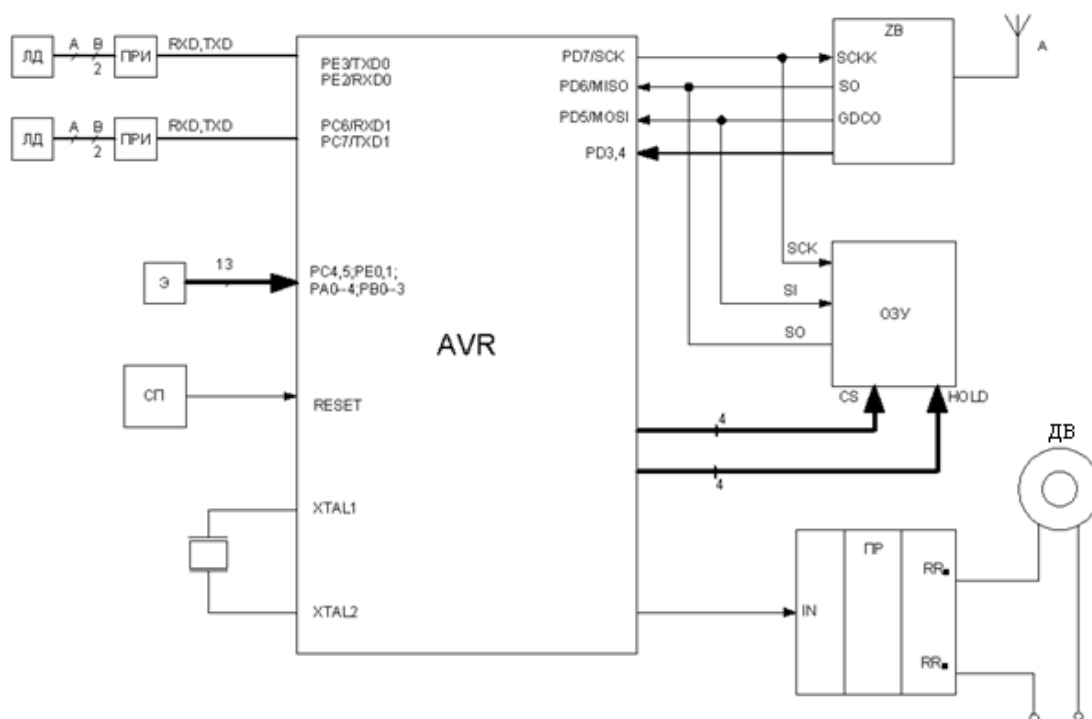


Рис. 2. Функциональная схема

- СП — супервизор питания;
- AVR — микроконтроллер;
- ZB — радиоканала ZigBee;
- ОЗУ — оперативно запоминающее устройство;
- ПР — полупроводниковое реле;
- ДВ — двигатель.

Схема работает следующим образом. Центральным звеном системы является микроконтроллер, который информационно связан со всеми блоками системы. Сама система со всеми блоками построена по радиальному принципу. Для включения двигателя поворота колесной пары применяется полупроводниковое реле управляемое напрямую микроконтроллером. При повороте колёсной

пары данные о угловых координатах снимаются с энкодеров 13-битном коде на прямую в порты микроконтроллера. Информация о дефектах приходит с лазерных датчиков по интерфейсу RS485 а поскольку микроконтроллер не имеет данных встроенных интерфейсов то в схему введены преобразователи кодов. Вся информация о точках измерений накапливается в оперативно запоминающем устройстве. Для связи с центральным компьютером и передачи ему информации в схему введён радиомодуль ZigBee. ОЗУ и радиомодуль обмениваются информацией с микроконтроллером по интерфейсу SPI. Супервизор предназначен для формирования сигнала сброса микроконтроллера.

Литература:

1. Кудзис, А. П. Железнодорожные вагоны/А. П. Кудзис. — М.: Высшая школа, 1988. — 342 с.
2. Шадур, Л. А., Челноков, И. И. Вагоны: Учебник для вузов ж.-д. трансп./Л. А. Шадур, И. И. Челноков. 3-е изд., перераб. и доп. — М.: Транспорт, 1980. — 439 с.
3. Быков, Б. В. Конструкция тележек грузовых и пассажирских вагонов/Б. В. Быков — М.: Маршрут, 2004. — 36 с.
4. Кавдин, Н. В. Основы автоматизации проектирования железнодорожных транспорта/Н. В. Кавдин — М.: Маршрут, 2004—280 с.

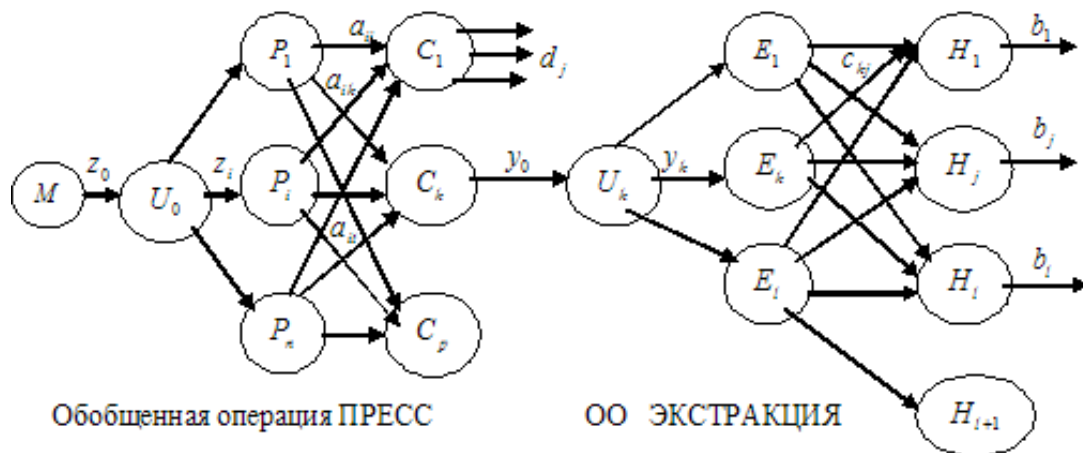
Об одной графовой модели маслоэкстракционного производства

Юсупов Фирнафас, кандидат технических наук, доцент;
 Абдуллаева Гулчехра Хакимовна, старший преподаватель
 Ургенчский филиал Ташкентского университета информационных технологий (Узбекистан)

При разработке алгоритмов планирования и управления производством маслоэкстракционного предприятия необходимо иметь математическую модель производства (объекта управления), являющуюся формализованным описанием структуры производства и характеризующих его параметров. Рассматриваемый производственный процесс относится к классу производства с вероятностным характером технологического процесса. Целью настоящей работы является построение графовой модели производственного процесса получения определенных модификаций конечных продуктов хлопкового масла.

Исследуемый маслоэкстракционный производственный процесс является многоступенчатым с последовательной структурой [1]. Сложность математической модели производственного процесса определяется количеством его структурных элементов и конфигурацией связей между ними. Методом агрегирования множество технологических операций сводится к двум обобщенным операциям — прессования и экстракции. Под обобщенной операцией будем понимать множество последовательных технологических операций, между которыми нет планируемых управляющих воздействий и планируемого хранения полуфабрикатов.

Процесс получения модификации хлопкового масла по аналогии с хлопком перерабатывающим производством можно представить агрегированным транспортно-стохастическим графом [2,3]. Вершинами ориентированного конечного графа является операции (режимы операций), а дугами — материальные потоки продуктов. Граф содержит вершины трёх видов: узлы преобразования, узлы управления материальными потоками при выборе режимов обработки и узлы хранения. Конечным вершинам графа соответствуют результаты производственного процесса — готовые продукты, невозвратные отходы (брак). Представленный на рисунке граф является слабо связным, бесконтурным орграфом и стохастическим в узлах преобразования. Назовем потоком по дуге графа количество полуфабрикатов, поступающее из вершины, являющейся началом дуги, в вершину, являющуюся ее концом.



На вход технологической линии (начальную вершину U_0) поступает исходное сырье (из склада) в объеме Z_0 . В узле управления U_0 определяются интенсивности (объемы) запуска модификации исходного сырья (разновидности хлопковых семян) Z_i по i -режимам прессования (узлы P_i). Входные потоки Z_i в узлах P_i расщепляются на множество выходных потоков a_{ij} и a_{ik} . Выход годных продуктов по группам после i -го режима прессования задается вероятностями P_{ij} перехода из узла P_i в узел хранения готовых продуктов C_j . Выход промежуточных продуктов A_{ik} по группам после i -го режима прессования задается вероятностями P_{ik} перехода из узла P_i в узлы хранения C_k . Не возвратные отходы производства после i -го режима прессования задается вероятностями P_{it} перехода из узла P_i в узел хранения C_p . Обычно P_{it} задается в виде определенной константы для данного режима. В узлах U_k принимаются решения об интенсивности Y_k запуска на k -й режим экстракции (узел E_k). В узлах E_k входные по-

токи Y_k расщепляются на потоки C_{kj} . Выход годных продуктов по модификациям после k -го режима экстракции задаётся вероятностями P_{kj} перехода из узла E_k в узлы хранения H_j . Сумма входных потоков A_{ij} для узла C_j составляет выпуск d_j готовых продуктов j -й модификации, а сумма входных потоков C_{kj} для узла H_j — выпуск b_j готовых продуктов j -модификации. Величины n, v, l — соответственно мощности множества I режимов i , множество K групп k и множество J модификации j готовых продуктов.

Граф считается заданным, если известны:

- подмножества вершин P_i графа, соответствующее множеству I ;
- подмножества вершин H_j графа, соответствующее множеству J' модификации j (включая брак, невозвратные отходы);
- подмножества вершин C_k , соответствующее множеству K групп k (включая брак, невозвратные отходы);
- бинарная матрица — столбец $\xi = \{\xi_i\}$ ($i \in I$) возможных решений для узла U_0 в первой ступени управления процессом

$$\xi_i = \begin{cases} 1, & \text{если применение режима } i \text{ допустимо;} \\ 0, & \text{в противном случае;} \end{cases}$$

- бинарная матрица $\beta = \{\beta_{kj}\}$ ($k \in K; j \in J$) возможных решений для узлов U_k во второй ступени управления процессом;

$$\beta_{kj} = \begin{cases} 1, & \text{если применение режима } kj \text{ допустимо;} \\ 0, & \text{в противном случае;} \end{cases}$$

- матрица $P = \{P_{ij}\} (i \in I; j \in J)$ вероятностей P_{ij} ;
- матрица $P' = \{P_{ik}\} (i \in I; k \in K)$ вероятностей P_{ik} ;
- матрица $R = \{P_{kj}\} (k \in K; j \in J')$ вероятностей P_{kj} .

Материальные потоки a_{ij}, a_{ik} и c_{kj} , выходящие из узлов преобразования P_i и E_k , могут быть выражены вероятностными зависимостями через потоки (управляющие воздействия на производственный процесс) Z_i и Y_k , выходящие из узлов управления U_k .

Граф двухступенчатого процесса переработки хлопковых семян с целью получения продуктов модификации хлопкового масла состоит из двух подграфов (производственных модулей), каждый из которых содержит узлы управления, преобразования и хранения.

Далее необходимо строить вероятностная модель производственного процесса получения модификации хлопковых масел. Построение вероятностной модели производственного процесса сводится к определению закона распределения векторов выпуска $d = \{d_j\} (j \in J)$ и $b = \{b_j\} (j \in J')$ при фиксированном векторе запуска $Z = \{Z_i\} (i \in I)$ и матрице запуска $Y = \{Y_k\} (k \in K)$ и заданных матрицах P, P', R технологических параметров.

Литература:

1. Производственный технологический регламент на производство хлопкового масла и шрота по схеме форпрессование — экстракция на 2-х линиях МЭЗ-350 производительностью 800 т/сутки переработки семян хлопчатника. ТР 1602–28–2–02. Ташкент: МАСЛОЖИРТАБАКАПРОМ РУз., 2002. — 215 С.
2. Харари, Ф. Теория графов. — М.: Мир, 1973. — 392 с.
3. Стохастическая модель производственного процесса первичной переработки хлопка-сырца. Ф. Юсупов, Х. З. Игамбердыев, Э. Б. Песиков. ЦНИИТЭИлегпром. N 1342 лп — 85. Деп. — 10 С.

Молодой ученый

Ежемесячный научный журнал

№ 18 (77) / 2014

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

Главный редактор:

Ахметова Г. Д.

Члены редакционной коллегии:

Ахметова М. Н.
Иванова Ю. В.
Лактионов К. С.
Сараева Н. М.
Авдеюк О. А.
Алиева Т. И.
Ахметова В. В.
Брезгин В. С.
Данилов О. Е.
Дёмин А. В.
Дядюн К. В.
Желнова К. В.
Жуйкова Т. П.
Игнатова М. А.
Каленский А. В.
Коварда В. В.
Комогорцев М. Г.
Котляров А. В.
Кузьмина В. М.
Кучерявенко С. А.
Лескова Е. В.
Макеева И. А.
Мусаева У. А.
Насимов М. О.
Прончев Г. Б.
Семахин А. М.
Сенюшкин Н. С.
Ткаченко И. Г.
Яхина А. С.

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