

Лично я убежден в том, что человечество нуждается в ядерной энергии. Она должна развиваться, но при абсолютных гарантиях безопасности.

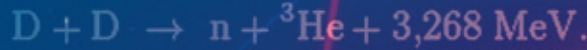
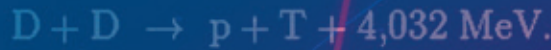
МОЛОДОЙ

ISSN 2072-0297

# УЧЁНЫЙ

научный журнал

Каждое разумное существо, оказавшись на краю пропасти, сначала старается отойти от этого края, а уж потом думает об удовлетворении всех остальных потребностей. Для человечества отойти от края пропасти – это значит преодолеть разобщенность.



Человеческому обществу необходима интеллектуальная свобода – свобода получения и распространения информации, свобода непредвзятого и бесстрашного обсуждения, свобода от давления авторитета и предрассудков.

Я отрицаю сколько-нибудь существенное устрашающее действие смертной казни на потенциальных преступников. Я уверен в обратном – жестокость порождает жестокость.

Прогресс неизбежен, его прекращение означало бы гибель цивилизации.

23  
2015  
Часть II

ISSN 2072-0297

# Молодой учёный

Научный журнал

Выходит два раза в месяц

№ 23 (103) / 2015

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

**Главный редактор:** Ахметов Ильдар Геннадьевич, кандидат технических наук

**Члены редакционной коллегии:**

Ахметова Мария Николаевна, доктор педагогических наук

Иванова Юлия Валентиновна, доктор философских наук

Каленский Александр Васильевич, доктор физико-математических наук

Куташов Вячеслав Анатольевич, доктор медицинских наук

Лактионов Константин Станиславович, доктор биологических наук

Сараева Надежда Михайловна, доктор психологических наук

Авдеюк Оксана Алексеевна, кандидат технических наук

Айдаров Оразхан Турсункожаевич, кандидат географических наук

Алиева Тарана Ибрагим кызы, кандидат химических наук

Ахметова Валерия Валерьевна, кандидат медицинских наук

Брезгин Вячеслав Сергеевич, кандидат экономических наук

Данилов Олег Евгеньевич, кандидат педагогических наук

Дёмин Александр Викторович, кандидат биологических наук

Дядюн Кристина Владимировна, кандидат юридических наук

Желнова Кристина Владимировна, кандидат экономических наук

Жуйкова Тамара Павловна, кандидат педагогических наук

Жураев Хусниддин Олтинбоевич, кандидат педагогических наук

Игнатова Мария Александровна, кандидат искусствоведения

Коварда Владимир Васильевич, кандидат физико-математических наук

Комогорцев Максим Геннадьевич, кандидат технических наук

Котляров Алексей Васильевич, кандидат геолого-минералогических наук

Кузьмина Виолетта Михайловна, кандидат исторических наук, кандидат психологических наук

Кучерявенко Светлана Алексеевна, кандидат экономических наук

Лескова Екатерина Викторовна, кандидат физико-математических наук

Макеева Ирина Александровна, кандидат педагогических наук

Матроскина Татьяна Викторовна, кандидат экономических наук

Матусевич Марина Степановна, кандидат педагогических наук

Мусаева Ума Алиевна, кандидат технических наук

Насимов Мурат Орленбаевич, кандидат политических наук

Прончев Геннадий Борисович, кандидат физико-математических наук

Семахин Андрей Михайлович, кандидат технических наук

Сенцов Аркадий Эдуардович, кандидат политических наук

Сенюшкин Николай Сергеевич, кандидат технических наук

Титова Елена Ивановна, кандидат педагогических наук

Ткаченко Ирина Георгиевна, кандидат филологических наук

Фозилов Садриддин Файзуллаевич, кандидат химических наук

Яхина Асия Сергеевна, кандидат технических наук

Ячинова Светлана Николаевна, кандидат педагогических наук

АДРЕС РЕДАКЦИИ:

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

**Учредитель и издатель:** ООО «Издательство Молодой ученый»

Тираж 1000 экз.

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

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

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

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

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

**Ответственные редакторы:**

Кайнова Галина Анатольевна

Осянина Екатерина Игоревна

**Международный редакционный совет:**

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

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

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

Бидова Бэла Бертовна, доктор юридических наук, доцент (Россия)

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

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

Гайич Тамара, доктор экономических наук (Сербия)

Данатаров Агахан, кандидат технических наук (Туркменистан)

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

Демидов Алексей Александрович, доктор медицинских наук, профессор (Россия)

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

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

Жолдошев Сапарбай Тезекбаевич, доктор медицинских наук, профессор (Кыргызстан)

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

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

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

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

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

Колпак Евгений Петрович, доктор физико-математических наук, профессор (Россия)

Куташов Вячеслав Анатольевич, доктор медицинских наук, профессор (Россия)

Лю Цзюань, доктор филологических наук, профессор (Китай)

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

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

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

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

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

Рахматуллин Рафаэль Юсупович, доктор философских наук, профессор (Россия)

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

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

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

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

Хоссейни Амир, доктор филологических наук (Иран)

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

**Художник:** Шишков Евгений Анатольевич

**Верстка:** Бурьянов Павел Яковлевич

На обложке изображен Андрей Дмитриевич Сахаров (1921–1989) — советский физик-теоретик, общественный деятель, диссидент и правозащитник. Лауреат Нобелевской премии мира за 1975 год.

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

## СОДЕРЖАНИЕ

### ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

**Кириченко И. С., Лернер В. К., Сипаро К. А.**

Тенденции экспорта российского чугуна ..... 155

**Киябаева А. А., Саршаева А. Б.,  
Умирбекова А. С.**

Перспективы развития творожных продуктов  
геродиетического питания ..... 160

**Корогодоев Ю. Д., Трубицын А. С., Чабан А. И.,  
Данилов Д. В.**

Метод уменьшения аварийности и повышения  
надежности подшипников скольжения в тяжелых  
режимах работы при конструировании  
машин и оборудования с использованием  
антифрикционного литого композиционного  
материала ..... 163

**Корхов В. Г., Заикин И. С.**

Реализация алгоритма шифрования RSA на языке  
программирования LabView ..... 167

**Кропотов Ю. И., Жуков Е. М., Лугинин И. А.,  
Полошков С. И.**

Основные причины снижения срока эксплуатации  
ленточных конвейеров..... 172

**Латипов С. Т.**

Инновационные разработки в энергетической  
отрасли..... 175

**Лубенская С. Н.**

Сети NGN. Текущее состояние и перспективные  
пути оптимизации трафика в сетях доступа.... 177

**Мокроусов В. И.**

Коэффициент пружинения  
при упругопластическом изгибе листа для среды  
с линейным упрочнением ..... 180

**Морозов О. А., Киселев В. Ю., Буллер В. П.**

Методические указания по проведению  
экспертных обследований системы  
газоаналитической шахтной  
многофункциональной «Микон 1Р» ..... 188

**Морозов О. А.**

Предпосылки к модернизации машинно-  
тракторного парка сельскохозяйственных  
предприятий ..... 190

**Мукольянц А. А., Эргашева Д. К.,  
Сотникова И. В., Баротов А. А.**

Перспективы использования бурого угля  
Ангренского месторождения в качестве сырья  
для получения синтез-газа ..... 193

**Мырзагалы Н. С., Султанова Б. К.**

Характеристика существующего программного  
обеспечения системы банковских расчетов ... 196

**Офрим А. В., Черепанов К. В., Хижняков П. В.,  
Лукьянченко П. А.**

Особенности проведения экспертизы  
промышленной безопасности трубопроводной  
арматуры ..... 199

**Паршев С. Н., Серов И. М., Зубков А. В.,  
Коробов А. В.**

Влияние импульсного электромеханического  
упрочнения на износостойкость подвижных  
сопряжений ..... 200

**Поезжаева Е. В., Закиров Е. А., Малёв М. В.**

Кинематика избыточного манипулятора робота  
для тушения пожаров ..... 204  
Kinematics surplus robot arm to extinguish fires 204

**Поезжаева Е. В., Санников С. Р.**

Робот для диагностики строительных материалов  
зданий взрывоопасных объектов..... 206

<b>Пучкина П. С., Комендантова Е. А., Кваша Д. Ю., Бичко А. С., Ким А. О.</b> Особенности внедрения «умного» отопления в России ..... 209	<b>Уланов С. Г., Добрынин О. В., Русанов Д. Е., Петров Н. В., Бердников А. Г.</b> Результаты экспертизы промышленной безопасности здания газорегуляторного пункта ОАО «ПТПА» в Пензе ..... 242
<b>Рахматова М. У., Низомаддинов И. М.</b> Энергосберегающие технологии и способы энергосбережения ..... 212	<b>Уланов С. Г., Добрынин О. В., Русанов Д. Е., Петров Н. В., Бердников А. Г.</b> Результаты экспертизы промышленной безопасности здания газифицированной котельной на территории МБОУ СОШ № 3 в Никольске ..... 245
<b>Рахматова М. У., Низомаддинов И. М.</b> Энергосбережение в промышленности ..... 214	<b>Уланов С. Г., Добрынин О. В., Русанов Д. Е., Петров Н. В., Бердников А. Г.</b> Результаты экспертизы промышленной безопасности нежилого здания газифицированной котельной ООО «Мостодор» ..... 248
<b>Рустамова М. У., Низомаддинов И. М.</b> Изучение процесса ударного резания материалов для выбора оптимального инструмента ..... 215	<b>Уланов С. Г., Добрынин О. В., Русанов Д. Е., Петров Н. В., Бердников А. Г.</b> Результаты экспертизы промышленной безопасности здания газифицированной котельной ЗАО «Магазин «Строитель» ..... 250
<b>Рябова В. Ф., Латыпова С. Ш., Ходакова Е. Е., Миллер Д. Э.</b> Пищевая добавка из топинамбура для производства хлебобулочных изделий с лечебно-профилактическими свойствами ... 217	<b>Уринов А. А., Адизов А. А.</b> Материалы и реагенты для приготовления промывочных растворов в нефтехимической отрасли..... 254
<b>Сайфуллин А. А., Хамитова Р. Р., Виноградова Н. В., Гибадуллин Р. З., Федотова Н. Р.</b> Анализ мероприятий по охране труда при производстве комплектующих изделий вентиляционных систем ..... 219	<b>Халфун Л. М., Новиков И. Г.</b> Преимущества CALS-технологий и культуры проектного управления на машиностроительных предприятиях Российской Федерации на примере АО «МПО имени И. Румянцева»..... 256
<b>Самипур С. А.</b> Математическая модель для определения модуля упругости ячеистого заполнителя типа «гипар» при сжатии..... 221	<b>Чепкасова О. А., Селезнева А. А., Садилов А. И., Лосев Д. А.</b> Критерии работоспособности деталей и узлов оборудования..... 258
<b>Сапронов О. А., Токарев Д. А., Доронин С. Е., Бельшев В. Н.</b> Компрессоры винтовые холодильные: особенности проведения экспертизы промышленной безопасности ..... 224	<b>Чепкасова О. А., Селезнева А. А., Садилов А. И., Хмелев С. В.</b> Коррозия металлов..... 260
<b>Смагулова А. И.</b> The optimization of direct digital synthesis system ..... 228	<b>Чориева М. Р., Мухамадиева Р. А.</b> Theoretical aspects of fractionation biomass and receiving energies with a vibration machine .... 261
<b>Смирнов К. В.</b> Разработка электропривода автомобиля с гибридной установкой..... 230	<b>Чудинов В. А.</b> Разработка манипуляторов для исследовательского аппарата ..... 263
<b>Столярчук А. С., Романенко М. Д., Серов И. М., Зубков А. В., Коробов А. В.</b> Статистические закономерности статических и циклических повреждений конструкционных материалов на мезоструктурном уровне ..... 232	<b>Чудинов В. А.</b> Малогабаритный робот для транспортировки инструмента и материалов ..... 266
<b>Теньковская Т. С.</b> Виртуализация компьютера ..... 235	<b>Шинкин В. Н.</b> Гидроиспытания стальных труб на прочность на заводе. Труба с «донышками»..... 268
<b>Уланов С. Г., Добрынин О. В., Русанов Д. Е., Петров Н. В., Бердников А. Г.</b> Результаты экспертизы промышленной безопасности здания газифицированной котельной, расположенной в Пензе, ул. Ново-Тамбовская, 29 ..... 237	

---

<b>Шойимова С. П.</b> Управление мощностью в системах электроснабжения ..... 276	<b>Якубовский Р. Ю., Буланов И. А., Олипер И. А., Клепикова Н. А., Казаков А. А.</b> Мониторинг железобетонных конструкций на основе неразрушающих испытаний бетона 280
<b>Шойимова С. П.</b> Потери электроэнергии и способы борьбы с ними ..... 278	<b>Якубовский Р. Ю., Буланов И. А., Олипер И. А., Салахов Р. Г., Казаков А. А.</b> Методы обследования металлических, железобетонных и каменных конструкций..... 283

## ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

### Тенденции экспорта российского чугуна

Кириченко Илья Сергеевич, инженер-исследователь  
Национальный инновационный технологический университет (МИСИС)

Лернер Всеволод Казимирович, кандидат технических наук, руководитель Центра развития морского транспорта;

Сипаро Константин Алексеевич, научный сотрудник  
Проектно-изыскательский и научно-исследовательский институт морского транспорта «Союзморниипроект»

*Рассмотрено современное состояние и перспективы развития экспорта российского чугуна и проблемы транспортного обеспечения перевозок через морские порты. Даны предложения по совершенствованию логистики экспортных поставок.*

**Ключевые слова:** экспорт чугуна, тенденции, морские порты.

На фоне падения производства стали, которое за 8 месяцев 2015 года сократилось в России на 1,1% (до 47 млн. т) по сравнению с соответствующим периодом 2014 г., российский чугун показывает позитивный рост, продолжая тенденции прошлого года, когда общий объем его производства увеличился на 2,7%, а экспорт на 10,5% достигнув 4,35 млн т. Это максимальные значения за последнее время, хотя оно несколько меньше экспорта чугуна в благополучный докризисный период. (рис. 1).

Высокая концентрация промышленности в странах Западной Европы привела к увеличению энерговыделения

и суммарных выбросов вредных веществ в атмосферу в последнее десятилетие.

В странах ЕС растет и находит свое законодательное подкрепление понимание того, что в стесненных условиях Европы эффективный контроль за чистотой окружающей среды и природоохранными мероприятиями уже не является национальной прерогативой отдельной страны, а от его эффективности во всех европейских странах зависит экологическое благополучие континента в целом. Экологическая политика все более оказывает влияние на ход развития промышленности.

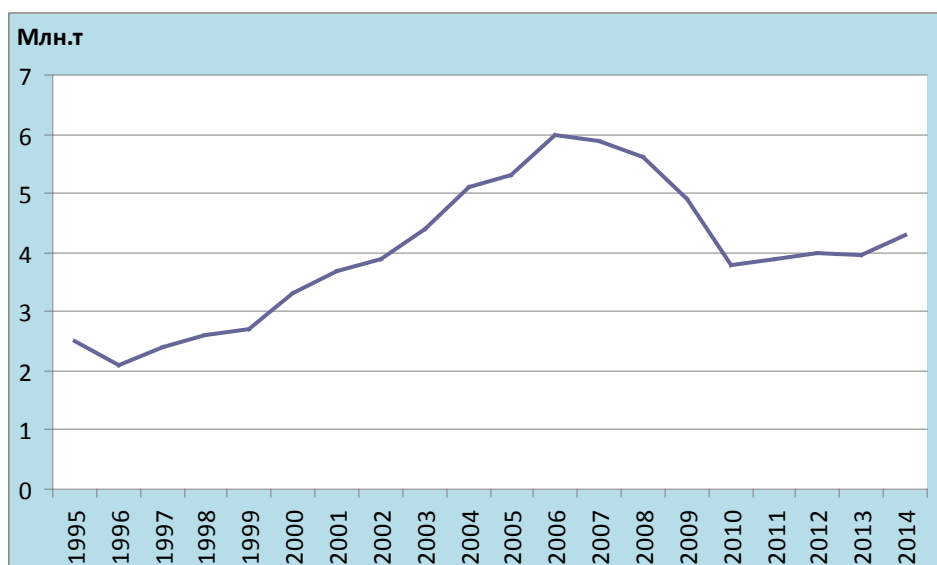


Рис. 1. Экспорт чугуна Россией (Источник: ФТС РФ)

С 1986 по 2000 гг. количество доменных печей в Западной Европе уменьшилось с 101 до 69, а полезный объем увеличился на 13% (с 1575 до 1780 м<sup>3</sup>). При этом выплавка передельного чугуна на одну печь увеличилась на 63,5%. За это время расход суммарного топлива уменьшился — с 497 кг/т до 483 кг/т (на 3%), при снижении расхода кокса на 27% (с 462 до 362 кг/т) на тонну передельного чугуна. То есть, из эксплуатации выводилось наиболее устаревшее оборудование [1].

В крупнейшей металлургии мира — КНР, сохраняется падение производства стали, составившее в первой половине 2015 года порядка 4%. Правительство этой страны, введя экспортные пошлины на чугун, искусственно сдерживает китайский экспорт чугуна на мировые рынки. В результате после 2007 года КНР вышла из числа основных мировых экспортеров.

Одно из ведущих мест в мире по развитию черной металлургии занимает Япония. Правительство Японии приняло постановление «О ближайших мерах по предотвращению парникового эффекта». В результате реализации программы энергосбережения удельное энергопотребление в черной металлургии Японии составляет  $4,6 \cdot 10^6$  ккал/т — один из самых низких показателей в мире, а производство чугуна в последнее десятилетие поддерживается на неизменном уровне в 81–83 млн. т/год.

В настоящее время в индустриальных странах более 100 доменных печей работают с вдуванием пылеугольного топлива (ПУТ), в том числе 28 из 30 печей в Японии и половина печей в США и Европе. Вдувание тонны ПУТ позволяет в 7–9 раз снизить вредные выбросы в атмосферу, по сравнению с эквивалентным количеством кокса, заменителем которого это топливо является.

В законодательстве индустриальных стран делаются попытки напрямую увязать сбор поступлений в экологические фонды стран в виде налогов и штрафов с реальных предприятий и реализовать принцип «загрязнитель платит», то есть экономически ограничивать объемы вредных производств.

Стремление снизить энерговыделение привело к тенденции использования жидкого чугуна собственного производства во всех технологических процессах плавки стали, включая электрометаллургию [2].

Конструкция современных электрометаллургических агрегатов позволяет использовать жидкий чугун при ведении плавки. Оптимальная доля жидкого чугуна в шихте зависит от марки стали и составляет 25–35%. В тоже время, как отмечается в зарубежных публикациях, жидкий чугун не в полной мере успевает набрать азот из окружающего воздуха и для производства качественных сталей применяют частично и передельный чугун в шихте.

Тенденция сокращения использования чугуна при выплавке стали за счет расширения применения более энергоэкономичного железосодержащего сырья — стального лома и железа прямого восстановления в последние годы сходит на нет из-за ухудшения качества лома [3, 4]. Во всем мире, и в России в частности, происходит увеличение доли легковесного лома, прежде всего, лома

транспорта, а также ухудшение качества лома ввиду его загрязнения включениями цветных металлов. В собираемом ломе растет доля оцинкованной жести, что также снижает его качество [5].

В России, значительная часть стали, еще советского производства, уже к настоящему времени собрана как лом. В 2005 году был достигнут максимальный объем экспорта лома в размере порядка 12 млн. т. В последние годы российские поставки лома на мировые рынки колеблются в пределах 4–4,5 млн. т в год [6, 7].

Доменный чугун, производимый из первичного природного сырья, отличается большей чистотой и однородностью. В нем отсутствуют примеси цветных металлов. Это предопределяет потребность мировой экономики в росте торговли чугуном для дальнейшего передела в качественные стали. Россия, имея собственное сырье в виде богатых залежей железной руды и металлургических углей, успешно конкурирует на мировом рынке занимая лидирующую позицию [1]. В виду экономического кризиса в последние 4 года объем мировой торговли товарным чугуном стабилизировался на уровне 12 млн. т. В 2014 году доля России достигла 32,2% (Рис. 2).

Это было обусловлено как увеличением общих объемов производства чугуна в Российской Федерации на 2,9%, до 51,4 млн т, так и определенным снижением спроса на чугун внутри России за счет ввода новых электрометаллургических мощностей, работающих преимущественно на стальном ломе.

Из-за экономического кризиса в 2014 году снизилось производство и экспорт чугуна Бразилии, занимающей вторую позицию на мировом рынке. В 2014 году эта страна экспортировала 2,58 млн т чугуна, что на 3,8% меньше соответствующего предыдущего периода. Экспорт Украины, занимающей третью позицию, упал из-за кризиса в экономике страны, падения добычи коксующихся углей в Донбассе и нарушения работы транспорта. Основные мировые импортеры чугуна приведены на Рис. 3.

В 2014 году и 1ой половине 2015 года России удалось успешно заполнить образовавшуюся нишу на мировом рынке. При этом роль чугуна в российском экспорте товаров черной металлургии неуклонно возрастает. В 1-ой половине 2015 года доля чугуна в общем объеме экспорта продукции черной металлургии страны впервые достигла 9,5%. Еще совсем недавно основу российского экспорта составлял плоский горячекатаный прокат [8]. В современных же кризисных условиях дешевый прокат из КНР активно вытесняет российские товары на мировых рынках. Поэтому все в большей мере конкурентной сферой отечественной черной металлургии является продукция первого передела — чугун, слябы, заготовка. География экспорта чугуна приведена в Табл. 1 и Рис. 4.

На долю восьми указанных в таблице стран-покупателей чугуна приходится более 94% российского экспорта чугуна. Порядка 95% чугуна уходит за рубеж через морские порты России, оставшиеся объемы — через железнодорожные погранпереходы [9].



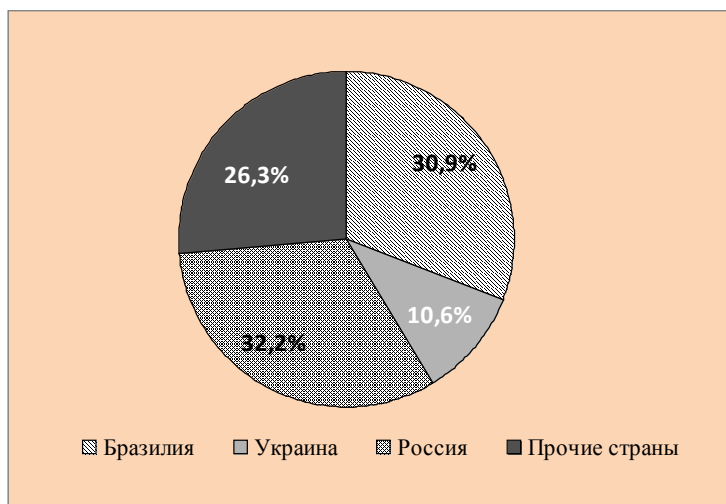


Рис. 2. Основные мировые экспортеры чугуна (2014 г.)

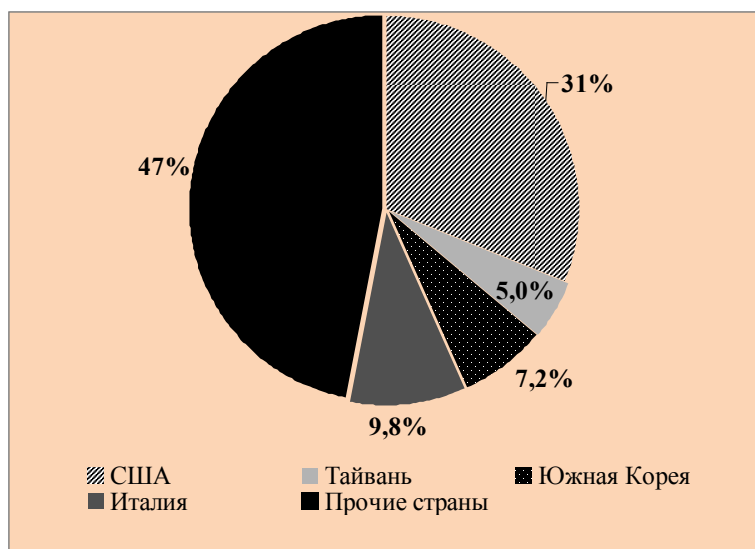


Рис. 3. Основные мировые импортеры чугуна (2014 г.)

Таблица 1. Экспорт российского чугуна по странам, тыс. тонн

Годы	2010	2011	2012	2013	2014
Всего, экспорт чугуна	3800	3875	4001	3945	4234
США	518	598	468	1148	1833
ИСПАНИЯ	181	129	75	936	967
ИТАЛИЯ	1340	1384	1388	783	411
ТАЙВАНЬ (КИТАЙ)	147	39	124	245	230
ТУРЦИЯ	545	816	767	239	200
МЕКСИКА	0	0	0	25	139
ПОЛЬША	122	190	128	128	116
ГЕРМАНИЯ	192	236	248	144	92
Прочие страны	756	483	804	297	244

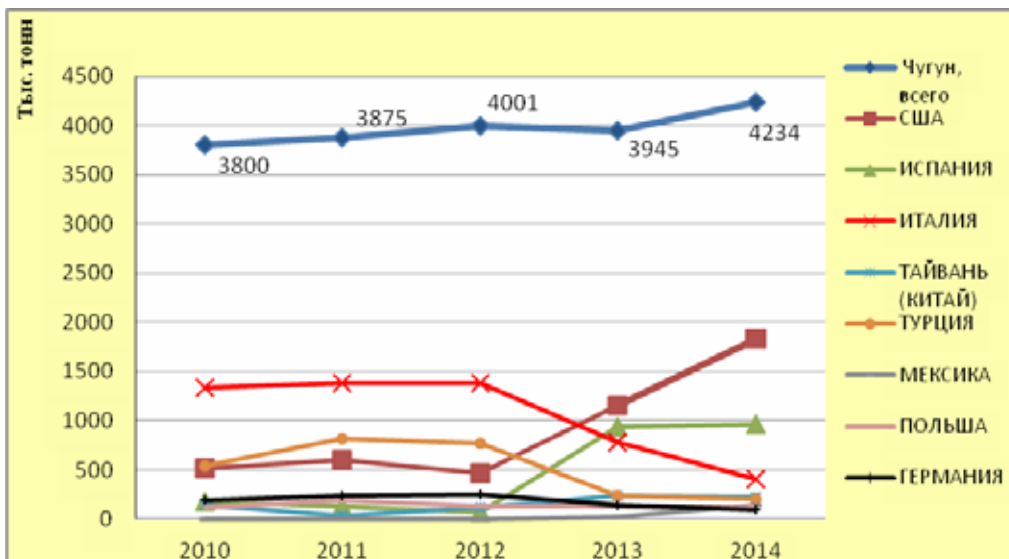


Рис. 4. География российского экспорта чугуна

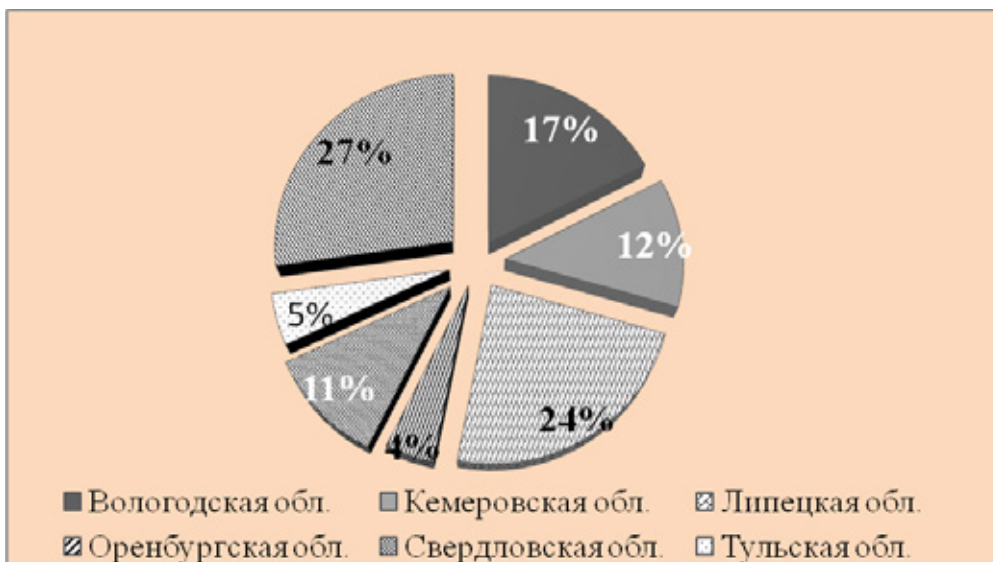


Рис. 5. Распределение производства чугуна по основным регионам-производителям РФ

Лидирующие позиции в российском экспорте занимает ПАО «Тулачермет». При доле в общем объеме производства чугуна России порядка 5% (Рис. 5), его доля в экспорте по итогам 2014 года составляет 53%. Основной объем экспорта предприятия приходится на США. Второй крупный металлургический комбинат «Уральская сталь» группы «Металлоинвест» сосредоточил свои поставки преимущественно на Италию и Испанию.

В европейской части страны чугун перегружается преимущественно через балтийские порты Балтики России — Санкт-Петербург (138 тыс. т-2013 г.), Усть-Луга (106 тыс. т-2013 г.) и стран Балтии — Ригу и Клайпеду, так как они в целом имеют более глубоководные причалы и территориально ближе к основным предприятиям — производителям [10, 11]. В страны АТР и в порты США на тихоо-

кеанском побережье чугун уходит через порты Дальнего Востока — Находкинский морской торговый порт (188 тыс. т —2013 г.), Находкинский рыбный порт (81 тыс. т-2013 г.), порт Владивосток (79 тыс. т-2013 г.).

На перспективу намечается дальнейшее развитие перевалки чугуна через порт Усть-Луга по мере развития его портовых перегрузочных мощностей и пропускной способности железнодорожных подходов к порту [12].

Логистика перевозок чугуна оказывает все большее влияние на конкурентоспособность российского экспорта в целом [13, 14]. В современных условиях экономического кризиса и относительно низких мировых цен на чугун, только морской экспорт с использованием флота крупнотоннажной группы дедевейтом не менее 50 тыс. тонн экономически целесообразен при дальних морских и транс-

кеанских перевозках. Это обусловлено тем, что с ростом размеров судов резко снижается себестоимость морской перевозки и, соответственно, ставки морского фрахта [15].

Более 95 % чугуна продается на условиях FOB, при которых переход собственности на груз и ответственности за его дальнейшую транспортировку происходит в морском порту страны-экспортера. Покупатель оплачивает при этом как морской фрахт, так и несет расходы по выгрузке в порту назначения [16]. При доставке товаров крупнотоннажным флотом все эти затраты значительно меньше.

В тоже время накопление больших судовых партий в российских морских портах представляет определенные трудности и требует слаженной работы и должной координации между портом, железнодорожным транспортом и предприятием-экспортером, формирования логистической транспортно-технологической системы [17, 18]. Наи-

более экономична доставка чугуна до порта железнодорожными потребительскими маршрутами [19, 20]. Способность портов одновременно принимать крупные партии экспортных грузов, поступающие преимущественно железной дорогой, в современных условиях становится одним из важнейших факторов их конкурентоспособности на морских бассейнах [21]. Ввиду этого возрастает роль логистики перевозок, информационного взаимодействия между всеми участвующими сторонами и создаваемых припортовых логистических центров, координирующих перевозки и технологические процессы перегрузки, подачи и уборки вагонов, а также оказывающие прочие услуги, связанные с прохождением экспортных грузов через порты [22, 23].

В целом складывающиеся условия на мировом рынке чугуна благоприятны для дальнейшего наращивания российского экспорта.

#### Литература:

1. Кириченко, В.Н., Кириченко С.А. Российский экспорт чугуна и экологические проблемы индустриальных стран // Национальная металлургия. 2003. № 1. с. 41–45.
2. Семин, А.Е., Шевцов Н.А. Использование жидкого чугуна при производстве электростали // Электрометаллургия. 2009. № 1. с. 2–8.
3. Кириченко, И.С. Экспорт лома черных металлов в 2012 году // Вторичные металлы. 2013. № 2. с. 37.
4. Супрун, В.Н., Семин А.Е. Плавление лома и предъявляемые к нему требования // Рынок вторичных металлов. 2007. № 2. с. 24.
5. Кириченко, И.С., Бабаян П.Д. Тенденции экспорта лома черных металлов из РФ // Вторичные металлы. 2015. № 5–6. с. 50–51.
6. Кириченко, А.С., Бабаян П.Д. Экспорт лома черных металлов стран Таможенного Союза в 2014 г. // Вторичные металлы. 2015. № 3. с. 43–46.
7. Кириченко, И.С. Экспорт лома в I полугодии // Вторичные металлы. 2012. № 5. с. 38.
8. Кириченко, С.А. Тенденции экспорта металлопроката. // Национальная металлургия. 2002. № 6. с. 29–34.
9. Лернер, В.К., Сипаро К.А. Прогнозирование российских грузопотоков в направлении морских портов // Бюллетень транспортной информации. 2014. № 1. с. 0011–0016.
10. Кириченко, С.А. Экспорт металлов, проблемы и перспективы транспортного обеспечения // Национальная металлургия. 2002. № 2. с. 53–57.
11. Лернер, В.К. Морской транспорт в Федеральной целевой программе «Мировой океан» // Морской флот. 2000. № 3. с. 11.
12. Лернер, В.К. Будущее морских портов России // Морские порты России. 2010. № 7. с. 20.
13. Резер, С.М. Развитие транспортно-логистического пространства России // Транспорт: наука, техника, управление. 2013. № 11. с. 3–5.
14. Кириченко, А.С., Сипаро К.А., Букин А.В. Экспорт черного лома и проблемы обеспечения морских перевозок // Вторичные металлы. 2014. № 5. с. 20.
15. Гагарский, Э.А., Кириченко С.А. Развитие координации видов транспорта в современных условиях // Бюллетень транспортной информации. 2002. № 5.
16. Гагарский, Э., Тонких А., Кириченко С. Правовое регулирование перевозок грузов // Морской флот. 2007. № 5. с. 33–36.
17. Гагарский, Э.А. Прогрессивные транспортно-технологические системы: трудности роста // Морской флот. 2009. № 3. с. 3.
18. Гагарский, Э.А., Кириченко С.А., Полянцев Ю.Д., Дугин Г.С. Укрупненные грузовые единицы в транспортно-технологических системах — главный фактор энергоэффективного развития транспорта // Транспорт: наука, техника, управление. 2015. № 1. с. 68–70.
19. Лахметкина, Н.Ю. Взаимодействие железнодорожного и морского транспорта в условиях глобализации // Соискатель — приложение к журналу Мир транспорта. 2010. Т. 08. № 2. с. 8–11.
20. Дугин, Г.С. Организация эффективного взаимодействия железных дорог и морских портов // Вестник транспорта. 2008. № 8. с. 16–18.

21. Чимшир, В. И., Чимшир А. В. Основные аспекты формирования организационно-экономического механизма обеспечения конкурентоспособности морского порта // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. 2014. Т. 2. № 3 (68). с. 21–25.
22. Заев, С. Н., Полянцев Ю. Д., Филатова Т. В. Транспортные логистические центры — мода или требование времени? // Бюллетень транспортной информации. 2008. № 7. с. 19–23.
23. Гагарский, Э. А., Кириченко С. А., Полянцев Ю. Д., Дугин Г. С. Транспортно-технологические системы на основе укрупненных грузовых единиц — главный фактор энергоэффективного инновационного развития транспорта // Интегрированная логистика. 2013. № 6. с. 33–37.

## Перспективы развития творожных продуктов геродиетического питания

Киябаева Асель Аскарровна, магистр, ассистент;  
Саршаева Алия Батырбековна, магистр, ассистент  
Умирбекова Асель Сагындыковна, магистр, преподаватель  
Таразский государственный университет имени М. Х. Дулати (Казахстан)

**Ключевые слова:** геродиета, геродиетическое питание, растительное сырье, животное сырье.

Питание является важной составной частью здорового образа жизни и во многом определяет состояние здоровья человека.

Демографическая ситуация в последние десятилетия характеризуется увеличением числа лиц пожилого и старческого возраста, т. е. постарением населения.

Долголетие в развитом обществе считается нормой, причем сложилась устойчивая тенденция к увеличению продолжительности жизни. В Послании к народу Президент подчеркнул, что утверждение здорового образа жизни позволит увеличить продолжительность жизни до 80 лет и выше. Одним из принципов здорового образа жизни является правильное питание.

В пожилом и преклонном возрасте возникает ряд функциональных и морфологических изменений во всех системах организма. Замедляются процессы обмена веществ, снижается приспособляемость организма, его сопротивляемость и способность к регенерации. Функциональные нарушения, структурные и метаболические изменения, развивающиеся в организме пожилого человека, требуют от него более внимательного отношения к питанию.

Качественное содержание в рационе пищевых веществ и их оптимальная сбалансированность — основные показатели рационального питания. Потребность людей старших возрастов в основных пищевых веществах определяется возрастными особенностями обмена веществ и характером образа жизни в этом возрасте. Для того чтобы обеспечить организм достаточным количеством незаменимых и заменимых аминокислот, в состав рациона должны входить как полноценные — животные, так и менее полноценные — растительные белки. Наиболее благоприятно соотношение животного и растительного белка в рационе составляет 1:1.

Потребность в растительных маслах у пожилых людей увеличивается. Растительные масла состоят преимуще-

ственно из полиненасыщенных жирных кислот (линолевой и линоленовой), которые необходимы для нормализации липохолестеринового обмена, нередко нарушенного у людей пожилого и старшего возраста [1].

В рационе питания людей старших возрастов соотношение белков, жиров и углеводов следует изменить в направлении снижения доли жиров и углеводов — 1:0,8:3,0–3,5. Общая энергетическая ценность суточного рациона для этой группы населения должна составлять 2400–2800 ккал [2].

Нерациональное питание и низкая физическая активность являются одними из основных факторов развития различных заболеваний. На данное время по подсчетам статистики число пожилых людей в Казахстане составило 1255837 человек, т. е. старше 64 лет (мужчины: 429941/женщины: 825895).

По прогнозам ООН, эта возрастная группа будет все время увеличиваться и к 2025 г. превысит 1 млрд. С одной стороны, данный факт можно расценить как положительный результат развития человеческого общества, поскольку рост доли лиц пенсионного возраста в общей численности населения является характерным демографическим показателем экономически развитых стран. Но есть и другая сторона: разрыв между ростом общей численности населения и численностью пожилых людей постоянно увеличивается. В развитых странах постарение населения в основном связано с увеличением продолжительности жизни, которая достигла 80 лет и более (хотя, по старым прогнозам, к 2000 г. средняя продолжительность жизни должна была составить 92 года). В странах Евросоюза ожидаемая продолжительность жизни мужчин при рождении равна 74–77 лет, женщин — 80–82 года [3].

В условиях постарения населения приоритетной задачей геронтологии является увеличение периода активного долголетия и повышение качества жизни пожилых людей.

Задачей, которая может быть уже решена в ближайшие годы, является достижение человеком пределов его биологического возраста, т.е. 90–100 лет. И если многие еще не достигают верхнего возрастного предела жизни, то одна из главных причин этого кроется в преждевременном старении, обусловленном нарушением оптимального образа жизни и в значительной степени — особенностями нашего питания.

Среди факторов влияющих на продление жизни человека существенное место принадлежит питанию — самому простому и доступному методу воздействия на продолжительность жизни пожилого человека.

Питание за всю историю существования человека всегда было наиболее сильным и устойчивым фактором среды, оказывающим постоянное влияние на состояние его здоровья. По словам известного геронтолога, академика Чеботарева Д.Ф., «питание — практически единственное средство, пролонгирующее видовую продолжительность жизни на 25–40%».

Основоположниками научного направления по созданию сбалансированных продуктов геродиетического назначения являются Антипова Л.В., Богатырев А.Н., Григоров Ю.Г., Козловская С.Г., Зайцев А.Н., Касьянов Г.И., Самсонова М.А., Чеботарев Д.Ф., Нечаев А.П., Липатов Н.Н., Юдина С.Б., Овчарова Г.П., Покровский А.А., Росляков Ю.Ф., Самсонов М.А., Скурихин К.М., Спиричев В.Б., Тимошенко К.В., Уголев А.М., Устинова А.В., Харитонов В.Д., Шаззо Р.И., Запорожский А.А.

По оценке экспертов, здоровье нации лишь на 8–12% зависит от системы здравоохранения, в то время как доля влияния на здоровье социально-экономических условий и образа жизни составляет 52–55%, при этом одной из основных составляющих здесь является фактор питания [3].

Основные заболевания человека, приводящие к смерти, — атеросклероз, ишемическая болезнь сердца и мозга, гипертоническая болезнь, рак, диабет — это болезни второй половины жизни. Так же старение характеризуется нарастающим снижением надежности регуляции функционирования систем организма, снижением диапазона приспособления к различным нагрузкам, которые неизбежно и постепенно возникают в течение жизни. Это значит, что средства, обладающие способностью замедлять темп старения организма, могут стать наиболее радикальным методом профилактики основных заболеваний человека, связанных с возрастом, позволяя отодвинуть сроки их наступления.

Известно, что питание может быть как фактором адаптивным, позволяющим сохранить здоровье человека в преклонном возрасте, так и дизадаптивным, усиливающим негативное влияние на здоровье.

В последнее десятилетие окончательно сформировались целые научные отрасли — геронтология (наука о старости), гериатрия (наука, изучающая особенности заболеваний в пожилом и преклонном возрасте) и геродиетика (наука, изучающая особенности питания старших возрастных групп).

Геронтология — это раздел медико-биологической науки, изучающей явления старения организма.

Исследования, проводимые учеными многих стран мира, в том числе и России, убедительно показали, что с пищей в организм должно поступать более 600 различных веществ (нутриентов), полностью обеспечивая человека не только энергией, основными пищевыми веществами, макро- и микронутриентами, но и рядом непищевых компонентов в настоящее время изучено недостаточно.

Основными принципами создания геродиетических продуктов является:

- Сбалансированность всех или отдельных компонентов готового продукта;
- Содержание биологически активных веществ;
- Гигиеническая безопасность продукта;
- Высокие потребительские свойства;
- Отсутствие у продукта нехарактерных органолептических показателей.

По данным отечественных и зарубежных исследований при помощи правильно организованного питания можно снизить количество заболеваний (диабет — на 30%, артрит — на 50%, болезни сердца — на 25%, органов зрения — на 20% и т.д.) и значительно сократить риск преждевременного старения. По этой причине необходимо создание индустрии специализированной пищевой продукции со специально декларируемыми свойствами [3].

Научные представления о путях создания новых продуктов геродиетического назначения можно разделить по следующим направлениям.

Первое — создание полностью сбалансированных продуктов, наиболее полно отвечающих потребностям организма людей пожилого и преклонного возраста.

Второе — продукты, предназначенные для коррекции питания. Это направление подразумевает создание продуктов, обогащенных одним или несколькими нутриентами.

Третье — пищевые модули (премиксы), позволяющие корректировать как одноразовый прием пищи, так и дневной рацион в целом. Эта группа добавок, помимо обогащения рациона, позволяет целенаправленно управлять синергетическими свойствами отдельных компонентов продукта.

Четвертое — создание продуктов, обогащенных биологически активными компонентами, способными усилить или придать продукту определенные свойства. Такие продукты получили широкое распространение в экономически развитых странах.

Пятое — продукты, способствующие профилактике и лечению гериатрических болезней. Актуальность создания таких продуктов исходит; из того, что гериатрия, изучая особенности лечения заболеваний в пожилом и преклонном возрасте, уделяет особое внимание специализированному питанию [2].

Доказана необходимость обогащения продуктов питания не только витаминами, но и другими недостающими микронутриентами: минеральными веществами, пищевыми волокнами, полиненасыщенными жирными кисло-

тами, фосфолипидами, а также биологически активными добавками природного происхождения, повышающими резистентные свойства организма [3].

Поэтому, приоритетным направлением является совершенствование существующих и разработка новых технологий обогащенных продуктов для питания людей пожилого и преклонного возраста, в том числе обогащение макро- и микронутриентами [4].

Отечественная пищевая промышленность практически не производит специальных продуктов питания, предназначенных для людей пожилого и преклонного возраста. Современные технологии производства пищевых продуктов не учитывают специфики питания людей старших возрастных групп. Прежде всего, это связано с недостаточными представлениями об изменениях в характере метаболизма организма человека в период его старения.

Традиционные продукты питания даже при условии их соответствия нормам потребления не обеспечивают организм человека всеми необходимыми нутриентами для полноценной жизнедеятельности.

Современная тенденция совершенствования продуктов питания ориентирована на создание сбалансированных по пищевой и биологической ценности продуктов, обогащенных функциональными ингредиентами. Особенно перспективным является направление по целевому комбинированию молочного и растительного сырья. В продуктах со сложным сырьевым составом молочное и растительное сырье используется в различных сочетаниях, что позволяет формировать в этих продуктах требуемые функциональные свойства, учитывать привычки и традиции в культуре питания населения разных регионов [3].

Растительное сырье — это богатый источник функциональных ингредиентов, в первую очередь, витаминов и минеральных веществ, оно содержит аскорбиновую кислоту, Р-активные вещества, органические кислоты и пектиновые вещества.

Естественные нутриенты, содержащиеся в растительном сырье, позволяют использовать его для создания продуктов профилактической и оздоровительной направленности. На сегодняшний день в пищевой промышленности стоит вопрос создания продуктов, обладающих лечебно-профилактическим эффектом. Этот вопрос можно решить, если разрабатывать технологии комбинированных продуктов питания с использованием растительного сырья. В связи с этим производство новых видов продуктов питания с повышенным содержанием биологически ценных веществ, обусловленным подбором растительного сырья, является актуальным.

На сегодняшний день проводятся исследования в целях создания молочных и мясных продуктов, которые будут способны обеспечить население полноценными, доступными и безопасными продуктами питания. Для их разработки используется вторичное сырье, поскольку в него попадает значительное количество веществ, которые с точки зрения биологических потребностей организма человека, имеют важное физиологическое значение [5].

На сегодняшний день о пользе просо известно многое. Талкан полностью сохраняет все её характеристики. Он содержит важные витамины и микроэлементы, которые участвуют в обменных процессах. Главным свойством талкана является улучшение работы желудочно-кишечного тракта. Он устраняет сбои в работе кишечника, вздутие живота и проблему запоров. Кроме того, продукт вытягивает из организма все токсичные вещества, тем самым происходит очищение всех органов. Талкан рекомендуют диетологи, как полноценный диетический продукт. Он выводит организм из состояния интоксикации, за счёт фильтрующих свойств. Регулярное употребление предотвратит выпадение волос, улучшит состояние кожи и ногтей. Талкан богат клетчаткой, которая улучшает состояние желудка. Продукт называют современным питанием, в этом есть доля правды, ведь его можно использовать как самостоятельный компонент или в качестве добавки к разным блюдам и даже десертам. Исследования талкана выяснили, что переработанная просо лучше усваивается в организме. Витамины, макро и микроэлементы всасываются почти полностью в такой форме [6].

Рассмотренные выше особенности питания лиц пожилого возраста необходимо учитывать при разработке специализированных продуктов питания для данной группы населения.

Изменения, происходящие в организме человека при старении, обязывают изменять питание. Но, к сожалению, при нынешнем ритме жизни человек ни всегда в состоянии правильно питаться, чаще это питание на бегу, продукты с повышенным содержанием жира, холестерина и различных синтетических добавок которые губительно влияют на слабый пожилой организм. Поэтому перед учеными стоит серьезная задача, создания продуктов геродиетического назначения. Продукты специального назначения должны, не только удовлетворять потребности организма, но и также служить профилактикой различных болезней, в том числе самых опасных сердечно-сосудистых и раковых заболеваний. Еще одним очень важным критерием создания продуктов для питания людей пожилого возраста является такие свойства как легкая перевариваемость и усвояемость. Эти требования обусловлены снижением с возрастом активностью пищеварительных ферментов. Очень важен привлекательный внешний вид и запах пищевых продуктов, так как пожилые люди часто страдают пониженным аппетитом [5].

Создание новых продуктов подразумевает комплексный подход к использованию имеющихся белковых ресурсов с обеспечением увеличения объемов вырабатываемых пищевых продуктов, повышения их качества и экономической эффективности производства. Правильное питание в пожилом возрасте будет способствовать замедлению темпов старения и активному долголетию.

В настоящее время ассортимент продуктов геродиетического профиля ограничен, причем основная доля приходится на молочные продукты и хлебобулочные изделия.

Литература:

1. Касьянов, Г.И., Запорожский А.А., Юдина С.Б. Технология продуктов питания для людей пожилого и преклонного возраста. — М.: MapT, 2001. — 192 с.
2. Петров, А.Н., Григоров Ю.Г., Козловская С.Г., Ганина В.И. Геродиетические продукты функционального питания/А.Н. Петров, Ю.Г. Григоров, С.Г. Козловская, В.И. Ганина. — М.: Колос-Пресс, 2001. — 96 с.
3. Кофтун, Т.В. Перспективы создания продуктов геродиетического назначения//Научный журнал КубГАУ. — Краснодар, 2011.1—9 с.
4. Коркушко, О.В., Хавинсон В.Х., Бутенко Г.М., Шатило В.Б. Пептидные препараты тимуса и эпифиза в профилактике ускоренного старения. — СПб.:Наука, 2002. —202 с.
5. Кацерикова, Н.В. Технология продуктов функционального питания. Кемеровский технологический институт пищевой промышленности. Кемерово, 2004. 146 с.
6. Гаязова, А.О. Использование вторичного и растительного сырья в продуктах функционального назначения./Прохасько Л.С. Попова М.А., Лукиных С.В., Асенова Б.К./Техника и технология пищевых производств. Кемерово, 2013. 48—53 с.

## **Метод уменьшения аварийности и повышения надежности подшипников скольжения в тяжелых режимах работы при конструировании машин и оборудования с использованием антифрикционного литого композиционного материала**

Корогодов Юрий Дмитриевич, кандидат технических наук, профессор;  
Трубицын Александр Сергеевич, эксперт по промышленной безопасности;  
Чабан Андрей Иванович, эксперт по промышленной безопасности;  
Данилов Дмитрий Владимирович, эксперт по промышленной безопасности

*Задача по уменьшению риска аварийности на производстве приводит к конструированию высоконадежного металлургического и другого оборудования. Эксплуатация машин и оборудования является безопасной, если они сконструированы с учетом требований надежности и условий их работы таким образом, что использование деталей и узлов механизмов в них на установленных параметрах соответствует условиям соблюдения промышленной безопасности и технологическим регламентам.*

*В лабораториях Владимирского Государственного университета разработан композиционный сплав Al-Si-SiC. С содержанием частиц карбида кремния до 5% масс. Сплав изготавливается путем замешивания частиц SiC размером от 3 до 30 мкм в жидкий алюминиевый сплав на специальной установке и затем разливается жидкой штамповкой. Сплав обладает высокими антифрикционными свойствами: низким коэффициентом трения  $f = 0,005-0,01$  и способностью выдерживать удельные нагрузки до 180–200 кгс/см<sup>2</sup>.*

**Ключевые слова:** *уменьшение риска аварийности, опасные производственные объекты, Владимирский Государственный университет, композиционный сплав, жидкий алюминиевый сплав, антифрикционные свойства.*

## **Method of reduce accidents and improve the reliability of bearings in heavy applications in the design of machines and equipment with anti-friction cast composite material**

Korogod Y. D., Trubitsyn A. S., Chaban A. I., Danilov D. V. (Vladimir)

*The task of reducing the risk of accidents at work leads to the design of highly reliable metallurgical and other equipment. Operating machinery and equipment is safe providing they are designed to meet the requirements of reliability and their operational conditions, so that the use of parts and assemblies with specified parameters complies with terms of industrial safety and technological regulations.*

*In the laboratories of Vladimir State University, a composite alloy AL-Si-SiC, with the content of silicon carbide to 5% by weight, is developed. The alloy is produced by masticating SiC particles, ranging in size from 3 to 30 microns, in a liquid aluminium alloy in a special unit and then poured by liquid forging. The alloy has high anti-friction properties: a low coefficient of friction  $f = 0,005-0,01$ , and the ability to withstand specific loads up to 180–200 kg/cm<sup>2</sup>.*

**Key words:** *reducing the risk of accidents, hazardous production facility, Vladimir State University, composite alloy, liquid aluminium alloy, anti-friction properties.*

Промышленная безопасность на производстве зависит от комплекса мер, предотвращающих или снижающих аварийность на опасных производственных объектах (ОПО). При проведении диагностирования технических устройств для обеспечения промышленной безопасности на металлургических опасных производственных объектах выявляются проблемы, связанные с эксплуатацией оборудования, имеющего вращающиеся или скользящие узлы, используемые в тяжелых режимах работы.

Часто влияние отказов в работоспособности узлов и механизмов, работающих в горячих и сильно запыленных условиях металлургических помещений, цехов и участков приводит к остановке или выходу из строя какого-либо агрегата. Это влияет на работу всего производства в целом.

Соответственно это влияет на затраты обслуживания производства и себестоимость конечной продукции.

Задача по уменьшению риска аварийности на производстве приводит к конструированию высоконадежного металлургического и другого оборудования.

Эксплуатация машин и оборудования является безопасной, если они сконструированы с учетом требований надежности и условий их работы таким образом, что использование деталей и узлов механизмов в них на установленных параметрах соответствует условиям соблюдения промышленной безопасности и технологическим регламентам.

Таким образом, перед конструкторами оборудования и ремонтными службами ставится задача уменьшения или, желательно, максимального исключения возможных отказов оборудования и уменьшения риска аварийности.

Для этих целей одним из вариантов повышения надежности деталей машин является увеличения срока службы подшипников скольжения.

В лабораториях Владимирского государственного университета авторами разработаны и исследуются композиционные сплавы AL-Si-SiC. Содержание частиц SiC до 5% массы. Эти сплавы изготавливаются путем введения частиц SiC размером 3–30 мкм в жидкие алюминиевые сплавы типа силумин на специальной установке и затем подвергаются литью с кристаллизацией под давлением.

Сплавы обладают низкой плотностью — 2700 кг/м<sup>3</sup> и высокими триботехническими свойствами при работе под высокой удельной нагрузкой.

В настоящей работе испытания проводились на колодках, имеющих номинальную площадь контакта с роликом 1 см<sup>2</sup>. Смазочные жидкости: масло индустриальное И-20А без присадок, моторное М6з/12Г, дизельное то-

пливо или вода подавались на поверхность ролика периодически, 1 капля через 5 минут (для дизельного топлива и воды больше одной капли). Но ни ролик, ни, тем более, колодка, не были погружены в жидкость большого объема. Поэтому жидкости не выполняли охлаждающую функцию. Следовательно, температуры, измеряемые в процессе испытаний, характеризуют интенсивность выделения тепловой энергии в зоне трения в данный момент, т. е. коррелируют с силой трения. В большинстве опытов температуру 95°C считали предельной, т. к. при более высоких значениях резко меняются свойства смазывающих жидкостей, и вероятность возникновения схватывания увеличивается.

Для сравнения испытывали бронзу и баббит. Колодки из бронзы БрА9Ж4Л вытачивали из отливок. Баббит Б83 выплавляли из чистых свежих материалов, залили в металлическую форму, для изготовления колодок полоски баббита толщиной 2 мм приклеивали к алюминиевым поверхностям.

Композиционные сплавы изготавливали по специальной технологии замешивания частиц в жидкий расплав. Колодки вырезали из композиционных заготовок, изготовленных способом литья с кристаллизацией под давлением 1500 кгс/см<sup>2</sup> без переплава. Учитывая то, что сплав «силумин» АК12 изнашивается более интенсивно в сравнении с другими сплавами в качестве матрицы композиционного материала, опробовали сплав АК12М2МгН11–13% Si 1,5–3,0% Cu, 0,3–0,6% Mg и 0,8–1,3% Ni.

Результаты испытаний бронзы (рис. 1) свидетельствуют, что при давлениях до 60 кгс/см<sup>2</sup> коэффициенты трения не превышают 0,05 в масле И-20А. Баббит Б83 (рис. 2) показал более узкий диапазон нагрузок при таком же коэффициенте трения. При введении на поверхность трения дизельного топлива или воды и бронза, и баббит дали почти одинаковые результаты.

Композиционный сплав АК12 + 1,5% SiC (3 мкм) при работе со смазкой И-20А (рис. 3) показывает высокий результат по нагрузкам до 190 кг (давление 190 кгс/см<sup>2</sup>) и по коэффициентам трения (минимальные коэффициенты 0,004) при частоте вращения 500 об/мин (для ролика  $\square 50$  окружная скорость 1,31 м/с).

Касаясь обсуждения причин такого высокого результата, можно предположить, что композит работает в режиме не граничного, а жидкостного трения, несмотря на малую скорость и отсутствие сплошного кольцевого зазора, которое в системах вал-втулка приводит к явлению масляного клина. Возможно, на трущейся поверхности при приработке подшипника из композиционного мате-



риала формируется шероховатость, приводящая к созданию множества микроподшипников, которые создают микроклинья из смазки, воспринимающие нормальное давление и создающие прослойку не выдавливаемой жидкости.

Подобные микроподшипники обсуждаются в теории работы торцовых уплотнений [1]. Переход трущейся пары

из граничного режима в полужидкостной или жидкостной при приработке композита требует смещения минимума графика Герси-Штрибека [2] в область более низких скоростей, т. е. справа налево. Объяснить появление высоких свойств композитов при их приработке за счет увеличения фактической площади контакта не представляется возможным, т. к. сила трения от площади не зависит, следо-

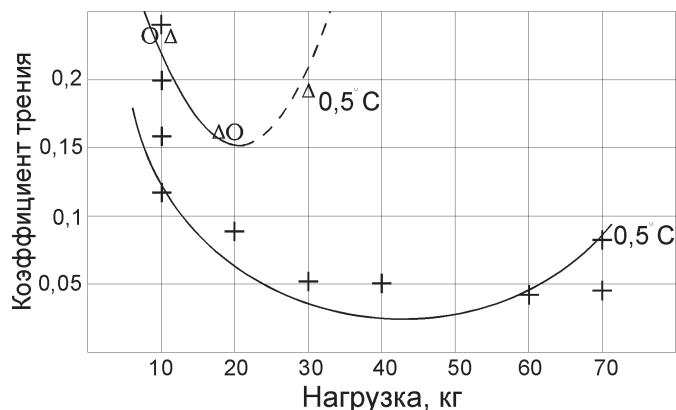


Рис. 1. Зависимость коэффициента трения от нагрузки для бронзы БрА9Ж4Л: + — масло И-20, o — дизельное топливо, Δ — вода

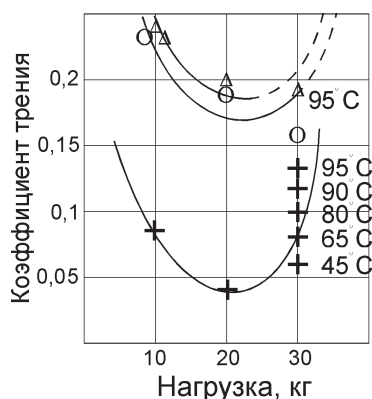


Рис. 2. Зависимость коэффициента трения от нагрузки для баббита Б83: + — масло И-20, o — дизельное топливо, Δ — вода

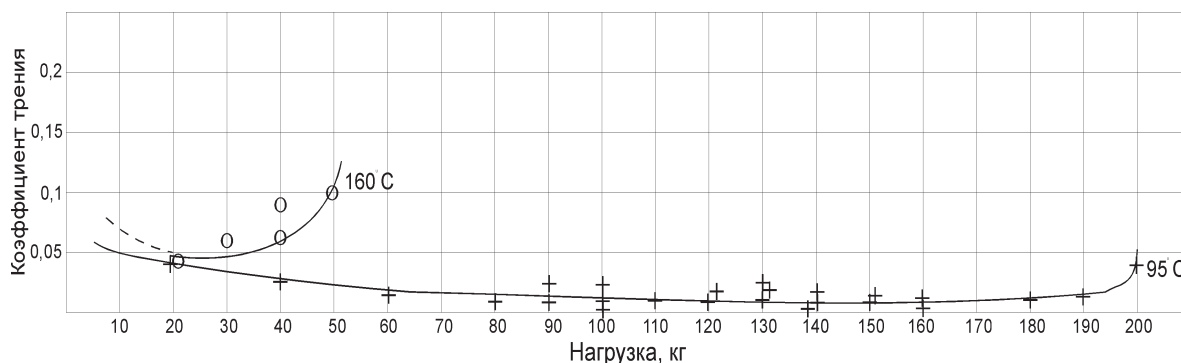


Рис. 3. Зависимость коэффициента трения от нагрузки для композиционного сплава АК12 + 1,5% SiC (3 мкм) при трении по закаленному ролику, HRC 45: + — масло И-20, o — дизельное топливо

вательно, при увеличении нагрузки она должна возрастать. При испытаниях композиционных сплавов (рис. 3, 5) замечено, что коэффициент трения при приработке продолжает уменьшаться до существенно больших нагрузок.

Испытание композиционного сплава при смазке дизельным топливом, в сравнении с аналогичными условиями трения бронзы и баббита дали неплохой результат. А испытания на воде показали, что композиционный сплав данного состава абсолютно неработоспособен. Даже при малейших нагрузках 1–2 кг на колодку возникают вибрации, свист и скачкообразное возрастание момента трения и температуры.

Попытка испытать работу сплава АК12 + 1,5% SiC (3 мкм) в контакте с незакаленной сталью (сталь 30) HRC20 (рис. 4) дала отрицательный результат. Композит не прирабатывается, максимальные нагрузки не превышают 20 кг (кратковременно) при увеличении нагрузок от 10 до 20 кг сильно повышается температура как на промышленном, так и моторном масле. Ролик после испытаний нацарапан.

Композиционный сплав на базе АК12М2МгН + 2,5% SiC (3 мкм) при трении по ролику с твердостью HRC 20 (рис. 5) дал результаты сопоставимые со свойствами бронзы (рис. 1). В этом случае моторное масло в срав-

нении с промышленным маслом улучшает работу пары трения.

**Выводы**

1. Антифрикционные литые композиционные сплавы на базе силуминов АК12 и АК12М2МгН с введением в их состав частиц карбида кремния SiC можно рекомендовать взамен бронз и баббитов при работе подшипников скольжения по закаленной стальной поверхности в масле или дизельном топливе. Особые преимущества эти материалы имеют для тяжело нагруженных подшипников скольжения.

2. Сплав имеет низкую плотность 2,7 г/см<sup>3</sup>, коэффициент трения 0,004–0,01 и выдерживает удельные нагрузки 180–190 кг/см<sup>2</sup>, что значительно выше нагрузок, приемлемых для других известных подшипниковых сплавов.

3. Использование антифрикционных литых композиционных сплавов на базе силуминов АК12 и АК12М2МгН при изготовлении тяжело нагруженных подшипников скольжения может снизить аварийность и выход из строя детали машин и оборудования в металлургическом производстве.

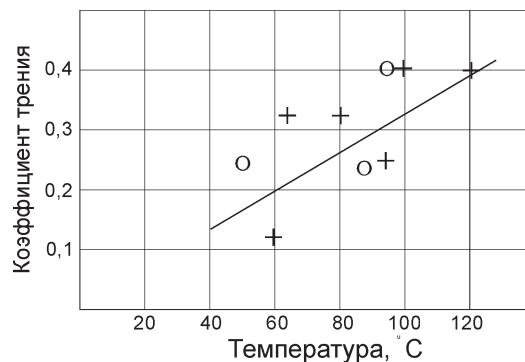


Рис. 4. Зависимость коэффициента трения от температуры для композиционного сплава АК12+1,5% SiC (3 мкм) при трении по ролику, имеющему твердость HRC 20 (нагрузка не превышает 20 кг): + — масло И-20, o — масло моторное

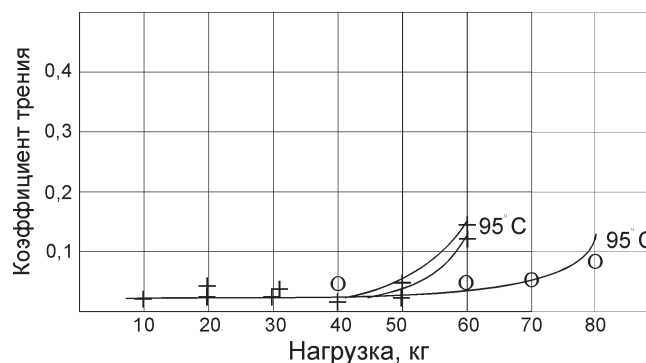


Рис. 5. Зависимость коэффициента трения от нагрузки для сплава АК12М2МгН + 2,5% SiC (3 мкм) при трении по ролику, имеющему твердость HRC 20: + — масло И-20, o — масло моторное

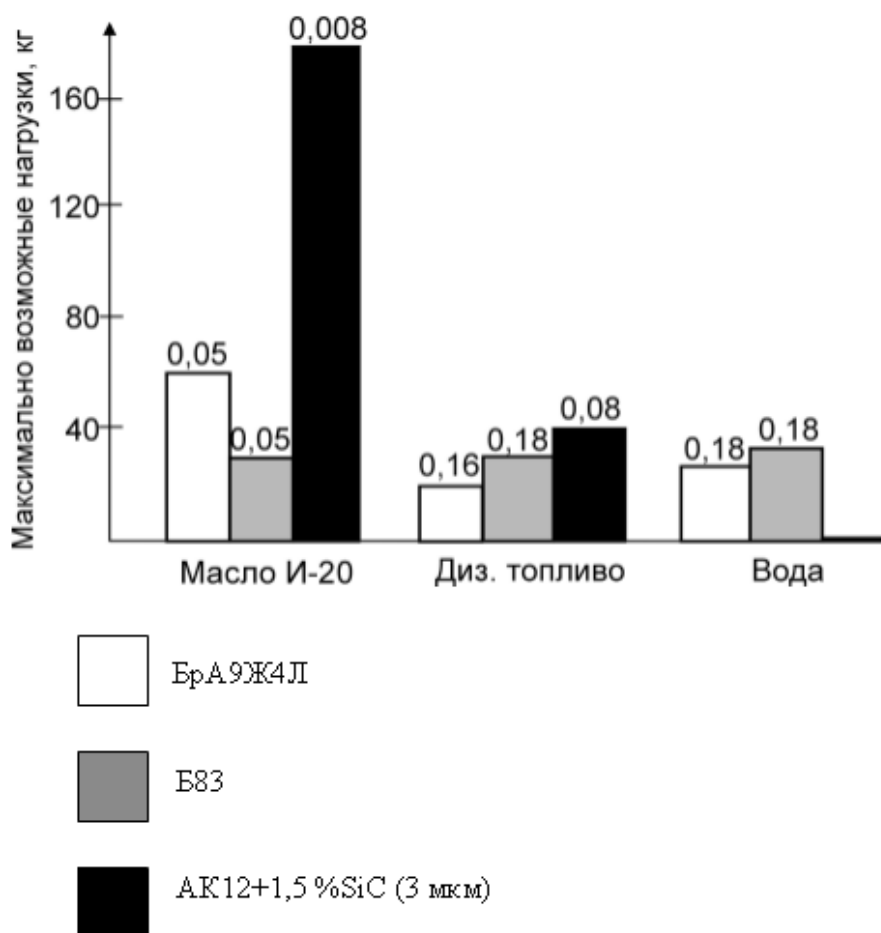


Рис. 6. Сравнительные характеристики максимально возможных нагрузок и коэффициентов трения для различных материалов в различных средах  
Цифры над столбиками — коэффициенты трения при максимальных нагрузках

Литература:

1. Справочник по триботехнике: В 3 томах. Том II Смазочные материалы, техника смазки, опоры скольжения и качения/Под общ. Ред. М. Хебды, А. В. Чичинадзе. — М.: Машиностроение, 1990. — 416 с., ил.
2. Технический регламент Таможенного союза «О безопасности машин и оборудования». ТР ТС 010/2011. Утвержден Решением Комиссии Таможенного союза от 18.10.2011 № 823.
3. Уплотнение и уплотнительная техника: Справочник/Л. А. Кондаков, А. И. Голубев, В. Б. Овандер и др.: Под общ. Ред. А. И. Голубева, Л. А. Кондакова. — М.: Машиностроение, 1986. — 464 с., ил.

## Реализация алгоритма шифрования RSA на языке программирования LabVIEW

Корхов Владимир Георгиевич, студент;  
Заикин Иван Сергеевич, студент  
Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

Статья посвящена реализации алгоритма шифрования на открытом ключе RSA.

LabVIEW (англ. Laboratory Virtual Instrumentation Engineering Workbench) — это среда разработки и платформа для выполнения программ, созданных на гра-

фическом языке программирования «G» фирмы National Instruments (США) [1]. LabVIEW позволяет реализовать алгоритмы ООП, а так же содержит визуальную часть,

подходящую для реализации алгоритмов, связанных с передачей зашифрованных данных, в частности методом RSA.

RSA (аббревиатура от фамилий Rivest, Shamir и Adleman) — криптографический алгоритм с открытым ключом, основывающийся на вычислительной сложности задачи факторизации больших целых чисел.

Криптосистема RSA стала первой системой, пригодной и для шифрования, и для цифровой подписи. Алгоритм используется в большом числе криптографических приложений, включая PGP, S/MIME, TLS/SSL, IPSEC/IKE и других [2].

RSA алгоритм, относящийся к шифрованию на открытом ключе, соответственно его реализация должна состоять из принимающего лица В (Bob), являющегося инициатором обмена данными и отправляющего лица А (Alice), имеющего доступ к открытому хранилищу ключей.

Алгоритм RSA:

1. Выбираются два различных случайных простых числа  $p$  и  $q$ .
2. Вычисляется их произведение  $n = p \cdot q$ , которое называется модулем.
3. Вычисляется значение функции Эйлера от числа  $n$ :  
$$\phi(n) = (p - 1) \cdot (q - 1).$$
4. Выбирается целое число  $e$  ( $1 < e < \phi(n)$ ), взаимно простое со значением функции  $\phi(n)$ .

Число  $e$  называется открытой экспонентой (англ. public exponent)

5. Вычисляется число  $d$ , мультипликативно обратное к числу  $e$  по модулю  $\phi(n)$ , то есть число, удовлетворяющее сравнению:

$$d \cdot e \equiv 1 \pmod{\phi(n)}.$$

Число  $d$  называется секретной экспонентой.

6. Пара  $\{e, n\}$  публикуется в качестве открытого ключа RSA (англ. RSA public key).

7. Пара  $\{d, n\}$  играет роль закрытого ключа RSA (англ. RSA private key) и держится в секрете.

**Описание алгоритма.** На языке программирования LabVIEW алгоритм RSA должен быть реализован как минимум из трех блоков:

1. Блок отправляющего лица А (Alice)
2. Блок принимающего лица В (Bob)
3. Блок, выступающий в роли хранилища пары открытых ключей, реализованный в виде глобальной переменной (Public Key Storage)

Так же программа должна содержать вспомогательные блоки для реализации генератора простых чисел, а также реализации алгоритма Евклида и вычисления односторонней функции с секретной дверью (Trapdoor One-Way Function).

Инициатором передачи данных выступает абонент В, соответственно он должен сгенерировать открытую и закрытую пары ключей и положить их в открытое хранилище. После этого абонент А должен забрать пару открытых ключей и зашифровать на них текстовый файл, который может по небезопасному каналу данных передать абоненту В, после чего последний, зная пару закрытых ключей, сможет расшифровать сообщение в исходный текстовый файл.

**Описание программы.** Программа состоит из блоков, описанных в разделе «Описание алгоритма». Существует необходимость разобрать их подробнее, следуя шагам алгоритма шифрования RSA, также описанном выше.

**Генерация пары чисел.** На данном этапе происходит генерирование двух простых случайных чисел, при помощи ГПСЧ (Генератор ПсевдоСлучайных Чисел), встроенного в LabView. Данный процесс происходит в два этапа.

Сначала в блоке Generate random number (Рис 1) происходит набор произвольного числа заданной длины, по умолчанию трехразрядного.

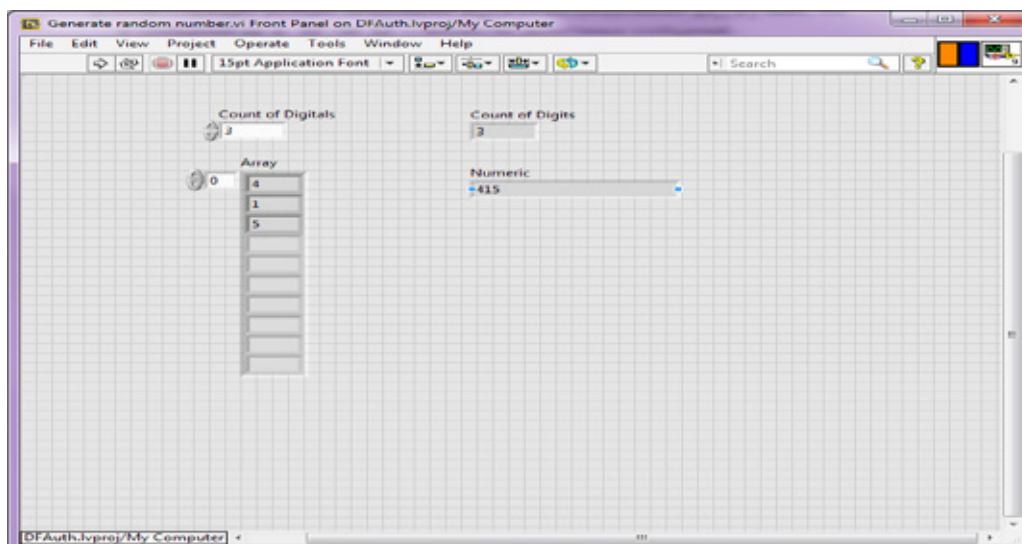


Рис. 1. Блок Generate random number

Формирование числа происходит из случайно сгенерированных цифр от нуля до девяти, с дальнейшим преобразованием из массива в число. В текущих версиях RSA используются цифры с сотнями разрядов. Технически данная возможность реализована. Возможные неполадки можно исправить увеличив тип Int32 до типа Int64 или более.

Далее в блоке Generate Prime Number происходит преобразование случайного числа в простое. Для увеличения криптостойкости происходит складывание случайного числа с еще одним случайным числом такой же длины, после чего перебором в цикле с помощью модуля RT Mathscript подбирается простое число, основанное на данном случайном.

Таким образом, можно сгенерировать два простых числа, заданной длины.

**Генерация пар ключей.** Генерация ключей происходит в блоке Generate Keys (Рис. 2) из двух простых чисел, сгенерированных на предыдущем этапе.

В первом кадре структуры «Sequence» вычисляется модуль и функция Эйлера, путем перемножения двух простых чисел. На втором кадре вычисляются все возможные значения открытой экспоненты, и случайно выбирается одно из значений. Сами значения заносятся в массив.

Непосредственное добавление элементов случается после прохождения числа итераций сложного с двойкой через расширенный алгоритм Евклида, чтобы найти наибольший общий делитель, так как открытая экспонента должна быть взаимно простым с функцией Эйлера. Структура расширенного алгоритма Евклида реализована в блоке Euclide Algorithm.

Алгоритм Евклида — эффективный алгоритм для нахождения наибольшего общего делителя двух целых чисел. Алгоритм назван в честь греческого математика Евклида, который впервые описал его в VII и X книгах «Начал» [3].

Таким образом мы можем вычислить секретную экспоненту и модуль, играющие роль открытого ключа. Так же при помощи алгоритма Евклида вычисляется и закрытый ключ.

**Инициализация обмена данными.** За инициализацию обмена отвечает абонент В. Его интерфейс реализован в блоке Bob (Рис. 3). По нажатию на кнопку «Generate» запускается цепочка, генерирующая пары ключей и заносщая их в блок Public Key Storage. vi.

**Зашифрование.** После генерации ключей абонент А может взять открытую пару ключей и зашифровать текстовый файл, для передачи по ненадежному каналу связи. Интерфейс А реализован в блоке Alice (Рис 4).

После диалогового выбора файла происходит его шифрование с помощью односторонней функции  $y = m^e \bmod n$ , реализованной в блоке One-Way Function (Рис. 5)

После этого абонент Б может получить зашифрованное сообщение. Пример работы алгоритма шифрования на ключе 33967 представлен на Рис. 6.

**Расшифровка сообщения.** После получения сообщения у абонента В становится доступен режим расшифровки, как графический, так и алгоритмический, представленный на Рис. 7.

Через одностороннюю функцию также можно расшифровать сообщение, зная секретный ключ. На этом работа алгоритма считается оконченной.

**Закключение.** В статье реализовывался алгоритм криптографического шифрования RSA. На графическом языке программирования LabVIEW конечный код проще понимать и поддерживать. Так же содержатся мощные инструменты для построения графического интерфейса, которые позволяют реализовывать пользовательскую часть программы.

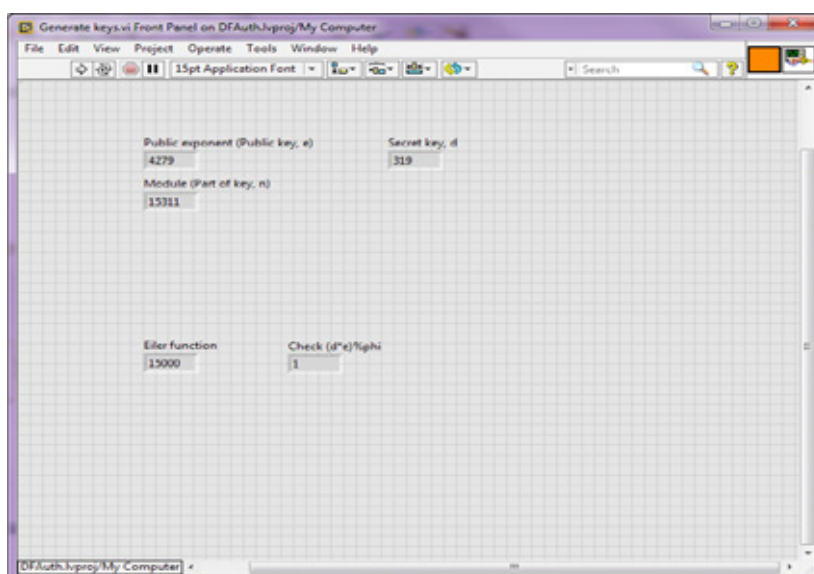


Рис. 2. Блок Generate Keys

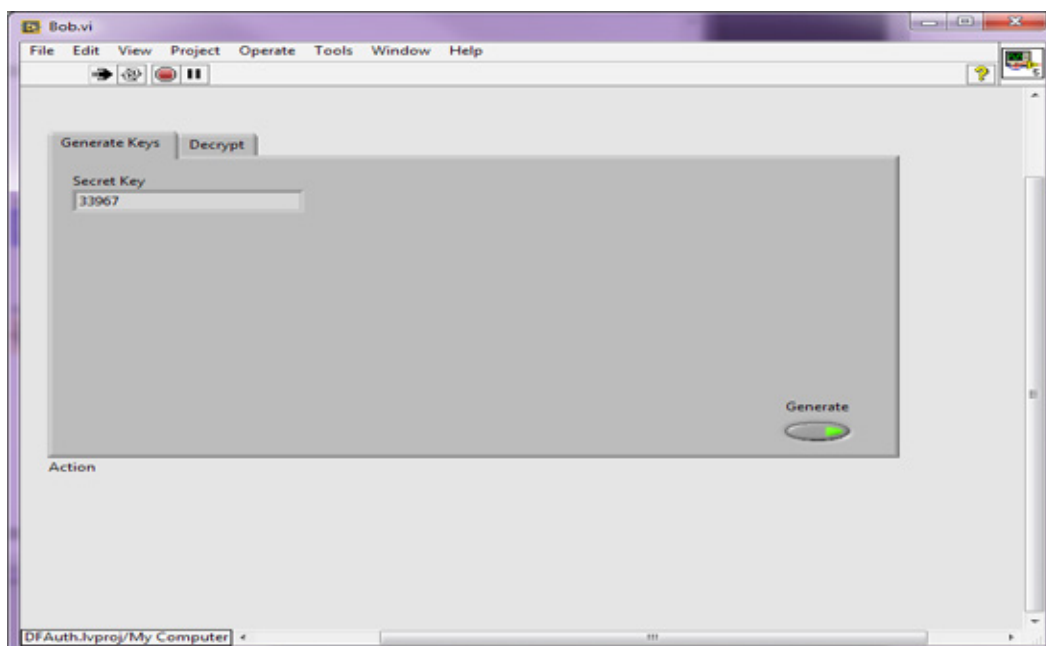


Рис. 3. Блок Bob инициализация

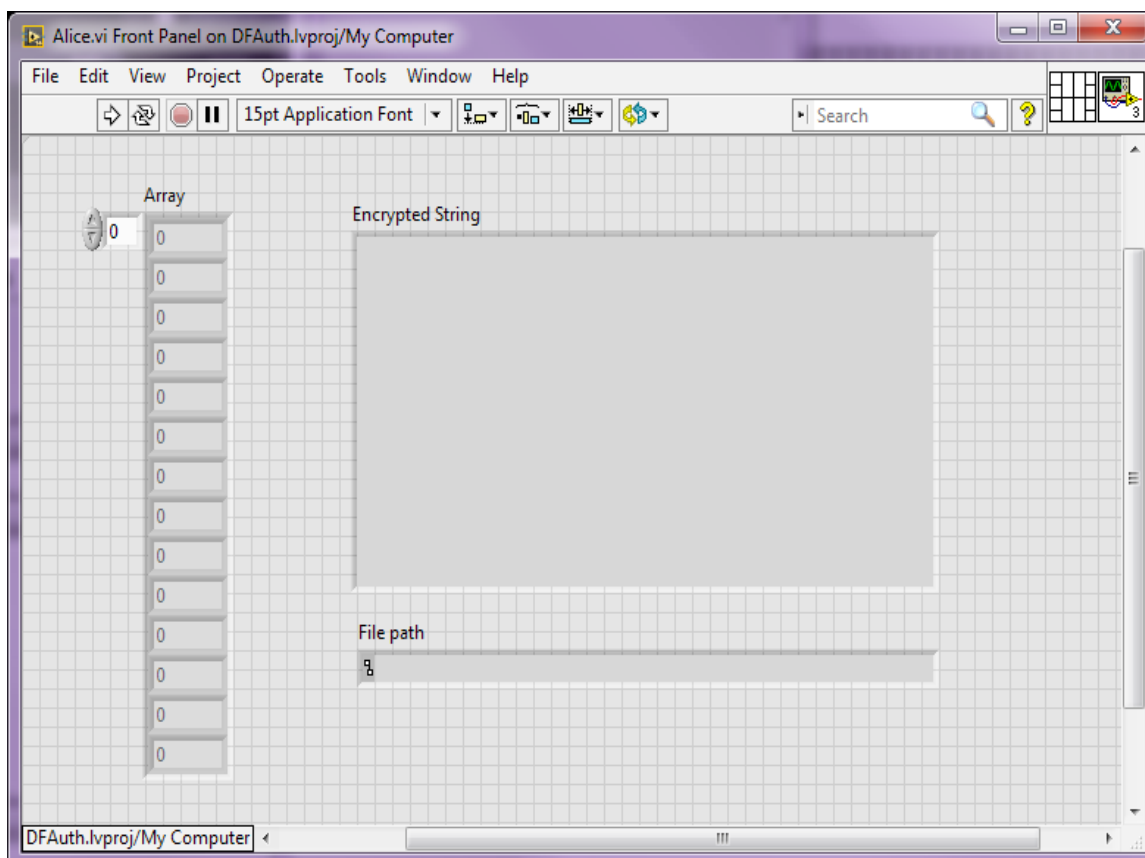


Рис. 4. Блок Alice

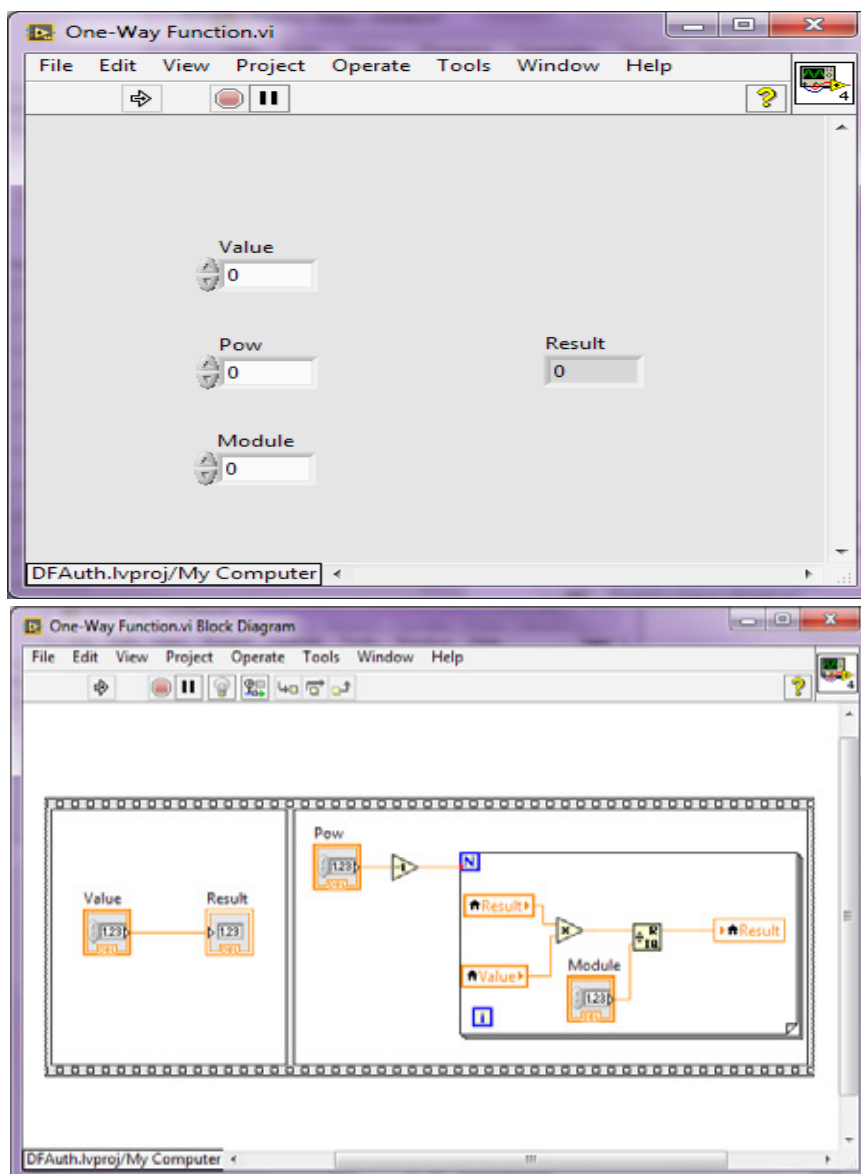


Рис. 5. Блок One-Way Function.vi

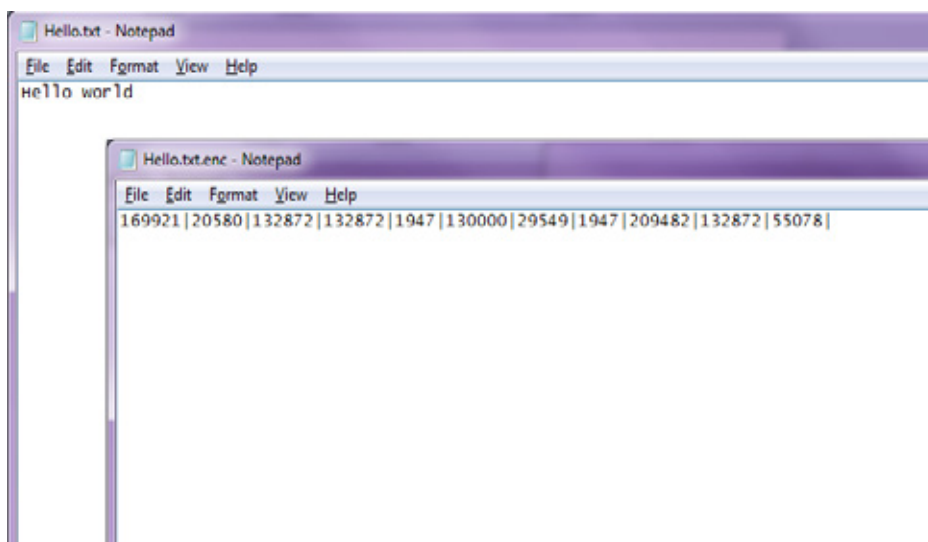


Рис. 6. Пример зашифрованного сообщения

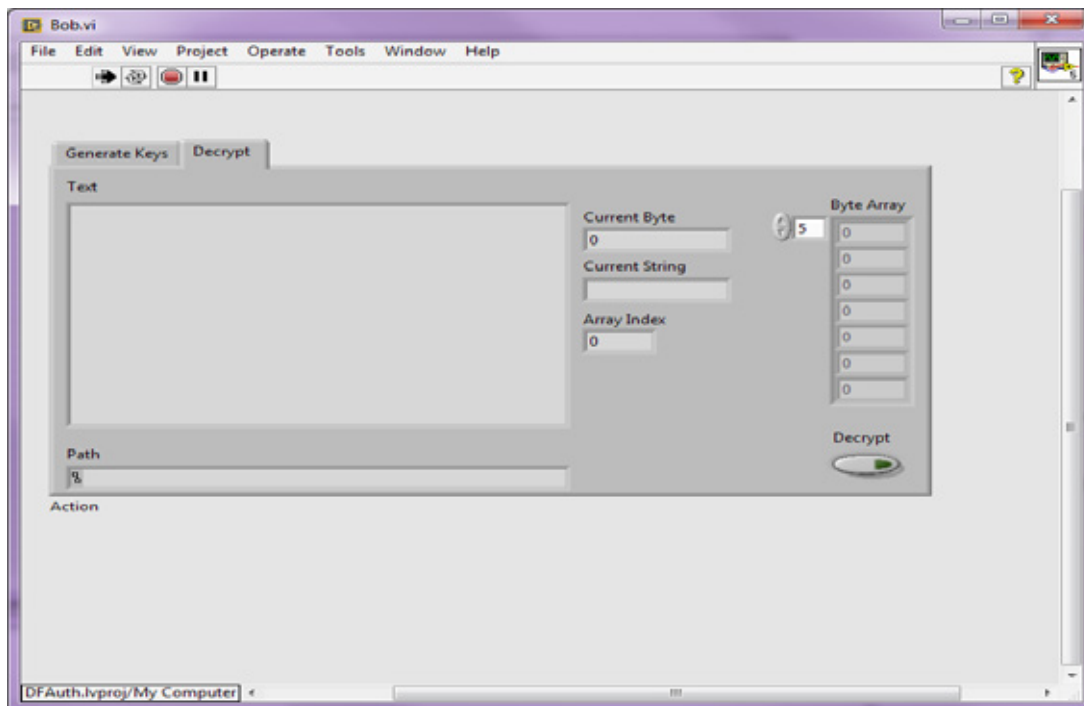


Рис. 7. Блок Bob расшифровка

Главным минусом является занимаемое время на построение алгоритмов, что не мешает писать качественный и в прямом смысле слова красивый код, а также данный

метод может найти широкое распространение в сфере обучения криптобезопасности в силу наглядности используемых алгоритмов.

Литература:

1. Русский официальный сайт LabVIEW [Электронный ресурс] — Режим доступа: <http://www.labview.ru/>
2. Martin Gardner. Mathematical Games: A new kind of cipher that would take millions of years to break (англ.) // Scientific American. — 1977.
3. Щетников, А. И. Алгоритм Евклида и непрерывные дроби. — Новосибирск: АНТ, 2003.

## Основные причины снижения срока эксплуатации ленточных конвейеров

Кропотов Юрий Иванович, эксперт;  
 Жуков Евгений Михайлович, эксперт;  
 Лугинин Игорь Анатольевич, эксперт;  
 Полошков Сергей Иванович, эксперт  
 ООО «ЭО «Экспертпромуголь», (г. Новокузнецк)

*Проведён анализ эксплуатации шахтных ленточных конвейеров в реальных условиях производства. Рассмотрены факторы, влияющие на снижение фактического ресурса, и перспективы его увеличения.*

Экономическая эффективность работы угледобывающих предприятий в значительной степени зависит от технического состояния, грамотной эксплуатации и обслуживания оборудования, минимизации времени и средств на устранение неисправностей. В настоящее время значительную часть себестоимости угля составляют

расходы на его транспортировку от очистного забоя к поверхности шахты, что делает актуальным поиск резервов повышения эффективности использования шахтных транспортных средств, в частности, ленточных конвейеров.

В угольной промышленности Кузбасса для обеспечения интенсивного ведения горных работ и увеличения



производительности труда используются конвейеры различных модификаций: 1Л-120, ЛУ-120, 1Л80У, 1ЛТ1000, 3Л-1200К и др. Технические возможности и показатели работы, а также ресурс каждого типа оборудования определяются проектной и конструкторской документацией. В соответствии с [1] суммарная наработка ленточного конвейера от начала его эксплуатации до перехода в предельное состояние определяется как ресурс, который тесно связан со сроком службы. Предельное состояние — это состояние объекта, при котором его дальнейшая эксплуатация недопустима или нецелесообразна, при этом достичь предельного состояния можно по разным причинам: дальнейшее применение становится недопустимым по требованиям безопасности, неэкономичным, неэффективным и т.д. При этом календарная продолжительность эксплуатации может варьироваться, поскольку зависит от ряда факторов: эксплуатационных нагрузок, конструктивных особенностей, организации обслуживания и ремонта технических устройств.

Для выявления приоритетных направлений увеличения срока службы ленточных конвейеров авторами были исследованы особенности эксплуатации данного оборудования в реальных условиях производства. К наиболее значимым факторам, влияющим на фактический ресурс, отнесены следующие:

- качество обслуживания;
- применение оригинальных запасных частей и качественных смазочных материалов.
- эффективность работы конвейера.

Рассмотрим подробнее влияние вышеназванных факторов.

Состояние оборудования считается нормальным, если все его узлы и детали исправны, параметры, по которым определяется их состояние, не приближаются к предельным значениям, а динамика изменения этих параметров в течение определенного срока позволяет прогнозировать достаточно длительный срок безопасной эксплуатации [1]. Поддержание соответствия конвейеров требованиям промышленной безопасности зависит от рациональной организации обслуживания и ремонта. На практике же межремонтные сроки планируются, исходя из календарного времени эксплуатации, не учитывается фактическая наработка, интенсивность нагрузок. Сложилась недостаточно совершенная и требующая значительных трудовых и финансовых затрат система — капитальный ремонт производится без достаточных оснований и в большем объеме, чем это требуется, лишь на основании срока службы; либо наблюдается абсолютно противоположная тенденция — техническое устройство попадает в ремонт только после потери работоспособности, т.е. отказа. Несвоевременная замена изношенных деталей увеличивает вероятность аварийных ремонтов. Наиболее перспективной стратегией обслуживания и ремонта горнотранспортного оборудования на сегодняшний день представляется обслуживание по фактическому состоянию, поскольку предельные состояния конструкций

являются результатом постепенного накопления повреждений в деталях, узлах и элементах. Выявить и устранить дефекты на начальной стадии развития, обеспечив минимизацию ремонтных работ, возможно только при внедрении эффективных методов диагностирования, в том числе и в рамках проведения экспертного обследования. В соответствии с требованиями ФНиП «Правила проведения экспертизы промышленной безопасности», вступивших в силу с 01 января 2014 г., определение остаточного ресурса с указанием условий дальнейшей безопасной эксплуатации является обязательным при проведении экспертизы технических устройств. Остаточный ресурс оценивается, прежде всего, по состоянию базовых элементов ленточного конвейера, к которым, согласно [1], относятся:

- привод конвейера: совокупность устройств, включающая электродвигатель, редуктор, муфты, приводные барабаны и приводные блоки, тормоза и вспомогательные элементы;
- став конвейера: несущая конструкция конвейера;
- натяжное устройство;
- концевой и промежуточные барабаны.

Систематизация данных о неисправностях, выявленных в процессе проведения экспертизы промышленной безопасности ленточных конвейеров, позволила сделать вывод: одним из резервов повышения фактического ресурса является приобретение оригинальных запасных частей на замену изношенных. Экономия средств на более дешёвых аналогах может привести к значительному сокращению остаточного срока службы. Например, при эксплуатации рассматриваемых технических устройств достаточно часто выходят из строя ролики (рис. 1).

На рис. 2 приведен график, по которому, согласно [2], можно определить зависимость 90%-го ресурса до замены роликов от максимального количества заменённых роликов ( $N$ , %). Некачественные запчасти требуют замены в большем количестве, что приводит к уменьшению ресурса в целом.

Нельзя забывать и про человеческий фактор, который остается основополагающим при эксплуатации техники, так как именно человек несет ответственность за соблюдение технологической дисциплины и поддержание технического состояния горно-шахтного оборудования любой степени сложности и автономности.

Недостаточное количества персонала по обслуживанию конвейеров может стать причиной заштыбовки его узлов и става. В этих условиях возможно возгорание ленточного полотна, горной массы возле конвейера, и, как следствие, не исключён пожар в горной выработке.

Низкий уровень квалификации становится причиной следующих неисправностей:

- неравномерный износ тормозных колодок, происходящий в результате неверной регулировки сжатия тормозных тяг;
- неправильная установка датчика схода ленты (сход ленты в сторону превышает 10% ширины самой ленты).



Рис. 1.

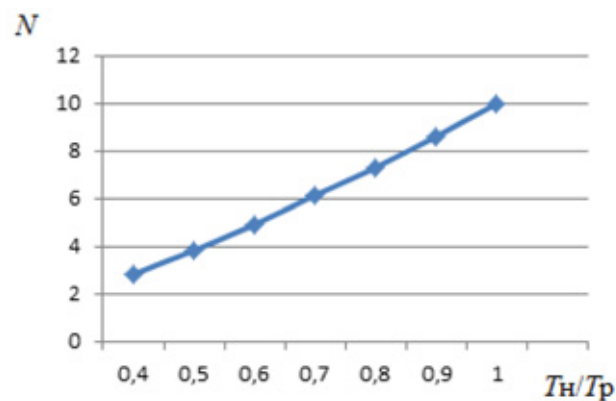


Рис. 2. Зависимость ресурса от максимального количества замененных роликов



Рис. 3

Результатом ослабления контроля за технологическим процессом является несвоевременная очистка и замена скребков, которые, изнашиваясь, перестают выполнять свои функции. Это нарушение влечёт за собой преждевременный износ футеровки приводного барабана (рис. 3). Аналогичное последствие имеет не соответствующее требованиям руководства по эксплуатации натяжение конвейерной ленты.

Нарушением требований по эксплуатации, определённых заводом-изготовителем, сокращением времени на проведение технических осмотров обусловлены следующие неисправности:

— износ подшипниковых узлов вследствие высокого уровня вибрации электродвигателя;

— течь масла по валам редукторов, по причине износа уплотнительных колец.

Сокращают срок службы основных узлов конвейера и некачественные смазочные материалы. Смазка должна производиться строго в соответствии с рекомендациями, приводимыми в руководстве по эксплуатации.

Приведены лишь наиболее часто встречающиеся неисправности, которые являются следствием нарушения требований к качеству обслуживания ленточных конвейеров и приводят к сокращению фактического срока эксплуатации.

Важным фактором, влияющим на эксплуатационную производительность, является эффективность работы конвейера. На многих угольных предприятиях конвейерные линии запускаются и длительное время работают без нагрузки (горной массы), что приводит к снижению его срока эксплуатации за счет износа основных узлов и необоснованному расходу электроэнергии. Причина сложившейся ситуации — несогласованная работа очистных и проходческих участков с участками конвейерного транспорта. Пути решения данной проблемы — в оптимальной организации производственного цикла, шахтам необходимо применять новые, рациональные подходы к использованию имеющихся ресурсов, основанные на применении концепции логистики.

Сложившаяся на сегодняшний день экономическая ситуация на большинстве угольных предприятий региона

не позволяет обновлять оборудование, в том числе и ленточные конвейеры, сразу после истечения нормативного срока службы. Но не стоит забывать о том, что остаточный ресурс они могут иметь не только до истечения расчетного срока эксплуатации, но и после него.

Исходя из вышеизложенного, способствовать увеличению фактического ресурса ленточных конвейеров будет следующий комплекс мероприятий:

- внедрение стратегии технического обслуживания по фактическому состоянию объекта;
- контроль за соблюдением технологической дисциплины;
- соблюдение требований к квалификации обслуживающего персонала;
- рациональная организация производства по принципам логистики.

#### Литература:

1. Приказ Ростехнадзора от 26.02.2006 N 125 «Об утверждении и введении в действие Методических указаний по проведению экспертизы промышленной безопасности ленточных конвейерных установок» (вместе с «Методическими указаниями... РД-15-04-2006»).
2. ГОСТ Р 51042-97. «Государственный стандарт Российской Федерации. Конвейеры шахтные ленточные. Методы испытаний» (утв. и введен в действие Постановлением Госстандарта России от 27.03.1997 N 114).
3. Приказ Ростехнадзора от 14.11.2013 N 538 «Об утверждении федеральных норм и правил в области промышленной безопасности «Правила проведения экспертизы промышленной безопасности».
4. Приказ Ростехнадзора от 19.11.2013 N 550 «Об утверждении Федеральных норм и правил в области промышленной безопасности «Правила безопасности в угольных шахтах».

## Инновационные разработки в энергетической отрасли

Латипов Саидмурод Туйгунович, старший преподаватель  
Бухарский инженерно-технологический институт (Узбекистан)

*В данной статье основным предметом обсуждения является проблема обновления электрооборудования в энергетической отрасли. Проведено сравнение достоинств новых элегазовых и традиционных масляных трансформаторов.*

**Ключевые слова:** электрооборудования, масляные трансформаторы, элегазовые трансформаторы, инновации в энергетике.

С развитием энергетической отрасли к оборудованию предъявляются повышенные требования в различных аспектах. Современное оборудование по высокотехнологичности, безопасности и эффективности значительно превосходит предыдущих технологий. На данный момент, доля применения современных, инновационных разработок на практике крайне мала, несмотря на их целый ряд преимуществ и достоинств. Сегодня к технике предъявляются все более высокие требования, поэтому на данный момент проблема замены устаревшей техники на современную очень актуальна. В настоящее время значительная часть силовых масляных трансформаторов, используемых в российских установках, устарела или исчерпала свой ре-

сурс и требует замены на современные высокотехнологичные, пожаробезопасные и взрывобезопасные трансформаторы. К числу таких трансформаторов относят силовые элегазовые трансформаторы [2].

Элегазовый трансформатор представляет собой герметичную конструкцию, где в качестве изоляции и охлаждения применяются не привычные синтетические смолы и трансформаторное масло, а специальное газовое наполнение элегаз. Элегаз, или гексафторид серы неорганическое вещество, инертный газ, тяжелее воздуха, обладает высоким пробивным напряжением, что обеспечивает высокую электрическую прочность. Применяют как изолятор и теплоноситель в высоковольтной электротехнике,

как технологическую среду в электронной промышленности, также в полупроводниковой промышленности. Рассмотрим основные достоинства и преимущества элегазовых трансформаторов от масляных.

**Негорючесть:** Применение в силовых элегазовых трансформаторах в качестве изоляции и хладагента негорючего элегаза (гексафторида серы SF<sub>6</sub>) является кардинальным решением проблемы пожаробезопасности этого типа трансформаторов, что делает ненужным устанавливать вокруг них противопожарное оборудование, маслоборники и сточные каналы. Тем самым, при применении элегазовых трансформаторов наиболее эффективно используется пространство на электроподстанции.

**Взрывобезопасность:** Если при возникновении внутренних неисправностей в элегазовом трансформаторе возникнет электрическая дуга, то вследствие сжимаемости элегаза внутреннее давление в элегазовом трансформаторе повысится намного меньше, чем в масляном трансформаторе. Тем самым, не возникает никакой угрозы для герметичности бака, что полностью исключает опасность его взрыва или возгорания и гарантирует безопасность оборудования на электроподстанции, где установлен элегазовый трансформатор.

**Экономичность:** В элегазовых трансформаторах есть возможность утилизации тепла от теплообменников для обогрева помещения. Также, при сооружении подземной подстанции с элегазовыми трансформаторами наземная территория может использоваться под различные цели: офисные здания, парковка для автомобилей и т. д. [1]. Экономия на материалах, строительных и монтажных работах, текущей эксплуатации и расходах на ремонт.

**Малозумность:** Поскольку элегаз обладает значительно лучшими звукоизолирующими свойствами, чем трансформаторное масло, уровень шума элегазового трансформатора оказывается намного ниже по сравнению с уровнем шума, создаваемого масляным трансформатором.

**Компактность:** Поскольку при применении элегазовых трансформаторов отсутствует необходимость установки расширительного бака и устройства сброса давления, ста-

новится возможным существенно уменьшить высоту помещения трансформаторной подстанции.

**Малая масса:** Поскольку удельный вес элегаза меньше, чем удельный вес масла, силовые элегазовые трансформаторы имеют меньшую массу по сравнению с масляными трансформаторами такой же мощности.

**Экологичность:** вторичной переработки Вторичная переработка отработавших свой ресурс силовых элегазовых трансформаторов намного выше по сравнению с переработкой отслуживших свой срок масляных трансформаторов. В то же время при утилизации масляных трансформаторов масло, используемые в них материалы не могут повторно использоваться по своему прямому назначению. Отсюда следует, что производство и использование элегазовых позволяет экономить как природные, так и трудовые ресурсы.

Элегазовые трансформаторы в тоже время имеют некоторые недостатки. Например, при высокой температуре и при повышенном давлении элегаз может перейти в жидкое состояние. с учетом этого, при эксплуатации в условиях с высокой температурой давление не должно превышать допустимых значений [2]. Например, при температуре в 40°C давление элегаза не должно превышать 0,4 МПа. Также гексафторид серы может разлагаться под воздействием электрических разрядов, образуя химически активные и токсичные для человека вещества. Кроме того, существенным недостатком элегазовых трансформаторов является их стоимость, по сравнению с масляными трансформаторами [3].

Однако, затраты на эксплуатацию, а также на капитальный ремонт масляных трансформаторов намного выше чем элегазовых. Элегазовые трансформаторы не требуют специального обслуживания, кроме контроля давления газа. Таким образом, рассмотрев на примере сравнения элегазовых и масляных трансформаторов, мы можем сделать вывод, что повсеместное внедрение современного высокотехнологичного оборудования позволяет в целом повысить качество, эффективность и безопасность всей энергетической отрасли, а также обеспечить предъявляемые к нему высокие требования.

#### Литература:

1. Гура, Ю.Л. Силовой трансформатор с элегазовым заполнением // Электрик, 2009. № 1 —
2. Егунов, А. И., Гвоздев Д. И., Горохов А. А. // В сборнике: Современные инструментальные системы, информационные технологии и инновации. материалы VIII Международной научно-технической конференции: в 2 частях.
3. Кравченко, А. Силовые элегазовые трансформаторы // Электрик, 2014. № 1 — Применение лазеров в современной промышленности.

## Сети NGN. Текущее состояние и перспективные пути оптимизации трафика в сетях доступа

Лубенская Светлана Николаевна, магистрант  
Евразийский национальный университет имен Л. Н. Гумилева (г. Астана, Казахстан)

На сегодняшний день модернизация телекоммуникационных сетей обусловлена главным образом ростом трафика, а также необходимостью разработки новых услуг и достижений. Таким образом, мировой трафик Интернет увеличивается в мире в последние годы на 60–80% ежегодно, а число абонентов широкополосных сетей увеличилось со средней скоростью 60%.

Главная цель рыночной политики крупнейших телекоммуникационных операторов состоит в уменьшении капитальных и эксплуатационных расходов при увеличении доходности услуг. Основными помехами на пути к названной цели, как правило, становится устаревающая сетевая инфраструктура и концептуальная неясность в вопросах сетевого развития. Данная тенденция, которая довольно четко просматривается и в Казахстане, приводит к изменению идеологии построения сетей примерно каждые 10 лет. Сейчас перед нами стоит задача выбора такого решения, которое должно было учесть перспективы развития телефонной сети и в технологическом и в территориальном плане. Это позволило бы сохранить абонентскую базу, при моральном износе оборудования, а также предложить на рынок новые услуги связи и усилить свои конкурентные преимущества.

В настоящее время практически все крупнейшие операторы связи Казахстана приступили к строительству

мульти сервисных сетей, что предоставляет предприятиям широкие возможности пользоваться этой инфраструктурой с целью создания мульти сервисных сетей на корпоративном уровне. В настоящее время мульти сервисные сети построены во всех административных центрах городов Казахстана. Экономическая эффективность инвестиций должна быть обеспечена за счет широкого использования услуг. Указанные особенности отличают сети NGN от обычных телефонных и IP-сетей, наиболее широко распространённых в мире телекоммуникаций.

Самая существенная проблема сети нового поколения содержится в снабжении взаимодействия имеющихся и последних телекоммуникационных сетей, поддерживаемых целостной инфраструктурой для трансляции различных типов информации (голос, данные, видео).

Главная архитектурная особенность NGN заключается в том, что передача и маршрутизация пакетов и базовые элементы транспортной инфраструктуры (каналы, маршрутизаторы, коммутаторы, шлюзы) физически и логически отделены от устройств и механизмов управления вызовами и доступом к услугам. [1].

Сети следующего поколения (NGN) представляют собой новую концепцию сети, комбинирующую в себе голосовые функции, качество обслуживания (QoS) и коммутируемые сети с преимуществами и эффективностью

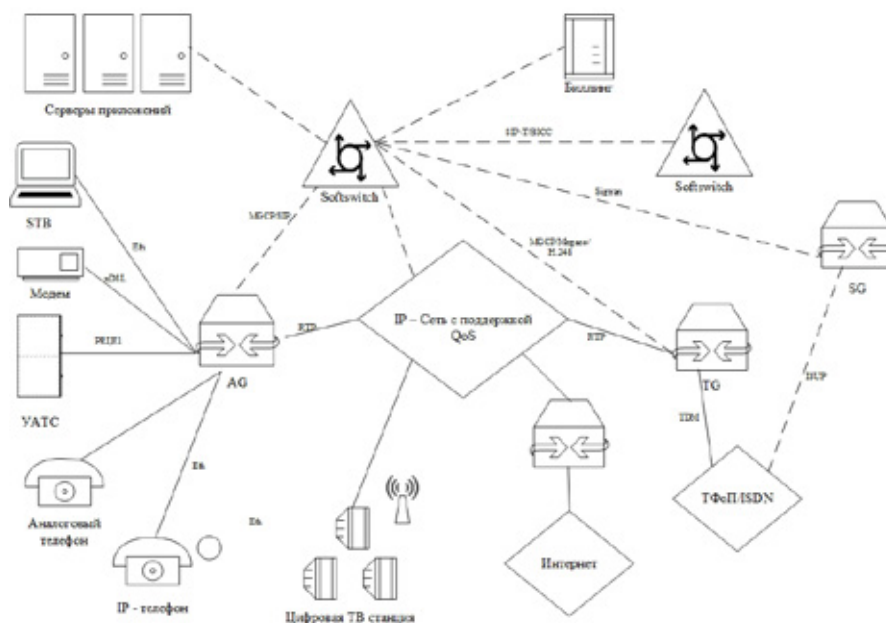


Рис. 1. Принципиальная схема сети NGN

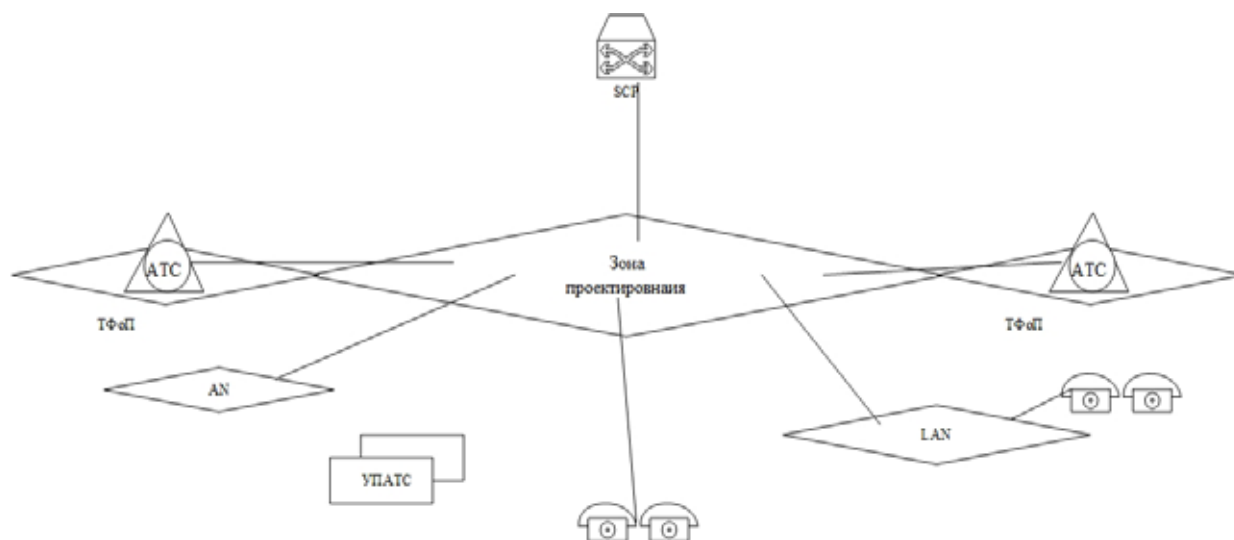


Рис. 2. Зона проектирования

пакетной сети. Сети NGN означают эволюцию существующих телекоммуникационных сетей, отображающуюся в слиянии сетей и технологий. Благодаря этому обеспечиваются широкий набор услуг, начиная с классических услуг телефонии и заканчивая различными услугами передачи данных или их комбинацией.

Будем считать, что в результате определения точек размещения оборудования шлюзов доступа и закрепления за шлюзами доступа зон обслуживания была получена конфигурация, между любыми двумя нагрузками между ними будет передаваться через третий коммутатор без увеличения потерь. Т. е. транспортный ресурс и производительность коммутаторов должны рассчитываться исходя из обеспечения резервирования.

Будем считать, что коммутаторы на уровне шлюзов не реализуются и замыкание нагрузки между любыми двумя объектами, подключенными к одному шлюзу, осуществляется через магистральный коммутатор.

Помимо всех преимуществ, которые дает переход на NGN сети, предлагаемые решения обеспечивают:

1. низкую стоимость передачи информации из расчета на единицу объема
2. высокий уровень масштабируемости
3. простоту монтажа, настройки и дальнейшего обслуживания сети
4. скорость доступа по действующим телефонным линиям до 100 и более Мбит/с.

В рамках предлагаемых решений используются открытые стандартные интерфейсы, обеспечивающие гибкую интеграцию в сеть оператора. Применяя эти устройства, конечные потребители (удаленные офисы, коммерческие организации и небольшие предприятия) получают возможность использования широчайшего спектра функций по обработке и передаче голосового трафика, встроенные непосредственно в маршрутизаторы доступа. Маршрутизаторы позволяют максимально оптимизировать затраты, связанные с созданием таких

решений, устраняя необходимость в дорогостоящем оборудовании и программном обеспечении, реализующем подобный набор функций. Одновременно с этим, архитектура этих устройств позволяет использовать их не только для решения сегодняшних проблем и задач, но и для внедрения в будущем новых технологий и приложений. Использование серий интеллектуальных коммутаторов, с поддержкой Fast Ethernet фиксированной конфигурации, которые можно объединять в стек на скоростях Fast Ethernet и Gigabit Ethernet позволят обеспечить возможности обеспечения заданного качества обслуживания. [2].

### Описание организации сети

Маршрутизатор подключается к локальной сети интерфейсами Fast Ethernet и к Softswitch интерфейсами E1. Маршрутизатор выполняет функцию коммутатора агрегации между офисами. К нему подключаются два коммутатора интеллектуальной серии, которые выполняют функции шлюзов доступа.

Коммутатор соединяется с маршрутизатором по ВОЛС, которая проложена между офисами. Далее маршрутизатор соединяется с sip прокси сервером, который в свою очередь соединяется с Softswitch и транспортным шлюзом (UMG) с использованием протокола SIP.

Транспортный шлюз соединяется с Softswitch при помощи протоколов MGCP.

На рабочих местах пользователей устанавливаются IP-телефоны. Кроме того, для работы секретарей рекомендуется к телефонам подключить блок расширения функциональных клавиш. Все IP-телефоны подключаются к сети интерфейсами Fast Ethernet. При использовании IP-телефонов пользовательские компьютеры подключаются не к коммутаторам ЛВС напрямую, а к IP-телефонам, имеющим для этих целей дополнительный порт Fast Ethernet. [3].

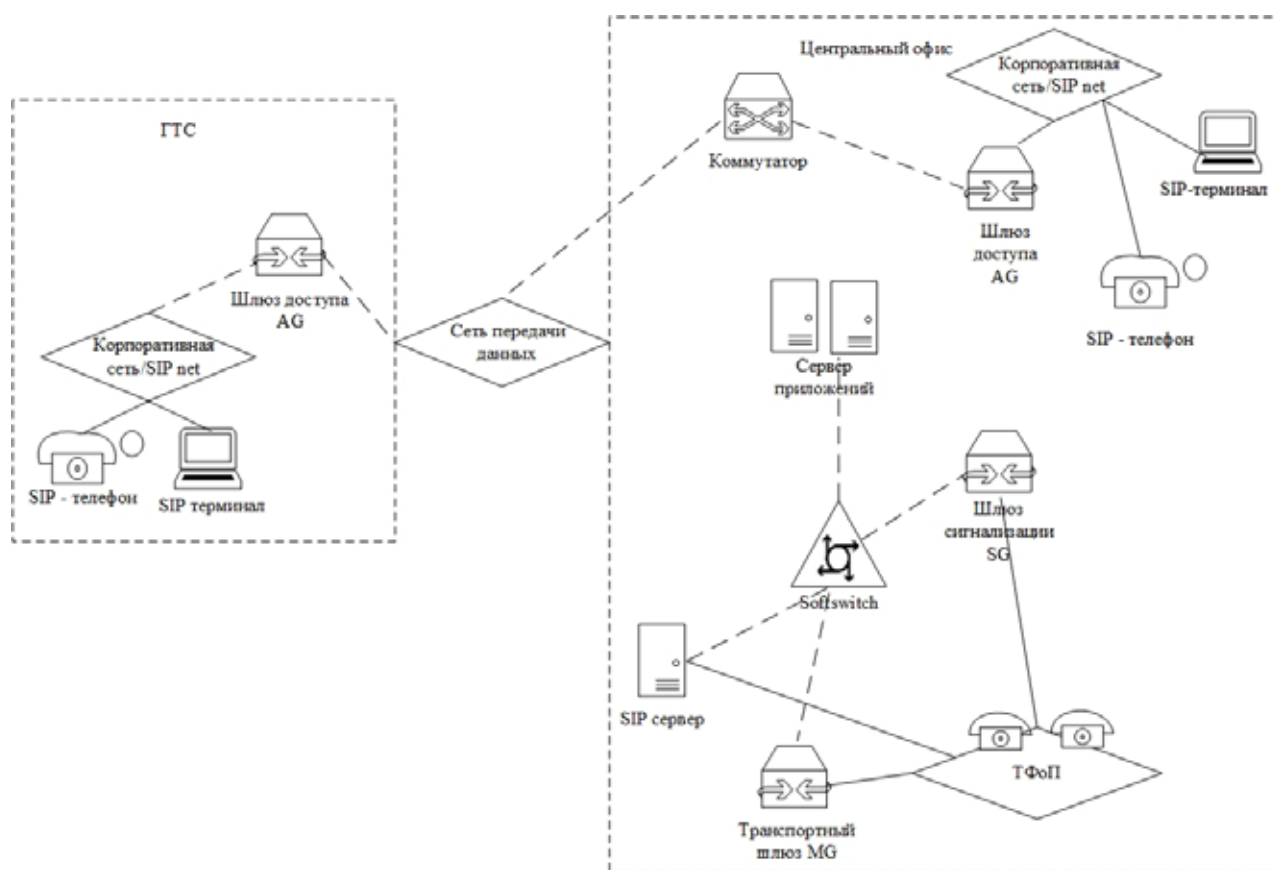


Рис. 3. Типовая схема сети предприятия

### Методы оптимизации выбора шлюза

Как правило, большинство терминальных устройств уже предоставляют прописанный администратором при его продаже IP адрес DNS имя шлюза доступа к услуге. Задача состоит в том, чтобы не смотря на географическое местоположение пользователя он всегда получал услугу через оптимально расположенный шлюз, с наилучшим качеством.

Наиболее простой способ введение критерия, в этом случае, самым оптимальным будет прямое расстояние между точками расположения пользователя и шлюза. Возможные методы решения проблемы должны предполагать возможность реализации на основе существующих открытых протоколов и стандартов.

Другим из наиболее простых с точки зрения пропуска трафика решений является архитектура, в которой существует центральный отказоустойчивый сервер управления конфигурациями абонентских устройств. Данный сервер должен выполнять роль общего шлюза для запросов на регистрацию. В случае, если устройство прошло аутентификацию и авторизацию успешно, то в соответствии с алгоритмом работы терминального устройства абонента, оно должно запросить новый конфигурационный файл для дальнейшей работы. Данный конфигурационный файл будет содержать новый адрес шлюза доступа к услуге.

Иной способ решения проблемы это использование сети Интернет в качестве сети доступа. С ростом пропускных способностей сети Интернет и общего качества услуг, предоставляемых в ней, все больше и больше услуг начинают предоставляться на основе использования Интернет в качестве сети доступа к своим платформам. Как показывает мировой опыт использования услуг Skype, Google Talk, Reach Communication Suite (RCS), даже высокотребовательные к качеству передачи и задержкам на сети услуги, такие как видео и аудио вызовы, предоставляемые на основе использования сети Интернет пользуются огромной популярностью. Очевидно, что для операторов услуг использование уже существующей сети доступа Интернет является также интересным в связи с низкой стоимостью затрат на запуск услуги.

Задача оптимизации в общем случае сводится к двум пунктам:

- определение местоположения абонента;
- перевод управления абонентом на ближайший из возможных шлюзов доступа к услуге.

### Определение местоположения абонента

Передача координат абонентского устройства может быть осуществлена на основе стандартных протоколов сигнализации, на\*пример протокола SIP с использованием зарезервированных полей сообщения. Исходя опти-

мальности инженерных решений, определение абонента в сети Интернет возможно двумя способами:

1. определение публичного адреса NAT, с которым абонент выходит в глобальную сеть, формирование запроса к глобальной базе данных публичных адресов и их местоположений. В случае нахождения абонента за двойным NAT метод будет давать неверное определение местоположения. Если абонентское устройство обладает GPS модулем, или же имеет доступ к услуге определения местоположения через мобильные сети, то полученные координаты могут быть переданы в сеть. Точность определения местоположения данным методом имеет абсолютную погрешность в сотни метров, что достаточно для выбора ближайшего шлюза в большинстве случаев. Данное решение, в перспективе, является наиболее общим и более предпочтительным с точки зрения стандартизации.

2. Второй метод заключается в анализе местоположения абонента при каждой активности, и, в случае на-

хождения более оптимального шлюза доступа к услуге, в сторону абонента посылается стандартное сообщение о переводе вызова. После получения такого сообщения абонентское устройство заново иницирует установление соединения, используя адреса полученные в предыдущей транзакции. К очевидным положительным особенностям данного решения можно отнести отсутствие дополнительных требований к абонентским устройствам. [4].

Несмотря на все положительные аспекты, очевидно, что в обозримом будущем IP-телефония не заменит традиционную, как предсказывают некоторые аналитики. Эти виды связи не исключают, а дополняют друг друга. Будет возрастать объем трафика, передаваемого по каналам IP-телефонии. В первую очередь это касается международной и междугородной телефонии. Такова основная тенденция. Продолжится совершенствование технологии IP-телефонии, будет увеличиваться количество доступных сервисов и улучшаться качество связи.

Литература:

1. Бочаров, П. П. Вишневецкий В. М. G-сети: развитие теории мультипликативных сетей. // Автоматика и телемеханика, 2003.
2. Гавриленко, В. Г., Яшпов В. А. Распространение радиоволн в современных системах мобильной связи. // Нижний Новгород, 2003.
3. Гольдштейн, Б. С. Сети связи пост-NGN //ВНВ—СПб, 2013 г.
4. Углов, И. В. Оптимизация прохождения голосового предоставления трафика при предоставлении NGN услуг в распределенных сетях доступа //Технологии Информационного общества, 2013.

## Коэффициент пружинения при упругопластическом изгибе листа для среды с линейным упрочнением

Мокроусов Владимир Иванович, инженер-технолог  
АО «Выксунский металлургический завод»

*Получен коэффициент пружинения листа для упругопластической среды с линейным упрочнением в зависимости от ширины и толщины листа, предела текучести, модуля Юнга и модуля упрочнения металла. Полученные результаты могут быть применены при формовке стальных труб большого диаметра на прессах.*

**Ключевые слова:** *формовка стального листа, коэффициент пружинения, упругопластическая среда.*

**Основные обозначения.** Рассмотрим упругопластический изгиб металлического листа шириной  $b$  и толщиной  $h$ . Пусть  $E$  — модуль Юнга,  $\sigma_T$  — предел текучести и  $\sigma_B$  — предел прочности (временное сопротивление) металла листа,  $\epsilon_{ост}$  — остаточная деформация листа после снятия внешних нагрузок.

Пусть  $\rho$  — радиус кривизны продольной упругой линии изогнутого листа и  $\rho/h \geq 5$ . В этом случае утонением стенки листа можно пренебречь ( $h = \text{const}$ ). Пусть при изгибе справедлива гипотеза плоских сечений Бернулли — плоские поперечные сечения листа до деформации остаются плоскими при деформации. Тогда кривизна продольных волокон листа  $\epsilon = y/\rho$ , где  $y$  — расстояние от нейтральной плоскости листа при его изгибе. Максимальное относительное удлинение  $\epsilon_{max}$  имеет место на поверхности листа и равно  $\epsilon_{max} = (h/2)/\rho = h/(2\rho)$ .



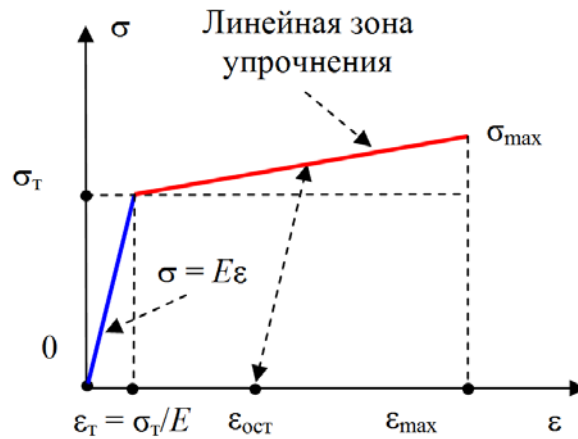


Рис. 1. Уругопластическая среда с линейным упрочнением

**Уругопластический изгиб листа.** На рис. 1 показана диаграмма продольных (нормальных) напряжений для уругопластической среды с линейным упрочнением, где  $\sigma_{max} = \sigma_T + \Pi(\epsilon_{max} - \epsilon_T)$ ,  $\Pi$  — модуль упрочнения среды. Эпюра нормальных напряжений в поперечном сечении листа показана на рис. 2.

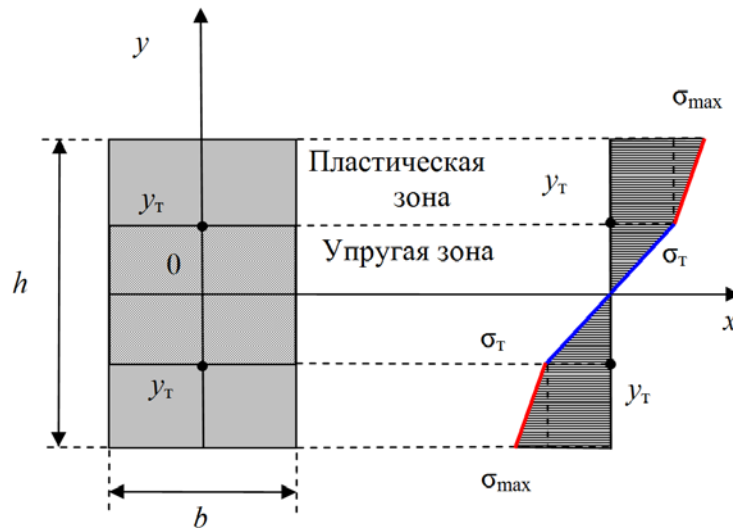


Рис. 2. Напряжения в поперечном сечении листа при изгибе

Поперечное сечение листа делится на две зоны — уругую и пластическую. Величина  $y_T$ , определяющая границу этих зон, находится из выражения:  $y_T = \epsilon_T \rho = \sigma_T \rho / E$ . При увеличении изгибающего момента и кривизны уругая зона листа будет уменьшаться.

**Изгибающий момент при формовке металлического листа.** Изгибающий момент  $M$  в поперечном сечении листа равен

$$\begin{aligned}
 M &= \int_{-h/2}^{h/2} y \sigma(y) b \, dy = 2b \int_0^{h/2} y \sigma(y) \, dy = 2b \int_0^{y_T} y \sigma(y) \, dy + 2b \int_{y_T}^{h/2} y \sigma(y) \, dy = \\
 &= 2b \int_0^{y_T} y \frac{E}{\rho} y \, dy + 2b \int_{y_T}^{h/2} y \left[ \sigma_T + \frac{\sigma_{max} - \sigma_T}{\frac{h}{2} - y_T} (y - y_T) \right] \, dy = \\
 &= 2b \frac{E}{\rho} \int_0^{y_T} y^2 \, dy + 2b \int_{y_T}^{h/2} y \left[ \sigma_T + \frac{\Pi(\epsilon_{max} - \epsilon_T)}{\frac{h}{2} - y_T} (y - y_T) \right] \, dy =
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
&= 2b \frac{E}{\rho} \frac{y_T^3}{3} + 2b \int_{y_T}^{h/2} y \left[ \left\{ \sigma_T - \frac{\Pi(\varepsilon_{\max} - \varepsilon_T)}{h - y_T} y_T \right\} + \frac{\Pi(\varepsilon_{\max} - \varepsilon_T)}{h - y_T} y \right] dy = \\
&= 2b \frac{E}{\rho} \frac{y_T^3}{3} + 2b \left\{ \sigma_T - \frac{\Pi(\varepsilon_{\max} - \varepsilon_T)}{h - y_T} y_T \right\} \int_{y_T}^{h/2} y dy + 2b \left\{ \frac{\Pi(\varepsilon_{\max} - \varepsilon_T)}{h - y_T} \right\} \int_{y_T}^{h/2} y^2 dy = \\
&= 2b \frac{E}{\rho} \frac{y_T^3}{3} + 2b \left\{ \sigma_T - \frac{\Pi(\varepsilon_{\max} - \varepsilon_T)}{h - y_T} y_T \right\} \left( \frac{h^2 - y_T^2}{4} \right) + \frac{2b \Pi(\varepsilon_{\max} - \varepsilon_T)}{h - y_T} \left( \frac{h^3 - y_T^3}{3} \right) = \\
&= 2b \frac{E}{\rho} \frac{y_T^3}{3} + b \sigma_T \left( \frac{h^2}{4} - y_T^2 \right) - \\
&\quad - \left\{ \frac{b \Pi(\varepsilon_{\max} - \varepsilon_T)}{h - y_T} y_T \right\} \left( \frac{h^2}{4} - y_T^2 \right) + \frac{2b \Pi(\varepsilon_{\max} - \varepsilon_T)}{h - y_T} \left( \frac{h^3 - y_T^3}{3} \right) = \\
&= \frac{2}{3} b \sigma_T y_T^2 + \frac{1}{4} b \sigma_T h^2 - b \sigma_T y_T^2 - \frac{b \Pi y_T}{\rho} \left( \frac{h^2}{4} - y_T^2 \right) + \frac{2b \Pi}{\rho} \left( \frac{h^3 - y_T^3}{3} \right) = \\
&= \frac{1}{4} b \sigma_T h^2 - \frac{1}{3} b \sigma_T y_T^2 - \frac{b \Pi y_T}{\rho} \left( \frac{h}{2} - y_T \right) \left( \frac{h}{2} + y_T \right) + \frac{2b \Pi}{3\rho} \left( \frac{h}{2} - y_T \right) \left( \frac{h^2}{4} + \frac{h y_T}{2} + y_T^2 \right) = \\
&= \frac{1}{4} b \sigma_T h^2 - \frac{1}{3} b \sigma_T y_T^2 + \frac{b \Pi}{\rho} \left( \frac{h}{2} - y_T \right) \left( -\frac{h y_T}{2} - y_T^2 + \frac{h^2}{6} + \frac{h y_T}{3} + \frac{2 y_T^2}{3} \right) = \\
&= \frac{1}{4} b \sigma_T h^2 - \frac{1}{3} b \sigma_T y_T^2 + \frac{b \Pi}{\rho} \left( \frac{h}{2} - y_T \right) \left( \frac{h^2}{6} - \frac{h y_T}{6} - \frac{y_T^2}{3} \right), \\
M &= \frac{1}{4} b h^2 \sigma_T - \frac{1}{3} b \rho^2 \frac{\sigma_T^3}{E^2} + \frac{b \Pi}{6} \left( \frac{h}{2\rho} - \frac{\sigma_T}{E} \right) \left( h^2 - h \rho \frac{\sigma_T}{E} - 2\rho^2 \frac{\sigma_T^2}{E^2} \right), \\
M &= \frac{1}{4} b h^2 \sigma_T - \frac{1}{3} b \rho^2 \frac{\sigma_T^3}{E^2} + \frac{b \Pi}{3\rho} \left( \frac{h}{2} - \frac{\sigma_T \rho}{E} \right)^2 \left( h + \frac{\sigma_T \rho}{E} \right).
\end{aligned}$$

Если при растяжении и сжатии металл листа имеет разные модули упрочнения, то

$$\begin{aligned}
M &= \frac{1}{4} b h^2 \sigma_T - \frac{1}{3} b \rho^2 \frac{\sigma_T^3}{E^2} + \frac{b(\Pi_p + \Pi_c)}{12} \left( \frac{h}{2\rho} - \frac{\sigma_T}{E} \right) \left( h^2 - h \rho \frac{\sigma_T}{E} - 2\rho^2 \frac{\sigma_T^2}{E^2} \right), \\
M &= \frac{1}{4} b h^2 \sigma_T - \frac{1}{3} b \rho^2 \frac{\sigma_T^3}{E^2} + \frac{b(\Pi_p + \Pi_c)}{6\rho} \left( \frac{h}{2} - \frac{\sigma_T \rho}{E} \right)^2 \left( h + \frac{\sigma_T \rho}{E} \right).
\end{aligned}$$

где  $\Pi_p$  и  $\Pi_c$  — модули упрочнения металла листа при растяжении и сжатии.

Полученной формулой можно пользоваться только в зоне упругопластических деформаций листа, когда

$$M \geq \frac{1}{6} b h^2 \sigma_T.$$

**Кривизна листа.** Действительно, при чисто упругих деформациях листа, когда пластическая зона отсутствует, кривизна определяется по формулам, выведенным в предположении о линейной зависимости  $\sigma$  и  $\varepsilon$ :

$$\frac{1}{\rho} = \frac{M}{EI_x} = \frac{12M}{Eh^3b}, \quad M = \frac{Eh^3b}{12\rho}.$$

Чисто упругие деформации листа наблюдаются, если

$$\sigma = \frac{6M}{bh^2} < \sigma_T, \quad M < \frac{1}{6}bh^2\sigma_T.$$

Зависимость кривизны  $1/\rho$  от момента  $M$  показана на рис. 3.

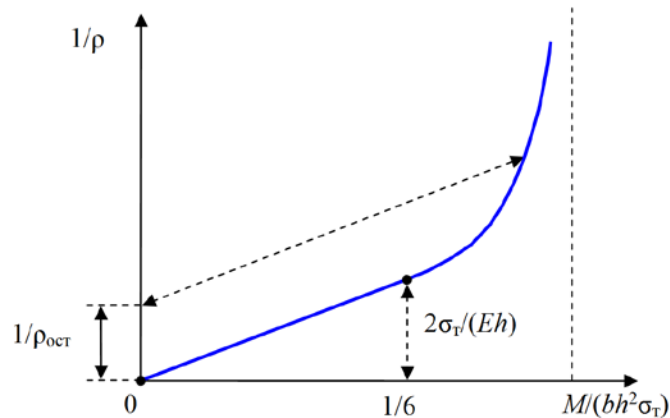


Рис. 3. Зависимость кривизны от изгибающего момента

Из полученных выше выражений можно найти остаточную кривизну нейтральной плоскости листа  $\rho_{ост}$ , которую лист сохраняет после разгрузки:

$$\frac{1}{\rho_{ост}} = \frac{1}{\rho} - \frac{12M}{Eh^3b}.$$

где  $M$  – величина изгибающего момента при нагрузке.

**Коэффициент пружинения листа.** Остаточный радиус кривизны нейтральной плоскости листа  $\rho_{ост}$  и коэффициент пружинения нейтральной плоскости листа  $\beta$  определяются из уравнений

$$\beta = \frac{1}{1 - \left[ \frac{3\rho\sigma_T}{hE} - \frac{4\rho^3\sigma_T^3}{h^3E^3} + \frac{\rho(\Pi_p + \Pi_c)}{h^3E} \left( \frac{h}{2\rho} - \frac{\sigma_T}{E} \right) \left( h^2 - h\rho\frac{\sigma_T}{E} - 2\rho^2\frac{\sigma_T^2}{E^2} \right) \right]},$$

$$\beta = \frac{1}{1 - \left[ 3\left( \frac{\rho\sigma_T}{hE} \right) - 4\left( \frac{\rho\sigma_T}{hE} \right)^3 + \frac{(\Pi_p + \Pi_c)}{2E} \left( 1 - 3\left( \frac{\rho\sigma_T}{hE} \right) + 4\left( \frac{\rho\sigma_T}{hE} \right)^3 \right) \right]},$$

$$\rho_{ост} = \beta \rho,$$

$$\frac{1}{\rho_{ост}} = \frac{1}{\rho} - \frac{3\sigma_T}{hE} + \frac{4\rho^2\sigma_T^3}{h^3E^3} - \frac{(\Pi_p + \Pi_c)}{h^3E} \left( \frac{h}{2\rho} - \frac{\sigma_T}{E} \right) \left( h^2 - h\rho\frac{\sigma_T}{E} - 2\rho^2\frac{\sigma_T^2}{E^2} \right),$$

$$\frac{1}{\rho_{ост}} = \frac{1}{\rho} - 3\left( \frac{\rho\sigma_T}{hE} \right) + 4\left( \frac{\rho\sigma_T}{hE} \right)^3 - \frac{(\Pi_p + \Pi_c)}{2E} \left( 1 - 3\left( \frac{\rho\sigma_T}{hE} \right) + 4\left( \frac{\rho\sigma_T}{hE} \right)^3 \right).$$

**Остаточные напряжения в стенке листа.** Остаточные напряжения показаны на рис. 4.

Наибольшие остаточные напряжения равны

$$\sigma_{ост}^1 = \sigma_T + \Pi(\varepsilon_{max} - \varepsilon_T) - \frac{6M}{bh^2}, \quad \sigma_{ост}^2 = \sigma_T - \frac{12M\sigma_T\rho}{bh^3E}.$$

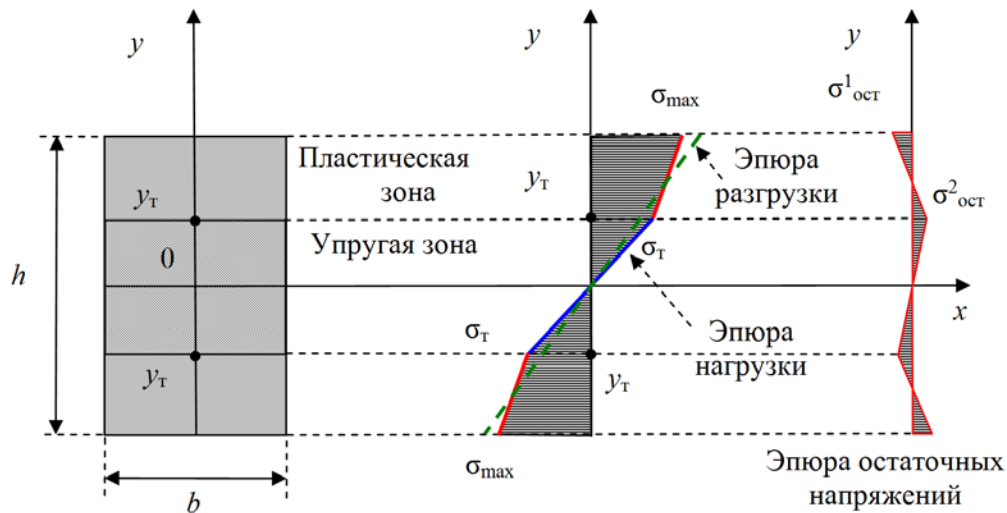


Рис. 4. Остаточные напряжения после распруживания листа

Отметим, что полученные остаточные напряжения являются самоуравновешенными – после разгрузки нормальная сила и изгибающий момент поперечного сечения листа равны нулю.

**Изгиб стального листа при формовке труб большого диаметра.** Вышеполученные результаты могут быть применены при формовке стальных труб большого диаметра на прессах [1–4]. На рис. 5 показан изгиб кромки стального листа на кромкогибочном прессе SMS Meer при производстве труб большого диаметра.



Рис. 5. Изгиб кромки стального листа на кромкогибочном прессе SMS Meer

На рис. 6 показан изгиб стального листа на трубоформовочном прессе SMS Meer при производстве труб большого диаметра.

**Производственные дефекты при изгибе (формовке) стального листа.** Процесс формовки трубной заготовки из толстого стального листа по схеме JCOE изучался в работах [5-67]. Перед формовкой труб стальной лист правят на многороликовых листопрямительных машинах [1–4, 11-13]. Дефект образования гофра продольной кромки стального листа на кромкогибочном прессе изучался в работах [11–13, 27, 30, 34, 56], дефект несплавления сварного продольного шва при сборке трубы изучался в работах [11–13, 10, 23], дефект «точка перегиба» при изгибе стального листа

на трубоформовочном прессе – в [11–13, 25, 44, 60], дефект стального листа раскатной пригар с риской — в [11–13, 24, 29, 45].



Рис. 6. Изгиб стального листа на трубоформовочном прессе SMS Meer

Литература:

1. Павлов, И. М., Федосов Н. М., Северденко В. П. и др. Обработка металлов давлением. — М.: Metallurgizdat, 1955. — 484 с.
2. Целиков, А. И., Полухин П. И., Гребеник В. М. и др. Машины и агрегаты металлургических заводов. Т. 3. Машины и агрегаты для производства и отделки проката. — М.: Металлургия, 1981. — 576 с.
3. Королев, А. А. Конструкция и расчет машин и механизмов прокатных станов. — М.: Металлургия, 1985. — 376 с.
4. Шевакин, Ю. Ф., Глейберг А. З. Производство труб. — М.: Металлургия, 1968. — 440 с.
5. Мокроусов, В. И. Формовка плоской стальной заготовки на трубном прессе // Молодой ученый. 2015. № 15 (95). с. 133–136.
6. Мокроусов, В. И. К вопросу о гибке стальной цилиндрической заготовки // Молодой ученый. 2015. № 16 (96). с. 202–205.
7. Мокроусов, В. И. К вопросу о пошаговой формовке изогнутого стального листа // Молодой ученый. 2015. № 17 (97). с. 199–204.
8. Мокроусов, В. И. К вопросу о разрушении стальных труб большого диаметра при дефекте риска на внешней поверхности трубы // Молодой ученый. 2015. № 18 (98). с. 168–172.

9. Мокроусов, В. И. Влияние на прочность стальных толстостенных труб дефекта риска на внутренней поверхности // Молодой ученый. 2015. № 19 (99). с. 148–153.
10. Мокроусов, В. И. Прочность стальных труб при дефекте внешней фаски продольного сварного шва // Молодой ученый. 2015. № 20 (100). с. 44–49.
11. Шинкин, В. Н. Сопротивление материалов для металлургов. — М: Изд. Дом МИСиС, 2013. — 655 с.
12. Шинкин, В. Н. Механика сплошных сред для металлургов. — М: Изд. Дом МИСиС, 2014. — 628 с.
13. Шинкин, В. Н. Сопротивление материалов. Простые и сложные виды деформаций в металлургии. — М: Изд. Дом МИСиС, 2008. — 307 с.
14. Шинкин, В. Н. Теоретическая механика для металлургов. — М: Изд. Дом МИСиС, 2012. — 679 с.
15. Буланов, Э. А., Шинкин В. Н. Механика. Вводный курс. — М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2013. — 172 с.
16. Шинкин, В. Н. Математическая модель правки стальной полосы на пятироликовой листопрямильной машине фирмы Fagor Arrasate // Молодой ученый. 2015. № 8 (88). с. 344–349.
17. Шинкин, В. Н. Правка толстой стальной полосы на одиннадцатироликовой листопрямильной машине линии поперечной резки фирмы Fagor Arrasate // Молодой ученый. 2015. № 9 (89). с. 359–365.
18. Шинкин, В. Н. Расчет технологических параметров правки тонкой стальной полосы на пятнадцатироликовой листопрямильной машине фирмы Fagor Arrasate // Молодой ученый. 2015. № 10 (90). с. 361–366.
19. Шинкин, В. Н. Холодная правка толстого стального листа на девятироликовой машине фирмы SMS Siemag на металлургическом комплексе стан 5000 // Молодой ученый. 2015. № 11 (91). с. 467–472.
20. Шинкин, В. Н. Четырехроликовый режим холодной правки толстого стального листа на пятироликовой листопрямильной машине фирмы Fagor Arrasate // Молодой ученый. 2015. № 12 (92). с. 356–361.
21. Шинкин, В. Н. Упругопластическая деформация металлического листа на трехвалковых вальцах // Молодой ученый. 2015. № 13 (93). с. 225–229.
22. Шинкин, В. Н. Шестироликовый режим предварительной правки стальной полосы на листопрямильной машине фирмы Fagor Arrasate // Молодой ученый. 2015. № 14 (94). с. 205–211.
23. Шинкин, В. Н. Определение критических давлений магистральных газонефтепроводов при частичном расплавлении продольного сварного шва стальных толстостенных труб // Молодой ученый. 2015. № 15 (95). с. 222–227.
24. Шинкин, В. Н. Критерий разрушения труб при дефекте раскатной пригар // Молодой ученый. 2015. № 16 (96). с. 261–265.
25. Шинкин, В. Н. Дефект перегиба стальной заготовки на трубоформовочном прессе // Молодой ученый. 2015. № 17 (97). с. 318–323.
26. Шинкин, В. Н. Подгибка кромок стального листа по эвольвенте // Молодой ученый. 2015. № 18 (98). с. 231–237.
27. Шинкин, В. Н. Критерий образования гофра при формовке стального листа на кромкогибочном прессе SMS Meer // Молодой ученый. 2015. № 19 (99). с. 238–243.
28. Шинкин, В. Н. Остаточные напряжения при экспандировании стальной трубы // Молодой ученый. 2015. № 20 (100). с. 88–93.
29. Шинкин, В. Н. Разрушение стальных труб при дефекте раскатанный пригар с риской // Молодой ученый. 2015. № 22 (102).
30. Шинкин, В. Н. Гофр продольной кромки листа при его формовке на кромкогибочном прессе // Машиностроение и безопасность жизнедеятельности. 2009. Вып. 6. с. 171–174.
31. Шинкин, В. Н., Уандыкова С. К. Гибка стальной листовой заготовки на кромкогибочном прессе при производстве труб большого диаметра // Известия Кыргызского государственного технического университета им. И. Раззакова. 2009. № 16. с. 110–112.
32. Шинкин, В. Н., Коликов А. П. Моделирование процесса формовки заготовки для труб большого диаметра // Сталь. 2011. № 1. с. 54–58.
33. Шинкин, В. Н., Коликов А. П. Моделирование процесса пластического формоизменения листовой заготовки для производства труб большого диаметра // Обработка металлов давлением, 2011. № 3 (28). с. 7–11.
34. Шинкин, В. Н., Коликов А. П. Формовка листовой заготовки в кромкогибочном прессе и условие возникновения гофра при производстве труб магистральных трубопроводов // Производство проката. 2011. № 4. с. 14–22.
35. Шинкин, В. Н. Математическое моделирование процессов производства труб большого диаметра для магистральных трубопроводов // Вестник Саратовского государственного технического университета. 2011. № 4 (62). Вып. 4. с. 69–74.
36. Шинкин, В. Н., Коликов А. П. Упругопластическое формоизменение металла на кромкогибочном прессе при формовке труб большого диаметра // Сталь. 2011. № 6. с. 53–56.

37. Шинкин, В. Н., Коликов А. П. Модель пластического формоизменения кромок листовой заготовки при производстве труб большого диаметра для магистральных трубопроводов // Известия вузов. Черная металлургия. 2011. № 9. с. 45–49.
38. Шинкин, В. Н., Коликов А. П. Моделирование процессов экспандирования и гидроиспытания труб большого диаметра для магистральных трубопроводов // Производство проката. 2011. № 10. с. 12–19.
39. Шинкин, В. Н., Коликов А. П., Барыков А. М. Технологические расчеты процессов производства труб большого диаметра по технологии SMS Meer // Металлург. 2011. № 11. с. 77–81.
40. Shinkin, V. N., Kolikov A. P. Simulation of the shaping of blanks for large-diameter pipe // Steel in Translation. 2011. Vol. 41. No. 1. P. 61–66.
41. Shinkin, V. N., Kolikov A. P. Elastoplastic shaping of metal in an edge-ending press in the manufacture of large-diameter pipe // Steel in Translation. 2011. Vol. 41. No. 6. P. 528–531.
42. Шинкин, В. Н., Барыков А. М., Коликов А. П., Мокроусов В. И. Критерий разрушения труб большого диаметра при несплавлении сварного соединения и внутреннем давлении // Производство проката. 2012. № 2. с. 14–16.
43. Шинкин, В. Н., Коликов А. П., Мокроусов В. И. Расчет максимальных напряжений в стенке трубы при экспандировании с учетом остаточных напряжений заготовки после трубоформовочного пресса SMS Meer // Производство проката. 2012. № 7. с. 25–29.
44. Шинкин, В. Н. Критерий перегиба в обратную сторону свободной части листовой заготовки на трубоформовочном прессе SMS Meer при производстве труб большого диаметра // Производство проката. 2012. № 9. с. 21–26.
45. Шинкин, В. Н., Мокроусов В. И. Критерий разрыва труб газонефтепроводов при дефекте раскатной пригар с риской // Производство проката. 2012. № 12. с. 19–24.
46. Shinkin, V. N., Kolikov A. P. Engineering calculations for processes involved in the production of large-diameter pipes by the SMS Meer technology // Metallurgist. 2012. Vol. 55. Nos. 11–12. P. 833–840.
47. Шинкин, В. Н., Федотов О. В. Расчет технологических параметров правки стальной горячекатаной рулонной полосы на пятироликовой машине линии поперечной резки фирмы Fagor Arrasate // Производство проката. 2013. № 9. с. 43–48.
48. Шинкин, В. Н., Барыков А. М. Расчет технологических параметров холодной правки стального листа на девятироликовой машине SMS Siemag металлургического комплекса стан 5000 // Производство проката. 2014. № 5. с. 7–15.
49. Шинкин, В. Н. Расчет технологических параметров правки стального листа на одиннадцатироликовой листопрямильной машине линии поперечной резки фирмы Fagor Arrasate // Производство проката. 2014. № 8. с. 26–34.
50. Шинкин, В. Н., Барыков А. М. Расчет формы трубной заготовки при гибке на кромкогибочном и трубоформовочном прессах фирмы SMS Meer при производстве труб большого диаметра по схеме JCOE // Производство проката. 2014. № 12. с. 13–20.
51. Шинкин, В. Н., Борисевич В. Г., Федотов О. В. Холодная правка стального листа в четырехроликовой листопрямильной машине // В сборнике: Глобализация науки: проблемы и перспективы. Том 2. — Уфа: Башкирский государственный университет, 2014. — с. 119–121.
52. Шинкин, В. Н. Математическая модель правки тонкого стального листа на пятнадцатироликовой листопрямильной машине линии поперечной резки фирмы Fagor Arrasate // Производство проката. 2015. № 1. с. 42–48.
53. Шинкин, В. Н., Барыков А. М. Гибка стального листа на трубоформовочном прессе при производстве труб большого диаметра // Сталь. 2015. № 4. с. 38–42.
54. Шинкин, В. Н. Производство труб большого диаметра по схеме JCOE фирмы SMS Meer для магистральных трубопроводов // Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук. 2015. № 3–1. с. 64–67.
55. Шинкин, В. Н. Расчет технологических параметров кромкогибочного пресса фирмы SMS Meer // Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук. 2015. № 4–1. с. 114–119.
56. Шинкин, В. Н. Математический критерий возникновения гофра при формовке стальной листовой заготовки на кромкогибочном прессе SMS Meer // Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук. 2015. № 5–1. с. 96–99.
57. Шинкин, В. Н. Расчет усилий трубоформовочного пресса SMS Meer при изгибе плоской толстой стальной заготовки при производстве труб большого диаметра // Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук. 2015. № 6–1. с. 115–118.
58. Шинкин, В. Н. Оценка усилий трубоформовочного пресса SMS Meer при изгибе стальной цилиндрической заготовки // Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук. 2015. № 7–1. с. 74–78.
59. Шинкин, В. Н., Барыков А. М. Сила давления пуансона трубоформовочного пресса SMS Meer при изгибе частично изогнутой толстой стальной заготовки // Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук. 2015. № 8–1. с. 78–83.

60. Шинкин, В. Н., Барыков А. М. Математический критерий перегиба стальной заготовки на трубоформовочном прессе SMS Meeg // Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук. 2015. № 9—1. с. 73—77.
61. Шинкин, В. Н. Влияние остаточных напряжений на прочность металла при экспандировании стальной заготовки // Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук. 2015. № 10—1.
62. Шинкин, В. Н., Барыков А. М. Правка толстой стальной полосы на пятироликовой листопрямительной машине // Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук. 2015. № 11—1.
63. Шинкин, В. Н. Формовка стального листа на вальцах трехвалковых // Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук. 2015. № 11—1.
64. Шинкин, В. Н. Расчет кривизны стального листа при холодной правке на одиннадцатирولیковой машине // Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук. 2015. № 12—1.
65. Шинкин, В. Н. Оценка критических давлений при разрушении стальных труб магистральных газонефтепроводов при несплавлении сварного соединения // Современная наука: актуальные проблемы теории и практики. Серия: Естественные и технические науки. 2015. № 5—6. с. 7—11.
66. Осадчий, В. Я., Вавилин А. С., Зимовец В. Г., Коликов А. П. Технология и оборудование трубного производства. — М.: Интермет Инжиниринг, 2007. — 560 с.
67. Коликов, А. П., Романцев Б. А. Теория обработки металлов давлением. — М.: Изд. Дом МИСиС, 2015. — 451 с.

## Методические указания по проведению экспертных обследований системы газоаналитической шахтной многофункциональной «Микон 1Р»

Морозов Олег Алексеевич, эксперт;  
Киселев Василий Юрьевич, эксперт;  
Буллер Владимир Петрович, эксперт

АНО «Региональный центр промышленной безопасности и охраны труда»

В настоящих «Методических указаниях...» рассмотрены вопросы, подлежащие проверке (анализу) при проведении экспертного обследования Системы «Микон 1Р», а именно:

В настоящих «Методических указаниях...» рассмотрены вопросы, подлежащие проверке (анализу) при проведении экспертного обследования Системы «Микон 1Р», а именно:

- наличие на предприятии проектной документации;
- наличие и ведение эксплуатационной документации;
- соответствие требованиям численности и компетентности персонала по обслуживанию Системы «Микон 1Р»;
- соответствие нормам количества и правильности размещения составных частей Системы «Микон 1Р» в выработках шахты и на поверхности;
- организация на предприятии технического обслуживания Системы «Микон 1Р»;
- обеспеченность персонала по обслуживанию Системы инструментом, измерительными приборами;
- проведение контрольных проверок фактического состояния элементов Системы (аппаратов, датчиков), применяемых на предприятии.

В «Методических указаниях...» даны ссылки на разделы и номера пунктов «Руководства по оборудованию и эксплуатации Системы газоаналитической шахтной многофункциональной «Микон 1Р» (г. Екатеринбург, 1997—2008), на номера приложений к этому «Руководству...», а

также на номера пунктов Федеральных норм и правил в области промышленной безопасности «Правил безопасности в угольных шахтах» от 19.11.2013г № 550 (с изменениями от 02.04.2015г. № 129).

До проведения экспертного обследования должен быть подготовлен бланк рабочей карты с учетом требований настоящих Методических указаний, который следует заполнить в соответствии с фактически проведенными проверками.

### 1. Проектная и эксплуатационная документация

1. Наличие утвержденной в установленном порядке проектной документации (пояснительная записка и графическая часть); (п. 2.3.2 «Руководства...»).

2. Наличие акта комиссионной приемки аппаратуры Системы «Микон 1Р» в эксплуатацию, (п. 2.4.2.1 «Руководства...», приложение 32).

3. Наличие приказов по шахте:

3.1. Приказ о назначении ответственных за правильность установки, эксплуатации, своевременность переноски, постоянное функционирование датчиков метана, целость и сохранность аппаратуры, правильное размещение (п. 2.1.2.6; п. 3.1.2 «Руководства...»).

3.2. Приказ о создании группы обслуживания и эксплуатации Системы, (п.3.2.1 «Руководства...»).

3.3. Приказ о назначении пользователей Системы, (п.2.3.2.12 «Руководства...»).

4. Наличие на участке АБ шахты:

- соответствующих разделов проектов участков;



— схемы вентиляции с указанием датчиков и их установок, объектов воздействия и маршрутов электрослесарей;

— графиков технического обслуживания и поверок;  
— журнала эксплуатации Системы;  
— журнала оператора Системы, (п. 3.1.4 «Руководства...»)

5. Наличие отчетных документов об измерении (ежеквартально) сечений выработок в местах измерения скорости воздуха, (п. 3.2.9 «Руководства...»).

6. Разрешенные на применение в Системе кабели. ФН и П «Правила безопасности в угольных шахтах» от 19.11.2013г.(с изменениями от 02.04.2015г.) п.422.

7. Журналы. Сведения о соответствии кабелей по индуктивности и емкости, (п. 2.1.3.2; п. 2.3.2.6 «Руководства...»).

8. Паспорт Системы «Микрон 1 Р»

9. Паспорта составных элементов Системы (ДМС 03, СДОУ 01, СДТГ, СДСВ 01 и др.). П. 2.1.3.9 «Руководства...».

10. Руководствазавода-изготовителяпо эксплуатации элементов Системы (п. 2.4.1.1; п. 2.4.1.2 «Руководства...»).

11. Сведения о проверках контрольными группами электрослесарей шахты состояния:

— взрывозащиты аппаратов Системы. ФН и П «Правила безопасности в угольных шахтах» от 19.11.2013г.(с изменениями от 02.04.2015г.) п.п.403–404;

— заземляющей сети. п. 460 Ф Н и П «Правила безопасности в угольных шахтах» от 19.11.2013г.(с изменениями от 02.04.2015г.),

12. Документы, определяющие минимальные размеры резерва элементов Системы (п. 2.3.5 «Руководства...»).

13. Сведения о ремонтных предприятиях (сервисных центрах), обслуживающих Систему (аппараты, датчики, приборы), смонтированной на шахте, (п. 2.1.6; п. 4.2.3 «Руководства...»).

14. Хранение архивных данных, собираемых Системой, (п. 3.4.7 «Руководства...»).

15. Сведения о поверках Системы, (раздел 3.5 «Руководства...»).

16. Сведения о рекламациях, направленных на предприятие — изготовители составных элементов Системы.

## 2. Сведения о группе обслуживания и эксплуатации Системы

1. Соответствие группы обслуживания Системы по численности и по квалификации членов группы требованиям раздела 3.2. «Руководства...».

2. Наличие схем маршрутов для электрослесарей группы обслуживания, (п. 3.3.1 «Руководства...»).

3. Своевременность регистрации инженером-оператором (оператором) Системы информации от маршрутных электрослесарей по результатам осмотра элементов Системы и доведения этой информации до руководства участка АБ, (п. 3.2.6 «Руководства...»).

4. Принятая по шахте организация передачи сведений от инженера-оператора (оператора) Системы начальнику

АБ горному диспетчеру случаев загазирования выработок, остановки вентиляторов, отключения электроэнергии, (п. 3.4.4 «Руководства...»).

5. Ведение инженером-оператором:

— «Журнала плановой проверки Системы»;

— журнала «Эксплуатация и обслуживание Системы», (п. 3.3.9 «Руководства...»).

6. Наличие и соблюдение графиков:

— плано-профилактических (ежеквартальных) работ;

— еженедельных осмотров аппаратуры;

— периодической ревизии датчиков и градуировки их, (п. 3.2.6; п. 3.2.8; п. 3.3.6; п. 3.3.7 «Руководства...»).

7. Своевременность проведения поверок Системы (раздел 3.5 «Руководства...»).

8. Своевременность заполнения паспортов элементов Системы (повреждения, меры по устранению их, сведения о техническом обслуживании). П.п. 2.1.5.5; 2.1.3.9; 2.1.6.8; 4.2.6 «Руководства...».

9. Организация технического обслуживания центрального сервера, системных блоков, вычислительных устройств (п. 3.3.12 «Руководства...»).

10. Оснащенность помещений, отведенных для мастерских по ремонту аппаратуры газового контроля, оборудованием, приборами, инструментом (п. 3.3.10 «Руководства...»).

11. Наличие (в слесарной КИП) баллонов с отличительной цветной маркировкой для поверочных газовых смесей (ПГС) и бирками (с информацией о содержащихся в баллонах ПГС). Своевременность поверки баллонов, п. 3.3.3 «Руководства...»).

12. Организация «цикловки» аккумуляторов источников питания с регистрацией проведенных работ, (п. 2.4.1.5 «Руководства...»).

13. Оснащенность персонала приборами, принадлежностями, (п.1.5.2, табл. 13 «Руководства...»).

## 3. Состояние оборудования Системы (аппаратов, приборов, датчиков) по результатам контрольного осмотра

При контрольном осмотре должно быть оценено:

3.1. Соответствие Проекту смонтированного оборудования Системы по числу аппаратов, датчиков и местам установки их, (п.п. 2.3.2.1; 2.3.2.5.1; 2.5.2; рис.7; п. 2.5.3, рис.8 «Руководства...»).

3.2. Соответствие нормам взрывозащиты аппаратов, заземляющих устройств, пломбирование (п.п. 1.6.2; 2.1.5.2; 2.1.5.3; 2.4.10 «Руководства...», п.п. 408, 460 ФН и П «Правила безопасности в угольных шахтах» от 19.11.2013г.(с изменениями от 02.04.2015г.).

3.3. Соответствие показаний концентрации метана на дисплее датчика с показаниями на мониторе наземной части Системы и контрольного метанометра (п. 3.3.2 «Руководства...»).

3.4. Правильность действия сигнала и срабатывания на отключение с использованием метано-воздушной смеси (выборочно), (п. 3.3.3 «Руководства...»).

3.5. Соответствие кабельных сетей кабельному журналу, (п. 2.3.2.6 «Руководства...»).

3.6. Соответствие нормам прокладки кабелей с искробезопасными цепями (отдельно от кабелей с искробезопасными цепями), (п.п. 2.1.4.7; 2.1.4.8 «Руководства...»).

3.7. Принятый на шахте порядок сращивания кабелей Системы, (п. 2.1.4.10 «Руководства...»).

3.8. Наличие фактического резерва элементов Системы, (п. 2.3.5 «Руководства...»).

#### Примечание:

В «Руководстве по оборудованию... «Микон 1Р» упомянуты «Методические рекомендации о порядке проведения аэрогазового контроля в угольных шахтах», (РД 15–06–2006), которые утратили силу. Следует руководствоваться «Положением об аэрогазовом контроле в угольных шахтах» (утв. Приказом Ростехнадзора России от 01.12.2011 г. № 678. Зарегистрирован в Минюсте 29.12.2011 г. рег. № 22812).

#### Литература:

1. Федеральные нормы и правила в области промышленной безопасности «Правила безопасности в угольных шахтах» от 19.11.2013г № 550 (с изменениями от 02.04.2015 г. № 129).
2. «Положение об аэрогазовом контроле в угольных шахтах» (утв. Приказом Ростехнадзора России от 01.12.2011 г. № 678.).
3. «Руководство по оборудованию и эксплуатации Системы газоаналитической шахтной многофункциональной «Микон 1Р» (ООО «Ингортех»).

## Предпосылки к модернизации машинно-тракторного парка сельскохозяйственных предприятий

Морозов Олег Анатольевич, кандидат технических наук  
Государственный аграрный университет Северного Зауралья (г. Тюмень)

Социально-экономические изменения в мире за последние годы приводят к предпосылкам ускоренного развития аграрного производства России.

Согласно доктрине продовольственной безопасности Российской Федерации, которая предусматривает достижение уровня производства сельхозпродукции в стране в объемах от потребления (не менее): зерна — 95%, сахара — 80%, растительного масла — 80%, мяса и мясопродуктов (в пересчете на мясо — 85%, молока и молочных продуктов (в пересчете на молоко) — 90%, рыбной продукции — 80%, картофеля-95%, соли пищевой — 85%, необходимо обратить особое внимание на состояние машинно-тракторного парка.

Рост объемов производства и повышение конкурентоспособности сельскохозяйственной продукции будет обеспечиваться за счет ускоренного развития приоритетных подотраслей сельского хозяйства. Одной из важнейших подотраслей является сельскохозяйственное машиностроение, снабжающее сельское хозяйство необходимым объемом оборудования для обеспечения роста производительности труда, повышения объема урожая и выходной продукции животноводства. Развитое сельскохозяйственное машиностроение позволяет снизить себестоимость продукции АПК, улучшить качество и конкурентоспособность.

Последние 15–17 лет на территории России наблюдается сокращение земельного потенциала сельского хозяй-

ства, разрушение технической базы, потери кадрового потенциала, истощение земель и т.д.

Интенсивные шаги развития, расширения и модернизации машиностроения в АПК могут привести к росту сельскохозяйственных отраслей в России.

Согласно стратегии машинно-технологической модернизации сельского хозяйства России на период до 2020 года [1] определены следующие приоритетные задачи:

1. Обеспечить рост производительности труда не менее чем в 4 раза, в том числе путем:

— технологического перевооружения сельского хозяйства, повысив в 1,6–1,7 раза продуктивность отраслей растениеводства и животноводства и достигнув по этому индикатору среднемировых показателей;

— увеличения валового производства сельскохозяйственной продукции в 1,9–2 раза, используя для этого, кроме интенсивных факторов, имеющийся не вовлеченный в оборот земельный потенциал;

— технического перевооружения отрасли машинами нового поколения, позволяющими обеспечить более чем двукратное увеличение среднеотраслевой нагрузки на работника машинно-технологической сферы;

2. Обеспечить российскому агрокомплексу техническую безопасность за счет национального сельхозмашиностроения (не менее 80%);

3. Поднять уровень технологических и технических знаний в отрасли путем создания системы инновацион-

ного развития, модернизации процесса подготовки кадров как основы формирования инновационной агроэкономики;

4. Увеличить доступность населения к продовольствию, обеспечить развитие территорий.

Техническая оснащенность АПК России за период 2007–2015 годы характеризуется значительной разномарочностью техники, тракторы 12 фирм (150 моделей), зерноуборочные комбайны у 8 фирм (96 моделей). Это приводит к сложности технического обслуживания техники и поддержания в исправном состоянии, а также к увеличению требований к квалификации сервисных специалистов.

К вопросу перевооружения технического оснащения отраслей животноводства и растениеводства можно приступать после анализа тягово-энергетического парка. Развитие отечественного тракторостроения и сельскохозяйственного машиностроения позволит снизить зависимость агропромышленного комплекса от импорта машин и оборудования.

Оптимизация машинно-тракторного парка сельскохозяйственных предприятий будет зависеть от вида, объема возделываемых культур и применяемых технологий, а также от имеющегося поголовья животных.

Кроме этого учитывается эффективность использования трудовых, материально-технических, энергетических, биологических и финансовых ресурсов.

Особое внимание при комплектовании машинно-тракторного парка необходимо обратить на то, что современные прогрессивные технологии включают в себя условия управления производственными процессами. При возделывании сельскохозяйственных культур увеличить эффективность производства можно управляя производственным процессом в период вегетации растений и со-

зревания урожая. Кроме этого необходимо учитывать инновации в применении космомониторинга и геоинформационных систем в поточном земледелии.

Количественный и качественный состав машинно-тракторного парка должен определяться не только структурой сельскохозяйственного производства, но и учитывая многофункциональность, универсальность и комбинированность машин способных адаптироваться к изменяющимся условиям производства сельскохозяйственной продукции.

Универсально-комбинированные агрегаты требуют в своем составе высокоэнергонасыщенных тракторов. В период с 2009–2013 год доля импортных тракторов, закупаемых в АПК России составляла до 47% (не считая тракторов «Беларусь» и ХТЗ), что положительно сказалось на снижении процента использования тракторов за пределами амортизации и отрицательно — на отечественном производстве и импортозамещении. Хотя выпускаемые в настоящее время перспективные отечественные тракторы по технико-экономическим показателям в ряде случаев не уступают импортным аналогам, а по цене — в 2–3 раза дешевле.

Своевременная поддержка, региональными министерствами и департаментами совместно с Министерством сельского хозяйства России, предприятий производителей сельскохозяйственной продукции по закупке отечественных тракторов позволит частично решить проблему импортозамещения и обеспечить закупаемую технику более дешевыми запасными частями, своевременным квалифицированным техническим обслуживанием и снизить себестоимость конечной продукции АПК.

Одним из проблемных вопросов является производство сельскохозяйственных тракторов (шт.) в России за последние годы (рис. 1).

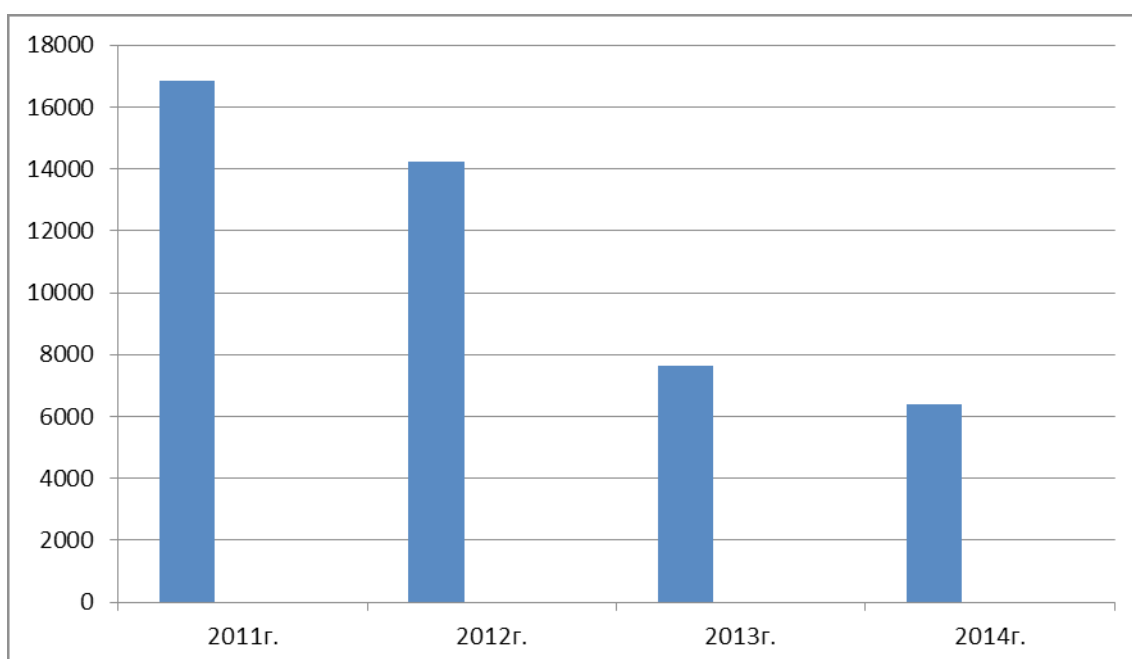


Рис. 1. Диаграмма производства сельскохозяйственных тракторов

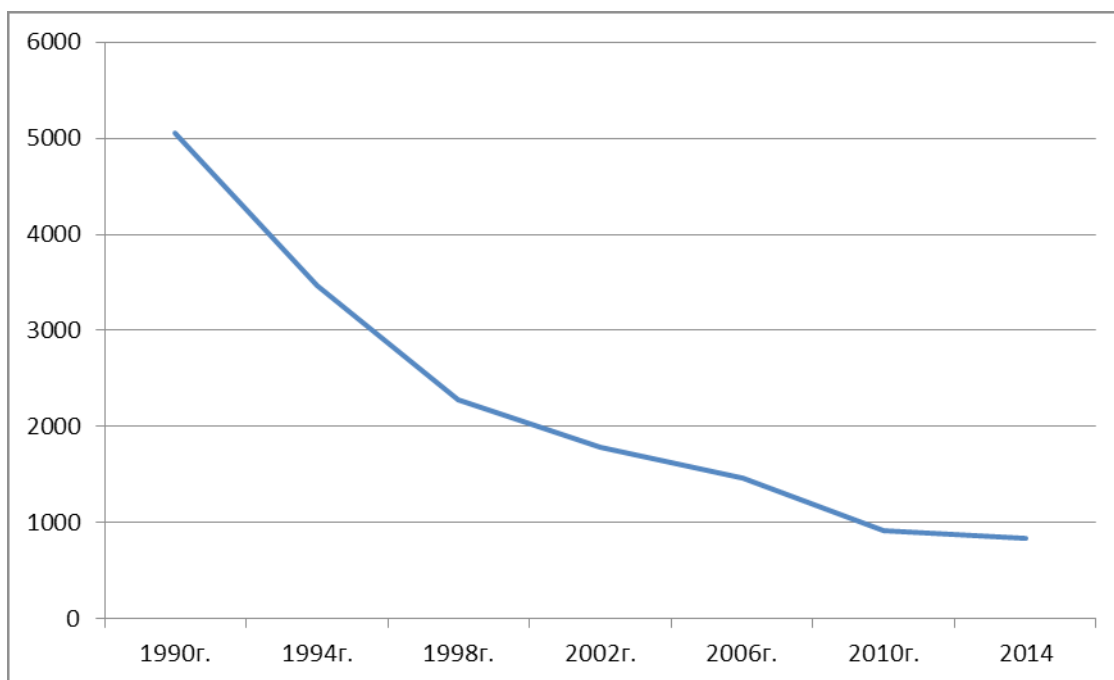


Рис. 2. Диаграмма выпуска сельскохозяйственной техники

За январь-сентябрь 2015 года отгрузка тракторов снизилась на 23,8% по сравнению с соответствующим периодом 2014 года. Всего отгружено 4611 тракторов.

Если не оказать поддержку и не разработать программу по стимулированию сельскохозяйственного производителя, то получим огромный дефицит тракторов, что приведет к уменьшению площадей пахотных земель и в целом сельскохозяйственного производства. Не лучшее положение обстоит и в области производства высокопроизводительных зерноуборочных комбайнов, а также кормозаготовительных комплексов.

Объемы производства зерноуборочных комбайнов в России за 9 месяцев текущего года упали на 29,9% по сравнению с соответствующим периодом 2014 года, выпущено 3434 единицы. Отгрузка зерноуборочных комбайнов снизилась на 3,7% против соответствующего периода прошлого года.

Огромным грузом навис дефицит тракторов за последние годы при реализации программы развития сельского хозяйства на 2008–2012 годы сельхозпроизводители приобрели 40–55% от плановых закупок. Например в 2010 году в России, по информации «Росагромаша», реализовано 19 тыс., а списано около 40 тысяч тракторов.

В объеме отечественного сельхозмашиностроения наблюдается сокращение парка машин и оборудования. По сравнению с 1990 годом в 2014 году количество выпу-

щенной сельскохозяйственной техники (тыс. шт.) сократилось более чем в 6 раз (рис. 2).

Данная тенденция привела к нехватке оборудования, а как следствие — к снижению производительности труда в сельском хозяйстве. Ежегодно происходит сокращение производства сельхозтехники на 10–12%.

Существующая тенденция привела к низкой обеспеченности техникой и показатель количества тракторов на 100 га. пашни упал с 2000 года с 7 тракторов до 4 тракторов по состоянию на 2014 год.

Недостаточность парка сельхозтехники ограничивает технические возможности сельхозпроизводителей и снижает производительность труда в сельском хозяйстве, что ведет к сложности сохранения существующих пахотных земель, не говоря о том, что необходимо восстанавливать заброшенные.

Исходя из вышесказанного для оптимизации и модернизации машинно-тракторного парка необходимо решить следующие задачи:

- определиться с основными прогрессивными технологиями и объемами возделываемых культур;
- рассмотреть вопрос автоматизации и механизации при контроле и управлении производственными процессами в период вегетации растений %
- увеличить требования к отечественному сельскохозяйственному машиностроению, которое может создавать конкурентоспособную технику.

#### Литература:

1. Стратегия машинно-технологической модернизации сельского хозяйства России на период до 2020 года. / В. Н. Фишин и др. - М.: ФГНУ «Росинформагротех». 2009. — 80 с.

2. Эффективность переоснащения сельхозпредприятий отечественными тракторами./Свиридова С. А., «Техника и оборудование для села» № 11, 2014 г.
3. Аналитика. Показатели анализа/ [Электронный ресурс]. Интерактивная витрина./Федеральная служба государственной статистики (Росстат).-Режим доступа: <http://cbsd.gks.ru/>.

## Перспективы использования бурого угля Ангренского месторождения в качестве сырья для получения синтез-газа

Мукольянц Арсен Артёмович, доцент;  
Эргашева Дильбар Кучкаровна, кандидат технических наук, доцент;  
Сотникова Ирина Владимировна, ассистент;  
Баротов Азизбек Анварович, бакалавр  
Ташкентский государственный технический университет (Узбекистан)

*В статье приводятся данные экспериментального исследования теплофизических характеристик бурого угля Ангренского месторождения, используя предложенный метод на основе квазистационарного теплового режима, сущность которого состоит в измерении температурного перепада на окружающий образец.*

**Ключевые слова:** бурый уголь, квазистационарный тепловой режим, диатермическая оболочка, эффективная теплоемкость, теплопроводность угля, пиролиз, синтез-газ.

Наиболее перспективными процессами переработки природного газа и твердых горючих ископаемых с целью получения жидких и твердых углеводородов являются их предварительное превращение в синтез-газ и последующий синтез из него углеводородов либо кислородсодержащих соединений.

Строгая экономия энергоресурсов возродила интерес ученых и промышленников к использованию альтернативного нефти сырья. Здесь первое место, бесспорно, принадлежит углю. Мировые запасы угля огромны, они, по различным оценкам, более чем в 50 раз превосходят нефтяные ресурсы, и их может хватить на сотни лет. Нет никаких сомнений, что в обозримом будущем использование синтез-газа будет играть ключевую роль не только и не столько для производства «угольных» топлив (здесь трудно пока конкурировать с нефтяным топливом), но прежде всего для целей органического синтеза. В связи, с чем значение процесса газификации снова стало возрастать.

В связи с этим перед авторами была поставлена задача исследования теплофизических характеристик бурого угля Ангренского месторождения как альтернативного источника получения синтез-газа.

Количество экспериментальных методов, применяемых для определения теплофизических характеристик твердых тел, в настоящее время достаточно много [1,2]. В то же время число методов, пригодных и действительно применяемых для определения теплоемкости, тепло — и температуропроводности твердых горючих ископаемых, сравнительно невелико, хотя они и разнообразны.

Все многообразие существующих методов нахождения коэффициентов тепло — и температуропроводности, а отчасти также методов определения теплоемкости основано на решениях дифференциального уравнения теплопроводности и уравнения Фурье:

$$\frac{\partial T}{\partial \tau} = \frac{\lambda}{\rho \cdot C} \cdot \left( \frac{\partial^2 T}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 T}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 T}{\partial z^2} \right) + \frac{W}{\rho \cdot C} = a \cdot \nabla^2 T + \frac{W}{\rho \cdot C} \quad (1)$$

$$q = -\lambda \cdot \text{grad } T = -\lambda \cdot \left( \frac{dT}{dn} \right) \cdot n_0, \quad (2)$$

Широкие возможности для изучения теплофизических свойств твердых топлив открывают методы квазистационарного теплового режима. Достоинством этих методов является легко осуществимая возможность широкотемпературных измерений. Квазистационарный режим, предполагающий линейное изменение температуры любой точки тела во времени, является переходным между начальным чисто нестационарным и последующим стационарным режимами.

Опыт по определению коэффициентов теплоемкости, теплопроводности методом квазистационарного теплового режима сводится к измерению фактической скорости нагрева  $b$  и градиента температуры. Последний, вследствие предпо-

лагаемого его постоянства, заменяется обычно конечной разностью температур  $\Delta T$  между двумя точками, удаленными на разное расстояние от оси симметрии тела.

Испытуемый образец в этом случае заключается в оболочку из материала с известными теплофизическими свойствами. В ходе опыта при линейном изменении температуры на поверхности оболочки измеряются температурные перепады в образце и на оболочке.

Одним из методов квазистационарного теплового режима по определению теплофизических величин является метод диатермической оболочки. Он удобен для измерения теплоемкости твердых горючих ископаемых в процессе пиролиза, так как позволяет за один опыт определить температурную зависимость эффективной теплоемкости и теплопроводности в широком температурном интервале [3].

Расчетная часть рассматриваемого метода сильно упрощается при использовании в качестве эталонного образца вещество с известными теплофизическими свойствами. В нашем случае чистый глинозем  $Al_2O_3$ .

Сущность метода состоит в измерении температурного перепада на окружающих образце и испытуемый материал оболочках из плохо проводящего материала и в самой толще образца и эталона в процессе нагрева системы с постоянной скоростью (т. е. в квазистационарном режиме).

Расчетная формула для теплоемкости имеет вид:

$$C_x = C_э \frac{m_э \cdot \Delta T_{1X}}{m_x \cdot \Delta T_{1э}} \tag{3}$$

где  $C_э$  — теплоемкость эталона при температуре  $T_э$ ;  $m_э$  — масса эталона;

$m_x$  — масса образца;  $\Delta T_1$  — температурные перепады на оболочках. Значения  $C_э$  и  $\Delta T_{1э}$  принимаются для средней температуры эталона, равной средней температуре образца.

Коэффициент теплопроводности определяется также сравнительным методом по известной теплопроводности материала, помещенного в «эталонный» стакан:

$$\lambda_x = \lambda_э \frac{\Delta T_{2э} \cdot \Delta T_{1э}}{\Delta T_{2X} \cdot \Delta T_{1X}} \tag{4}$$

где  $\Delta T_2$  — перепад температуры в испытуемом веществе или эталоне. В формуле (3) значения  $t_x$  подставляются исправленные с учетом потери массы при пиролизе. Для этого используются данные о кинетике выделения летучих веществ при соответствующей скорости нагрева, полученные в отдельном опыте на модуле — дериватографе с микровесами, предназначенном для термогравиметрического анализа (ТГА) (рис. 1).

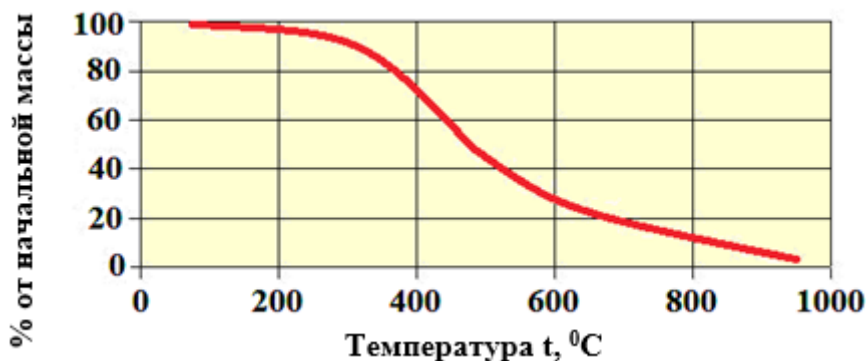


Рис. 1. Динамика снижения массы угля Ангрэнского месторождения при его нагреве

Исходным материалом для опыта приняты длиннопламенные слабоспекающиеся бурые угли Ангрэнского месторождения (табл. 1).

Таблица 1. Средние показатели качества исходного угля, %

Ситовый состав					Технический состав							
+40	40–20	20–10	10–5	5–0	C	H	S	N	O	W <sup>r</sup>	A <sup>d</sup>	V <sup>daf</sup>
27,3	50,2	13,0	6,2	3,1	53	5,2	0,37	1,59	16,73	9,1	13,5	42,1

По результатам измерений путем подставления значений в выражение (4) были получена зависимость теплоемкости от температуры, представленная на рисунке 2.

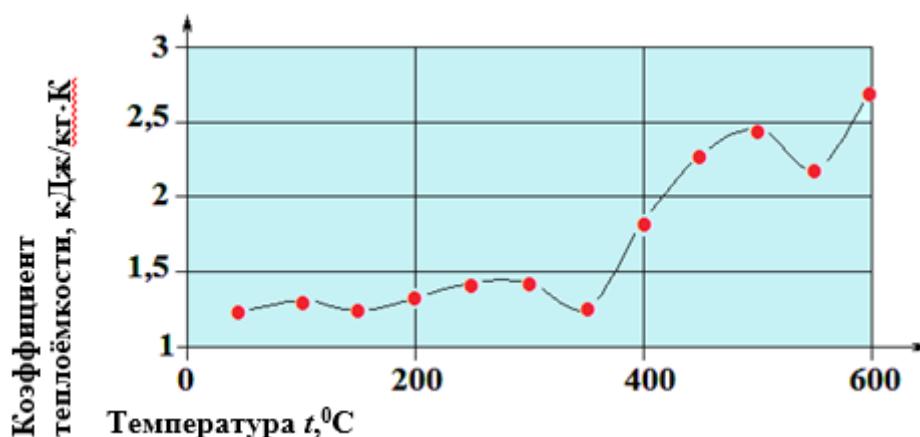


Рис. 2. Зависимость теплоемкости угля Ангренского месторождения от температуры

При сравнении кривой теплоемкости (рис. 2) с кривыми других слабоспекающихся углей наблюдается менее интенсивный рост коэффициента теплоемкости на участке 50 ч 350°C.

Четко выраженный эндотермический максимум в точке около 500°C характерен для любых каменных углей, причем эффективная теплоемкость при данном эффекте слабоспекающихся углей значительно превышает теплоемкость газовых углей [4]. Аналогично коэффициенту теплоемкости согласно формуле (4) были получены значения коэффициента теплопроводности, представленные в таблице 2.

Таблица 2. Экспериментальные значения коэффициента теплопроводности

$t, ^\circ\text{C}$	50	150	250	350	450	550	600
$\lambda, \text{Вт} \cdot \text{м} \cdot ^\circ\text{C}$	0,124	0,146	0,17	0,183	0,19	0,23	0,26

Как правило, для большинства видов твердого топлива структурирование пластической массы проявляется на кривой в виде экзотермического максимума на фоне в целом эндотермического процесса. Характерно, что у углей (в нашем случае бурый уголь Ангренского месторождения) этот эффект проявляется слабо или вовсе отсутствует. Как и следовало ожидать, суммарный тепловой эффект реакции пиролиза отрицателен.

В заключение следует отметить, что в результате проведения оценки пределов погрешностей измерительной системы, по пределам допускаемых основных и дополнительных погрешностей средств измерения получено значение общей среднеквадратической максимально-допустимой погрешности измерительной системы  $\delta_{ic} = 1,34\%$ , что считается вполне допустимой и приемлемой для дальнейшего использования результатов опыта в научных исследованиях.

Исходя из вышеизложенного, можно сделать следующие выводы:

1. При сравнении кривой теплоемкости бурого угля Ангренского месторождения с кривыми других бурых углей наблюдается менее интенсивный рост коэффициента теплоемкости на участке 50 ч 350°C. Однако четко выраженный эндотермический максимум в точке около 500°C характерен для любых бурых углей, причем эффективная теплоемкость при данном эффекте значительно превышает теплоемкость газовых углей. Различия в абсолютных значениях эффективной теплоемкости этих, в целом близких по свойствам углей, объясняются, по-видимому, разным содержанием минеральных примесей в принятых для исследования пробах.

2. При сравнении кривой теплопроводности бурого угля Ангренского месторождения с кривыми других длиннопламенных углей очевидно меньшее значение коэффициента теплопроводности по всему интервалу температур. Влияющим фактором, как и в случае с теплоемкостью, по-видимому, является зольность топлива.

3. Суммарный тепловой эффект реакции пиролиза отрицателен.

Литература:

1. Каримов, А. А., Хидирова Г. А., Шакиров А. А., Бабаходжаев Р. П., Мукольянц А. А. Изучение гидродинамики двухфазного фонтанирующего слоя в коническом аппарате. // EUROPEAN APPLIED SCIENCES. — 2014. — № 3. — с. 96–100.
2. Никифоров, А. С., Калиакпаров А. Г., Жумагулов М. Г., Никонов Г. Н. Экспериментальное изучение теплофизических свойств Шубаркольского угля. // Вестник ИнЕУ. — 2007. — № 2. — с. 106–111.
3. Сучков, С. И. О возможности эффективного решения проблем сжигания некоторых топлив посредством применения их газификации // Сб. док. V научно-практической конференции с междунар. участием. «Минеральная часть топлива, шлакование, очистка котлов, улавливание и использование золы». Челябинск. 7–9 июня 2011. Том III. — с. 204–210.
4. Буянтуев, С. JL, Бадмаев JL. Б. Газификация угля в плазменных реакторах // Вестник БГУ. Серия 9. Физика и техника. Вып. 4. — Улан-Удэ, 2005. — с. 21–26.

## Характеристика существующего программного обеспечения системы банковских расчетов

Мырзагалы Нуркельды Сагатулы, магистрант;  
Султанова Бахыт Каиркеновна, кандидат педагогических наук, доцент;  
Карагандинский государственный технический университет (Казахстан)

*В статье представлен анализ методов оценки финансового положения коммерческих банков, формирование информационных модели банка, кодирование и классификация информации и разделение на подсистем автоматизированных банковских систем.*

**Ключевые слова:** автоматизированная банковская система, банковские платформы, информационная модель банка, классификация, кодирование.

В состав информационного обеспечения банковских систем входят базы данных, принципы классификации и кодирования информации, информационная модель банка. Именно с формирования информационной модели необходимо начинать построение/модернизацию информационных систем банка.

Информационная модель банка должна содержать описание:

- организационной структуры банка;
- банковских технологий, бизнес-процессов;
- используемых баз данных;
- движения информации и документов;
- применяемых информационных систем.

Прежде чем осуществлять модернизацию банковских систем и технологий, необходимо оптимизировать существующие бизнес-процессы банка, выявить и исключить так называемые узкие места (части бизнес-процесса, не отвечающие требуемому уровню непрерывности деятельности). Возникновение «узких мест» может быть обусловлено отсутствием квалифицированного персонала и необходимых информационных ресурсов, высокой трудоемкостью некоторых операций из-за ручного труда и т. д.

Классификация и кодирование информации необходимы для сокращения ошибок и дублирования ин-

формации, используемой для различных банковских бизнес-процессов; сокращения времени на обработку информации и в конечном счете для повышения качества банковских продуктов и скорости оказания банковских услуг.

Кодирование — это присвоение условных обозначений объектам с использованием номенклатур (полный перечень групп объектов, объединенных одним признаком). Кодирование осуществляется на основании классификации.

Классификация — это разделение имеющихся объектов на группы в соответствии с выбранным критерием. Результаты классификации фиксируются в классификаторах.

Упорядоченная с применением классификации и кодирования банковская информация хранится в базах данных, которые в дальнейшем используются для построения банковской информационной системы.

Всю сферу банковской автоматизации можно разделить на две большие области:

- 1) электронную платежную систему, обеспечивающую пересылку и исполнение платежей;
- 2) собственно автоматизированную банковскую систему, реализующую внутрибанковские функции и бухгалтерские операции. [1]



Автоматизированную банковскую систему в соответствии с функциональным назначением принято разделять на четыре подсистемы:

1) Front-office — обеспечивает взаимодействие банка в первую очередь с клиентами. В подсистеме производится ввод первичной информации о заключенных сделках, операциях расчетно-кассового обслуживания, депозитных и кредитных договорах и т. д.;

2) Middle-office — обеспечивает контроль ввода первичной информации о сделках, сопровождение операций (кредитных, депозитных, сделок с ценными бумагами и т. д.), контроль дальнейшего выполнения обязательств по заключенным сделкам;

3) Back-office — осуществляет общепанковскую и общехозяйственную деятельность;

4) Accounting — отображает своевременную и корректную деятельность банка в рамках существующих процедур бухгалтерского учета.

Ускоренное развитие финансового рынка, характерное для 90-х годов, потребовало от банков дальнейшего повышения эффективности обслуживания клиентов, гибкого экономического маневрирования, предотвращения снижения прибылей за счет принятия правильных, с точки зрения минимизации рисков, решений. Поэтому чрезвычайно актуальной стала проблема интеграции и обеспечения целостности оперативно используемой информации, что можно было достичь только при условии применения эффективных средств распределенной обработки данных и связи. Для обеспечения деятельности финансовых организаций в новых условиях нужны были интегрированные системы, в которых результаты всех банковских транзакций могли бы незамедлительно отражаться и учитываться в операциях всех входящих в них подразделений. Только такая автоматизированная обработка банковской информации могла обеспечивать руководству банков согласованное управление рисками, ликвидностью, активами и обязательствами. Однако перестройка действующих автоматизированных систем обработки данных оказывалась очень дорогой, требовался новый подход к созданию систем, который был найден в сотрудничестве крупнейших банков и организаций, специализирующихся в области банковских технологий и способных предложить комплексное решение проблемы.

В результате на рынке появился новый вид программно-технической и интеллектуальной продукции, получивший название «банковская платформа». «Банковские платформы» от систем старого типа отличает то, что они, с одной стороны, реализуются на базе новейших информационных технологий и технических средств, а с другой — концентрируют опыт и знания большого количества банковских специалистов (экспертов) высшей квалификации. Таким образом, «банковские платформы» — продукты совместной деятельности банков и компьютерных фирм, в которых нельзя отдать предпочтение какой-либо одной из участвующих в их создании сторон. «Банковские платформы» строятся по модульному принципу и обеспечи-

вают использование единой унифицированной функциональной базы для решения всех банковских задач. [2]

Первая группа модулей, получившая название «Банковские» включает, прежде всего, центральный модуль «Главная бухгалтерская книга (бухгалтерский учет)». Центральный модуль является не только ядром сосредоточения информации для осуществления управления по различным направлениям деятельности банка, но и реализует весь набор действий от установки валют и их качественных характеристик до формирования балансового отчета, выявления структуры прибыли и убытка. Он формирует массивы постоянных данных и таблиц, обеспечивает взаимодействие с функциональными модулями и настройку системы для работы в режиме реального времени. Функциональные банковские модули автоматизируют операции при предоставлении банком коммерческих кредитов; оформлении депозитных сертификатов; управлении портфелями банковской документации клиентов; финансировании торговых сделок, сделок с иностранной валютой и на денежном рынке и т. д.

Вспомогательные модули второй группы («Архивация», «Аудиторские проверки», «Интерфейс SWIFT», «Канал связи», «Платежи по счетам» и др.) позволяют осуществлять архивирование и оптимизацию обработки файлов, подготовку аудиторских отчетов, удовлетворять потребности клиентов в телекоммуникационных услугах и автоматической передаче указаний об операциях с ценными бумагами, предоставлять информационные услуги и контролировать оплачиваемые счета с оформлением подтверждений и автоматической распечаткой документации после осуществления платежа и ряд других операций, регулярно выполняемых работниками банка.

Анализ методов оценки финансового положения коммерческого банка. Для проведения анализа финансового состояния коммерческого банка используются следующие виды: — структурный; — функциональный; — рейтинговый; — факторный; — оптимизационный. В данном параграфе мы проанализируем различные методы рейтинговой оценки финансового состояния КБ, а в дальнейшем рассмотрим оптимизационную модель размещения средств. [3]

Структурный анализ проводится с целью определения средств банка, находящихся в обороте, т. е. выделения реальных источников, которыми пользуется банк, и статей его вложений, имеющих однотипное экономическое содержание; отслеживания динамики этих показателей как по абсолютным значениям, так и относительно валюты баланса; определения сбалансированности проводимых активно — пассивных операций; выявления статей банковского баланса, искажающих реальную структуру баланса; установления основных видов проводимых банком операций и их динамики. Для этого активы и пассивы банка подразделяются на статьи с однотипным экономическим содержанием, в которых счета сгруппированы по определенным признакам, а затем на их основе составляют иерархическую структуру. В процессе анализа

устанавливают удельный вес отдельных подгрупп в соответствующих группах и в валюте баланса, а также составляют динамические ряды этих величин, что позволяет отслеживать и прогнозировать их структурные сдвиги. Анализ структуры баланса банка целесообразно начинать с пассива, отражающего источники собственных и привлеченных средств, поскольку объем и структура пассивов в значительной мере определяют объем и структуру активов.

При исследовании структуры пассивов вначале выявляют размер собственных средств и определяют его долю в общей сумме баланса. Для анализа структуры привлеченных средств предварительно устанавливают их общую сумму и выделяют отдельные статьи. Доля каждой статьи в общей сумме привлеченных ресурсов характеризует ее участие в формировании кредитных ресурсов. Анализ активных операций банка производится с точки зрения выявления их доходности, степени риска и ликвидности. С этой целью определяют доли активов (приносящих и не приносящих доход банку) и их статей. Структурный анализ предусматривает выявление основных источников денежных ресурсов коммерческого банка и важнейших направлений их использования. Функциональный анализ позволяет определить место банка на финансовом рынке, выявить его специализацию и оценить эффективность деятельности, определив его ликвидность, надежность, доходность, качество активов, финансовую устойчивость и другие показатели, характеризующие финансовое состояние банка. Для его проведения используется система коэффициентов, позволяющих оценить исследуемый показатель или функцию банка. Анализ осуществляется на основе валюты баланса и отдельных его статей. В процессе анализа определяют соотношения размеров депозитов и кредитов, собственных и привлеченных средств и прочее. В ходе анализа выявляются особенности фи-

нансового состояния банка, основные направления деятельности, определяющие его специализацию. Удельный вес той или иной проводимой банком операции в общей сумме баланса характеризует ее значимость для банка. Функциональный анализ банка позволяет выявить уровень его надежности и кредитоспособности. Рейтинговый анализ используется для проведения комплексной оценки финансового состояния коммерческих банков и сравнения их между собой. В России разработка методик по расчету рейтинга началась несколько лет назад. Рейтинги различаются по количеству учитываемых показателей. [2]

Недостаток данного метода заключается в невозможности корректно провести всесторонний анализ финансового состояния банка (из-за несовершенства бухгалтерского учета и форм финансовой отчетности). Кроме того, метод не учитывает качественных оценок деятельности, которые не отражены в балансе, но серьезно влияют на состояние банка. Факторный анализ дает возможность определить степень влияния отдельных факторов на изменение показателей финансового состояния банка, выявить его сильные и слабые стороны, более полно использовать внутренние резервы, разработать эффективную стратегию развития. Существует ряд методов, позволяющих качественно оценить степень влияния отдельных факторов на показатели финансового состояния. В методике факторного анализа применяются метод цепных подстановок и метод долевого участия. Метод Оптимизационного анализа заключается в перераспределении средств на балансовых счетах, которые при заданных ограничениях (например, установлении необходимого уровня ликвидности) обеспечивают максимизацию (минимизацию) рассматриваемого показателя (например, определение минимально необходимой величины средств, которая должна находиться в кассе). [3]

#### Литература:

1. «Банковские информационные системы» (Под ред. проф. В. В. Дика): Раздел 2, Глава 20, стр. 527–555.
2. Кочергин, Д. Регулирование деятельности в сфере электронных денег // Банки и технологии, 2004, № 6, с. 52–61.
3. Лямин, Л. Организация банковского надзора в области Интернет-банкинга // Банки и технологии, 2003, № 2, с. 28–33.
4. Киселева Ирина Анатольевна. Система математического моделирования банковской деятельности в переходной экономике: Дис.... д-ра экон. наук: 08.00.13: Москва, 2000484 с. РГБ ОД, 71:01–8/80–2

## Особенности проведения экспертизы промышленной безопасности трубопроводной арматуры

Офрим Алексей Васильевич, эксперт;  
Черепанов Кирилл Владиславович, дефектоскопист II уровня;  
Хижняков Павел Валерьевич, дефектоскопист II уровня;  
Лукьянченко Павел Александрович, эксперт  
ООО «Техническая экспертиза и диагностика» (г. Пятигорск, Ставропольский край)

*Рассмотрен вопрос системный подход к диагностике трубопроводной арматуры с целью повышения безопасности эксплуатации запорных устройств и улучшения качества проведения экспертизы промышленной безопасности.*

Все оборудование, которое используется на опасных производственных объектах, оценивается экспертизой промышленной безопасности. Запорная арматура, используемая в промышленности, не является исключением, поскольку экспертиза промышленной безопасности данных технических устройств является одним из важных элементов в системе промышленной безопасности опасных производственных объектов.

Правила проведения экспертизы регламентированы приказом Ростехнадзора № 538 «Об утверждении федеральных норм и правил в области промышленной безопасности «Правила проведения экспертизы промышленной безопасности» от 14 ноября 2013 года. В ходе экспертизы устанавливается степень соответствия требованиям промышленной безопасности опасных производственных объектов. Основным документом в области обеспечения промышленной безопасности является федеральный закон № 116-ФЗ от 21 июля 1997 года (в ред. от 4 марта 2013 года).

Объектами экспертизы являются различные виды трубопроводной арматуры: запорная; регулирующая; разделительная; предохранительная; защитная; фазоразделительная.

По результатам экспертизы составляется экспертное заключение, которое содержит обоснованные выводы, при необходимости замечания, предложения, характеризующие возможность применения данного оборудования на опасных производственных объектах.

Важным моментом является то, что большая часть трубопроводной арматуры многих предприятий, имеет срок эксплуатации более тридцати лет и поэтому значительно исчерпала свой ресурс.

Главной задачей экспертизы является оценка технического состояния арматуры и возможность продления срока ее эксплуатации. Результаты экспертизы должны дать уверенность в безопасности арматуры в течение продлеваемого периода ее эксплуатации и предложить организации-заказчику необходимые рекомендации по обеспечению безопасного использования запорных устройств на продлеваемый срок.

Действующая сегодня система оценки технического состояния арматуры, узаконенная рядом нормативных

технических документов, основывается на результатах всестороннего анализа получаемых в процессе диагностирования трубопроводной арматуры и связанных с критериями его предельного состояния.

Наиболее распространенными предельными состояниями трубопроводной арматуры, по данным проведенных экспертиз, являются:

- 1) отсутствие герметичности по отношению к внешней среде (износ сальниковых узлов и сильфонных уплотнений);
- 2) изменение свойств материалов конструкции, определяющих ее прочность и плотность;
- 3) нарушение герметичности в затворе.

Современные средства контроля и диагностирования величины протечек среды через уплотнения и элементы запорного узла арматуры, когда она эксплуатируется в непрерывном технологическом процессе, позволяют выполнить необходимые измерения даже в том случае, когда арматура не доступна для диагностики. Примером такого ультрасовременного прибора является теченскатель специализированный акустико-эмиссионный АЭТ-1МСС.

Прибор предназначен для определения герметичности арматуры и местоположения сквозных дефектов (трещин, свищей) в ее корпусе. Также применяется в процессе сооружения и эксплуатации речных и болотных трубопроводов при гидравлических испытаниях на герметичность и состоит из двух блоков; акустического зонда и пульта с органами управления и коммутации, соединенных между собой кабелем.

Показания регистрируются с помощью стрелочного измерителя. Первоначально этот прибор предназначался для обнаружения и локализации и утечек в подводных трубопроводах, однако по мере накопления опыт эксплуатации учёта требований потребителя был существенно доработан в части расширения его функциональных возможностей.

Своевременная замена имеющей утечку (неисправной) трубопроводной арматуры, находящейся в эксплуатации, снижает риск возникновения отказов и способствует защите окружающей среды. Утечки арматуры, происходящие во внешнюю среду могут быть выявлены при ее наружном осмотре по следам обмерзания корпуса, потекам,

шуму и загазованности вблизи арматуры. Утечки же в затворе арматуры не имеют внешних признаков, но их можно выявить по акустическому сигналу, который, в большинстве случаев, сопровождает утечку. Для обнаружения акустического сигнала утечки и нахождения неисправной арматуры, в настоящее время, предлагаются также одноканальные акустические течеискатели. Однако поиск неисправной арматуры в условиях действующего производства дополнительно осложнен присутствием различных помех, которые возникают при поиске неисправной арматуры с использованием одноканального течеискателя. Поэтому большой интерес представляет возможность использования двухканального акустического течеискателя Т2–8К, который разработан в ООО «НТП Трубопровод» и предназначен для поиска утечек в запорной арматуре.

Только проведя всестороннюю диагностику запорной арматуры мы можем судить о степени ее исправности. Трубопроводная арматура считается исправной, если обеспечивается:

- прочность деталей арматуры и сварных швов, работающих под давлением;
- герметичность корпуса, сальниковых уплотнений и фланцевых соединений арматуры
  - в отношении внешней среды;
  - герметичность затвора арматуры;
  - плавное (без рывков и заеданий) перемещение подвижных частей арматуры.

Литература:

1. РД 08.00–29.13.00-КТН-012–1–05 Положение о порядке проведения технического освидетельствования и продления срока службы трубопроводной арматуры нефтепроводов. РД от 31 января 2005 года № 08.00–29.13.00-КТН-012–1–05
2. СТО Газпром 2–4.1–212–2008 «Общие технические требования к трубопроводной арматуре, поставляемой на объекты ОАО «Газпром». ООО «ИРЦ Газпром», Москва, 2008
3. Доможиров, В. Т., Токмаков О. А. Экспертиза промышленной безопасности трубопроводной арматуры/В. Т. Доможиров, О. А. Токмаков: Журнал и строение № 69.: 2015 г.

## Влияние импульсного электромеханического упрочнения на износостойкость подвижных сопряжений

Паршев Сергей Николаевич, кандидат технических наук, доцент  
Волгоградский государственный технический университет

Серов Игорь Михайлович, первый зам. генерального директора, эксперт;  
Зубков Андрей Викторович, зав. лабораторией, эксперт;  
Коробов Александр Викторович, инженер  
ООО «ЦДКНХО» (г. Волгоград)

Обеспечение триботехнических свойств деталей нефтегазового бурового оборудования, в частности цилиндровых втулок буровых насосов, является актуальной

Существующие методики диагностирования и неразрушающего контроля не свободны от тех или иных недостатков. Среди них следует отметить сложность достоверной оценки остаточного ресурса и прогнозируемых показателей долговечности и безотказности на последующий период эксплуатации.

Одним из основных факторов, определяющих остаточный ресурс, долговечность и техническое состояние трубопроводной арматуры, является состояние материалов корпусных деталей. Для принятия заключения о состоянии материалов, как правило, анализируются механические свойства и химический состав, наличие неметаллических включений, пор и пустот, внутренних и поверхностных трещин и некоторые другие параметры и характеристики состояния материалов, получаемые на основе результатов обследования в ходе экспертизы. Для арматуры, находящейся в составе технологических линий, допустимыми являются только неразрушающие методы контроля, с помощью которых определить все требуемые для анализа механические свойства металла корпуса, невозможно. В этом случае прибегают к методу сравнения, используя для отбора проб металла корпуса подобные изделия, ранее выведенные из эксплуатации.

Таким образом, используя системный подход к диагностике трубопроводной арматуры, применяя новейшие приборы, мы можем существенно повысить качество экспертизы промышленной безопасности запорных устройств и объективно оценивать их остаточный ресурс.

научной и практической задачей, успешное решение которой позволит повысить долговечность, снизить простои и затраты на ремонт, уменьшить количество запасных ча-

стей, в тоже время требует комплексного исследования по следующим основным направлениям (рис. 1):

— повышение механических и триботехнических свойств материалов, включающее оптимальный выбор пары трения, применение современных термических, химико-термических и физико-технических упрочняющих обработок, покрытий и т. п.;

— улучшение антифрикционных свойств подвижного сопряжения (снижение коэффициента трения, увеличение площади опорной поверхности, обеспечение макро- и микрогеометрии, обеспечение требуемой точности и др.);

— использование современных смазок, обоснованных схем их подачи и удержания в зоне трения.

Одним из перспективных путей решения последнего из перечисленных направлений является разработка технологических методов формирования на поверхности подвижных сопряжений регулярных микрорельефов.

В настоящее время, благодаря разработкам школы профессора Шнейдера Ю. Г. и его учеников, широкое применение получили методы образования регулярных микрорельефов холодным пластическим деформированием вибрирующими или профильными роликами. Они позволяют получить микрорельефы различной конфигурации

в зависимости от конкретных условий эксплуатации детали [1].

В то же время, холодным пластически деформированием весьма затруднительно получить микрорельеф на высокопрочном материале (например, на закаленной стали). Кроме того, наибольшая степень деформационного упрочнения приходится на впадины микрорельефа, в то время как несущие выступы оказываются менее упрочненными, что ограничивает долговечность самого микрорельефа.

Данную проблему можно решить применением импульсных высокоэнергетических технологий, в частности, импульсного электромеханического упрочнения (ИЭМУ) [2, 3].

ИЭМУ является одним из направлений развития, разработанной проф. Б. М. Аскинази, технологии электромеханической обработки (ЭМО) [4]. ИЭМУ основано на преобразовании структуры поверхностного слоя стальных изделий комплексным термо-деформационным воздействием импульсов электрического тока высокой плотности ( $10^8 - 10^9 \text{ A/m}^2$ ) при напряжении (2–5 В) в зоне контакта деформирующего электрод-инструмента с обрабатываемой поверхностью. В результате высокоскоростного нагрева локального объема поверхности до тем-

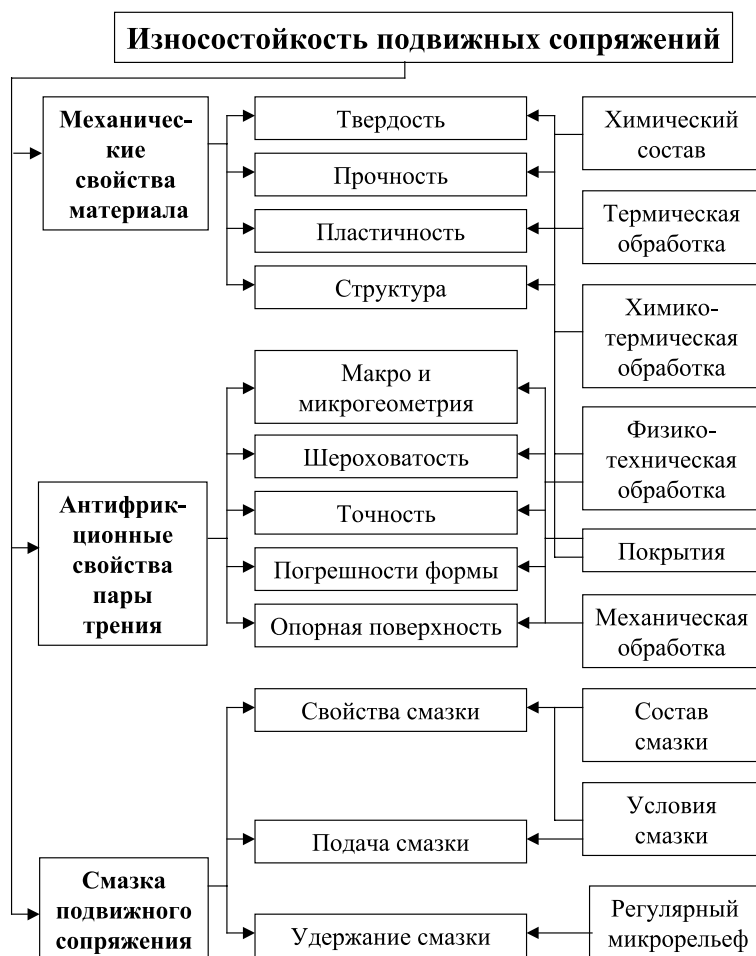


Рис. 1. Методы обеспечения триботехнических свойств деталей машин

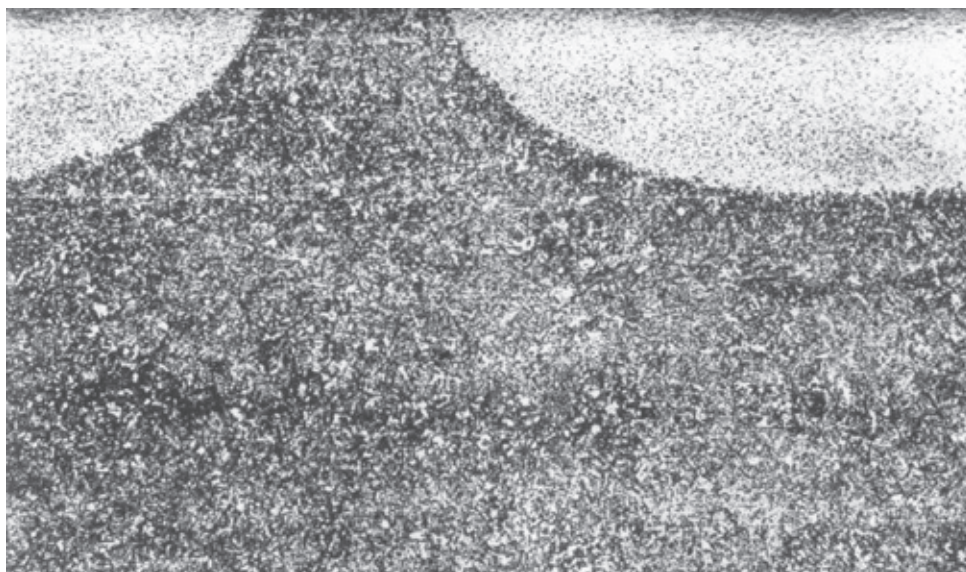


Рис. 2. Фрагменты белого слоя на поверхности стали 45, образованные в результате ИЭМУ

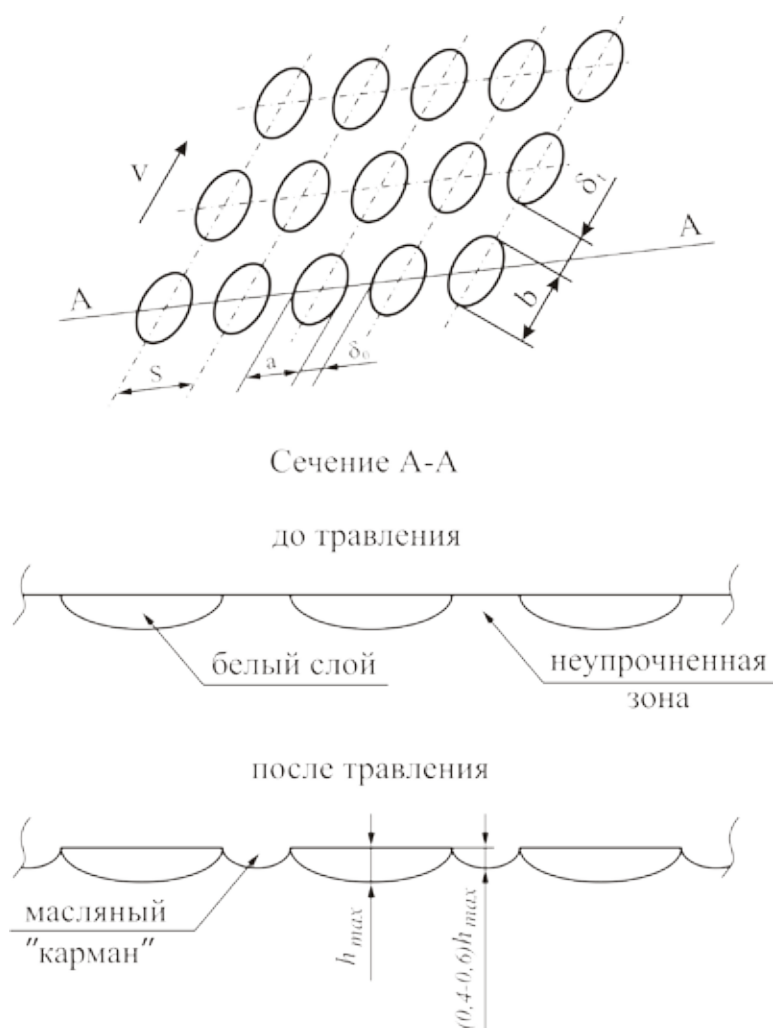


Рис. 3. Схема образования регулярного микрорельефа в результате травления полученной ИЭМУ ячеистой регулярной структуры

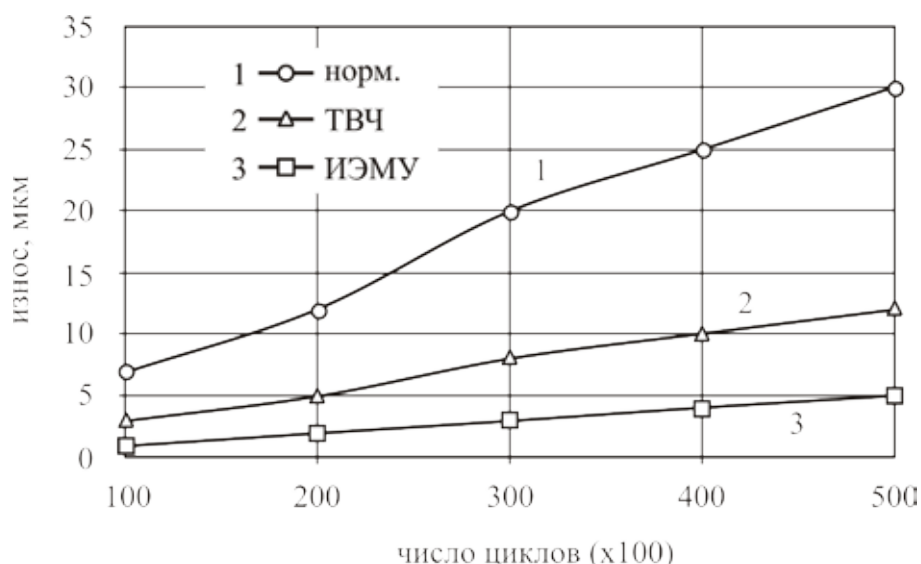


Рис. 4. Линейный износ образцов из стали 45 в условиях граничного трения

ператур порядка 1500К с одновременной пластической деформацией и быстрым последующим теплоотводом в основной объем материала и охлаждающую среду на поверхности стальных изделий формируется высокопрочная наноразмерная структура высокодисперсного мартенсита — белый слой.

При этом на поверхности создается регулярная структура из отдельных фрагментов белого слоя, каждый из которых образован в течение одного полупериода прохождения электрического тока (рис. 2). Форма, размеры и взаимное расположение фрагментов белого слоя зависит от режимов ИЭМУ и определяет конкретный вид регулярной структуры (относительную площадь упрочнения, размеры фрагментов белого слоя и расстояния между ними, форму выступов и впадин регулярного микрорельефа).

При изолированном расположении фрагментов белого слоя образуется ячеистая регулярная структура, которая может быть трансформирована в регулярный микрорельеф в процессе приработки пары трения за счет более высокого износа неупрочненных зон. Однако в этом случае, в зоне трения оказываются продукты износа, которые могут оказать абразивное воздействие и, как следствие, привести к снижению износостойкости.

Разработан метод формирования регулярного микрорельефа, в котором используется свойство чрезвычайно

низкой травимости белого слоя [5]. Поэтому, в процессе химического или электрохимического травления неупрочненных зон формируются, так называемые, масляные карманы. Полученный микрорельеф отличается высокой долговечностью, так как наиболее прочными являются несущие выступы микрорельефа, образованные фрагментами белого слоя (рис. 3).

Испытания на изнашивание образцов из стали 45 в условиях граничного трения показали, что износостойкость образцов с регулярным микрорельефом в два раза выше, чем закаленных ТВЧ и в 4,5–5 раз выше, чем нормализованных (рис. 4).

Таким образом, ИЭМУ является эффективным методом обеспечения триботехнических свойств деталей, работающих в условиях граничного трения, что довольно часто встречается в работе динамического оборудования нефтеперерабатывающих и нефтехимических производств. Сформированная на поверхности стальных изделий регулярная ячеистая структура трансформируется в регулярный микрорельеф, отличающийся высокой прочностью и долговечностью несущих выступов. Возможность в широких пределах управлять параметрами ИЭМУ обеспечивает получение регулярных структур различных видов в зависимости от условий эксплуатации.

Литература:

1. Шнейдер, Ю. Г. Эксплуатационные свойства деталей с регулярным микрорельефом/Ю. Г. Шнейдер. — Л.: Машиностроение, 1982. — 248 с.
2. Маловечко, Г. В. Формирование регулярной структуры поверхностного слоя металла при электромеханической обработке/Г. В. Маловечко, С. Н. Паршев, Н. Г. Дудкина // Вестник машиностроения. — 1989. — № 5. — с. 51–53.
3. Багмутов, В. П. Импульсное электромеханическое упрочнение стальных изделий с образованием регулярной дискретной структуры поверхностного слоя/В. П. Багмутов, С. Н. Паршев // Вестник машиностроения. — 1996. — № 2. — с. 38–39.

4. Аскинази, Б.М. Упрочнение и восстановление деталей электромеханической обработкой/Б.М. Аскинази. — М.: Машиностроение, 1977. — 184 с.
5. Патент 2203173 РФ, МПК 7 В 24 В 39/00. Способ комбинированного упрочнения поверхности деталей/С. Н. Паршев, Н. Ю. Полозенко; ВолгГТУ. — 2003.

## Кинематика избыточного манипулятора робота для тушения пожаров

Поезжаева Елена Вячеславовна, кандидат технических наук, профессор;  
Закиров Евгений Аликович, студент;  
Малёв Максим Валерьевич, студент  
Пермский национальный исследовательский политехнический университет

*В современном мире ставится вопрос о роботизации предотвращения пожара на начальном его этапе. В связи с этим предлагается разработать манипуляционного робота с кинематической избыточностью, позволяющий побороться с возгоранием и полностью локализовать его.*

**Ключевые слова:** робот, манипулятор, кинематика, матрица Якоби.

## Kinematics surplus robot arm to extinguish fires

*In today's world, the question of robotics fire prevention at the initial stages. In this regard, it is proposed to develop a handling robot with kinematic redundancy, allowing to fight with fire and localize it fully.*

**Keywords:** Robot, manipulator, kinematics, Jacobi matrix.

При лесных пожарах выгорают леса и погибают звери. Это влечет за собой различные экологические последствия. Представляем робота который сможет справиться с пожаром и предотвратить его появление (рис. 1)

Этот робот способен перемещаться с помощью конечностей. Если местность требует соответствующего сложного передвижения. Поэтому робот снабжается шестью парами лап похожими на лапы насекомого. В передней части робота устанавливаются пара усиков-датчиков, которые помогают роботу ориентироваться в пространстве, не наткнуться на препятствия. Многочисленные конеч-

ности нужны чтобы беспрепятственно перемещаться и патрулировать территорию. Главная его задача предотвращение пожара. У робота имеются инфракрасные сенсоры, с помощью которых он реагирует на сильные источники тепла. Когда такой источник попадает в поле реагирования, он связывается по беспроводной связи в координатный центр.

Скорость, с которой передвигается робот, зависит от типа местности.

Наш робот относится к манипуляционным роботам с кинематической избыточностью, число степеней подвиж-



Рис. 1. Робот, имитирующий насекомое



ности которого превышает число степеней свободы рабочего органа манипулятора. Такие избыточные манипуляторы обладают повышенной маневренностью, позволяют избежать попадания в сингулярные состояния и могут эффективно использоваться при работе в сложных загроможденных средах.

При формировании движений таких манипуляторов обычно используются два подхода. Один из подходов к решению задачи основан на нахождении псевдообратной матрицы Якоби и ее использовании для определения скоростей в степенях подвижности. По найденным таким образом скоростям могут быть определены требуемые приращения обобщенных координат. Для манипулятора с кинематической избыточностью возникает задача определения перемещений в избыточных степенях подвижности с целью исключения сингулярных состояний, обхода препятствий и т. п. Таким образом, наряду с требованием перемещения рабочего органа в заданное положение выдвигаются дополнительные цели. Ниже предлагается метод решения обратной задачи кинематики для избыточных манипуляторов, основанный на введении множителей Лагранжа.

Кинематика избыточного манипулятора описывается векторным уравнением

$$\mathbf{X} = \mathbf{f}(\boldsymbol{\theta}), \quad (1)$$

где  $\mathbf{x}$ - $m$ -мерный вектор, представляющий расположение рабочего органа в рабочем пространстве;  $\boldsymbol{\theta}$  —  $n$ -мерный вектор обобщенных координат, характеризующих положение в степенях подвижности;  $\mathbf{f}$  — векторная функция, включающая в себя  $m$  скалярных функций,  $m < n$ .

Уравнение (1) можно переписать в виде

$$\mathbf{F}(\boldsymbol{\theta}) = \mathbf{f}(\boldsymbol{\theta}) - \mathbf{x} = \mathbf{0} \quad (2)$$

Пусть  $\mathbf{H}(\boldsymbol{\theta})$  — некоторая целевая функция, характеризующая желаемое качество, например исключение сингулярности или обход препятствий. Вводится функция Лагранжа  $\mathbf{L}(\boldsymbol{\theta})$  вида

$$\mathbf{L}(\boldsymbol{\theta}) = \bar{\lambda}^T \partial \mathbf{F} / \partial \boldsymbol{\theta} + \partial \mathbf{H} / \partial \boldsymbol{\theta} \quad (3)$$

где  $\bar{\lambda}$  —  $m$ -мерный вектор множителей Лагранжа. В стационарных точках  $\mathbf{L}$  выполняет условие

$$\partial \mathbf{L} / \partial \boldsymbol{\theta} = \bar{\lambda}^T \partial \mathbf{F} / \partial \boldsymbol{\theta} + \partial \mathbf{H} / \partial \boldsymbol{\theta} = \mathbf{0} \quad (4)$$

где  $\mathbf{m} * n$  матрица  $\partial \mathbf{F} / \partial \boldsymbol{\theta}$  является матрицей Якоби манипуляционной системы.

Второй член в правой части (4) — транспонированный вектор градиента.

$$\mathbf{h} = (\mathbf{h}_1, \mathbf{h}_2, \dots, \mathbf{h}_n)^T$$

Литература:

1. <http://www.membrana.ru/particle/3220>

$$\mathbf{h}_i = \partial \mathbf{H} / \partial \theta_i, \quad i = 1, 2, \dots, n. \quad (5)$$

Тогда (4) можно записать в виде

$$\bar{\lambda}^T \mathbf{J} = -\mathbf{h}^T.$$

Транспонируя обе части уравнения, можно получить

$$\mathbf{J}^T \bar{\lambda} = -\mathbf{h}$$

В уравнении матрица  $\mathbf{Z}$  зависит от кинематических свойств манипулятора, в то время как  $\mathbf{h}$  определяется дополнительными желаемыми свойствами. В качестве  $\mathbf{H}$  может быть использована любая целевая функция, которая может быть представлена как функция только обобщенных координат. Целевая функция для обхода препятствий, учитывает кинематические свойства манипулятора, который имеет вид

$$\mathbf{H} = k_0 \sum_{i=1}^L 1 / \{C_0(x_i) - 1\} + k_j \sum_{j=1}^n 1 / (\theta_{j \max}^2 - \theta_j^2), \quad (6)$$

где  $k_0$  и  $k_j$  — масштабные множители;  $x_i = (x_{1i}, x_{2i}, x_{3i})^T$  положение  $i$ -той точки из  $L$  рассматриваемых точек на манипуляторе;  $\theta_{j \max}$  — максимальное перемещение в  $j$ -ой степени подвижности.

Важной характеристикой алгоритма является сложность его вычислительной реализации. На каждом шаге итеративной процедуры решения системы уравнений (11) необходимо выполнить  $N_l$  операций.

$$N_l = N_{FK} + N_j + N_{Zh} + N_{nl}, \quad (7)$$

где  $N_{FK}$  — количество операций для вычислений прямой кинематики по уравнению (1);  $N_j$  — число операций для нахождения матрицы Якоби;  $N_{Zh}$  — вычислительные затраты на расчет  $Z_h$  в  $i$  и  $N_{nl}$  — количество операций, необходимое для решения системы нелинейных уравнений.

Поскольку вычисление  $\mathbf{h}$  связано с обеспечением дополнительных свойств, обусловленных особенностями конкретной задачи, при оценке вычислительных затрат предлагается, что по сравнению с другими вычислительными процедурами расчет  $\mathbf{h}$  требует пренебрежимо малого числа операций. При вычислении  $Z_h$  используется вектор множителей Лагранжа.

Уравнения определяют систему, максимизирующую критерий. Точность полученного решения определялась путем прямого кинематического преобразования найденных угловых координат. Результаты машинных экспериментов сопоставлены с вариантом использования метода с предварительным определением угловых скоростей на основе нахождения псевдообратной матрицы Якоби. Проведенные расчеты демонстрируют более высокую точность решения при использовании предлагаемого метода. Данный метод обеспечивает хорошую повторяемость движений манипулятора и при изменении направления движения по заданному контуру получаем различные значения угловых координат, обеспечивающих фиксированное положение рабочего органа.

2. Поезжаева, Е. В. Промышленные роботы: учебное пособие в 3 ч. — М.; УМО АМ МВТУ им. Баумана; изд-во ПГТУ, 2009.

## Робот для диагностики строительных материалов зданий взрывоопасных объектов

Поезжаева Елена Вячеславовна, кандидат технических наук, профессор;

Санников Семен Романович, студент

Пермский национальный исследовательский политехнический университет

*В статье рассмотрен многофункциональный миниробот, а также его система управления. Представлен процесс обучения дискретных по времени линейных систем робота.*

**Ключевые слова:** миниробот, манипулятор, управление

Роботизация диагностики, инспекции химического контроля материала зданий и сооружений предназначенных для хранения взрывоопасных веществ имеет большую востребованность решения задач по боевому охранению взрывоопасных мест. Система интеллектуального энергообеспечения предназначена для проведения разведывательных, охранных и антитеррористических спецопераций. По данному роботу (рис. 1) отрабатываются возможности по координации рефлексивного телеуправления и вопросы взаимодействия управлением робота.



Рис. 1. Миниробот

Миниробот оборудован системами управления и восприятия окружающей обстановки. В системе управления робота одна из микросхем управляет подачей напряжения на пьезокристаллы. Насекомоподобный робот найдет применение в самых различных сферах, в том числе и для военных разведывательных целей.

В настоящее время еще не наступил прорыв в областях хранения, генерации и преобразования энергии применительно к минироботам. Основными подсистемами данного робота являются: головной датчик, манипулятор локатор, система управления.

При выполнении повторяющихся движений манипуляционных роботов может быть организован процесс обучения, состоящий в организации итеративной процедуры изменения управляющих воздействий, при которой выходные характеристики, например, определяющие положение манипулятора, сходятся к заданным значениям. Изучение процессов обучения манипуляционных роботов удобно проводить, пользуясь их дискретной динамической моделью. Манипуляторы являются электромеханическими системами, содержащими как аналоговые, так и дискретные компоненты. При этом динамика аналоговых подсистем может быть приближенно описана дискретными разностными уравнениями. В настоящей работе рассматривается процесс обучения дискретных по времени линейных систем и выводятся условия оптимальности этого процесса. Применение полученных результатов демонстрируется на примере манипуляционных роботов.

Динамика линейной дискретной системы описывается уравнениями:

$$x(k+1) = A(k)x(k) + B(k)u(k) + w(k),$$

$$y(k) = C(k)x(k),$$

где  $A(k), B(k), C(k)$  — матрицы размеров  $n \times n, n \times p$  и  $q \times n$  соответственно,  $w(k)$  — вектор размерности  $n$ , характеризующий входные возмущения в момент времени  $k$ . При  $w(k) = 0$  уравнение может быть записано в форме

$$x(k) = \varphi(k, 0)x(0) + \sum_{j=0}^{k-1} \varphi(k, j+1)B(j)u(j),$$

где  $\varphi(k, k_0) = A(k-1) \dots A(k_0)$  — матрица перехода.

Алгоритм обучения, который строится для дискретных систем, является итерационным и применяется для каждого момента времени  $k$ .

На каждом шаге алгоритма с номером  $i$  на основе ошибки состояния  $e_i(k)$  модифицируется входной сигнал  $u_i(k)$ . Для этого используются формулы

$$e_i(k) = x_d(k) - x_i(k),$$

$$u_{i+1}(k) = u_i G e_i(k+1),$$

И в результате получаем:

$k; G$  — диагональная матрица.

Если предположить, что  $x_{i+1}(0) = x_i(0)$ , то, используя, можно показать, что имеет место соотношение

$$e_{i+1}(k+1) = e_i(k+1) - \sum_{j=0}^k \varphi(k+1, j+1)B(j)G e_i(j+1)$$

В этом выражении последнее слагаемое, стоящее под знаком суммы, может быть вынесено, и перейдет в равенство

$$e_{i+1}(k+1) = e_i(k+1) - A(k) \sum_{j=0}^{k-1} \varphi(k, j+1)B(j)G e_i(j+1) - B(k)G e_i(k+1) = [I - B(k)G]e_i(k+1) - A(k) \sum_{j=0}^{k-1} \varphi(k, j+1)B(j)G e_i(j+1)$$

Задачу построения оптимального управления в процессе обучения можно рассматривать как задачу выбора такой матрицы при которой достигается минимум критерия качества

$$J = \frac{1}{2} e_i^T(k+1) Q e_i(k+1)$$

где  $Q$  — некоторая весовая матрица. В дальнейшем предполагается, что  $Q = I$ . Примерами такого подхода являются широко известные градиентные методы, которые позволяют решать задачу поиска минимума при отсутствии ограничений. Каждый градиентный метод представляет собой итерационный процесс построения такого управления  $u$ , при котором градиент критерия становится равным нулю.

Градиентные методы отличаются друг от друга процедурой вычисления коэффициента  $K$ . Так, метод наискорейшего спуска предполагает использование в качестве  $K$  постоянной матрицы, от значений элементов которой зависит размер шага, тогда итерационный алгоритм построения управления будет  $u_{i+1}(k) = u_i(k) - KB^T(k)e_i(k+1)$

Недостатком метода наискорейшего спуска является то, что при любом выборе постоянной матрицы сходимость вблизи минимального значения  $J$  является медленной.

Метод Ньютона-Рафсона основан на линейной интерполяции  $J$ , для которой используются два первых члена в разложении в ряд Тейлора. В этом случае  $\Delta u_i(k) = \left[ \frac{J(u_i)}{\nabla J^T(u_i) \nabla J(u_i)} \right] \nabla_u J$

Подстановка порождает следующий алгоритм

$$u_{i+1}(k) = u_i(k) - \left[ \frac{e_i^T(k+1)e_i(k+1)}{e_i^T(k+1)B(k)B^T(k)e_i(k+1)} B^T(k) \right] e_i(k+1)$$

В методе Ньютона-Гаусса величина  $\Delta u_i(k)$  вычисляется по формуле  $\Delta u_i(k) = S^{-1} \nabla_u J$

$$\text{Где } S = \nabla_x^T \nabla_x = \left( \frac{\partial x_i(k)}{\partial u_i(k)} \right)^T \left( \frac{\partial x_i(k)}{\partial u_i(k)} \right) = B^T(k)B(k)$$

Таким образом, входное управление изменяется на каждой итерации алгоритма по формуле

$$u_{i+1}(k) = u_i(k) - [[B^T(k)B(k)]^{-1} B^T(k)] e_i(k+1)$$

Здесь выражение в квадратных скобках, соответствующее коэффициенту  $G$ , представляет собой матрицу, псевдо-обратную к матрице  $B(k)$ .

В последних двух методах коэффициенты при множителе  $e_i(k+1)$ , соответствующие коэффициенту  $G$ , удовлетворяют условию наивысшей сходимости, что означает оптимальность управлений, вычисляемых с помощью этих методов.

Метод обучения может быть использован при управлении манипулятором. Динамика манипулятора описывается уравнением

$$I(\theta)\ddot{\theta} + f(\dot{\theta}, \theta) + g(\theta) = \tau I(\theta)\ddot{\theta} + f(\dot{\theta}, \theta) + g(\theta) = \tau$$

где  $\theta$  — вектор угловых координат,  $I(\theta)$  — матрица инерционности,  $f(\theta, \dot{\theta})$  — вектор центробежных и кориолисовых сил,  $g(\theta)$  — вектор потенциальных сил,  $\tau$  — вектор управляющих моментов. Если требуемое движение манипулятора описывается заданными функциями времени  $\ddot{\theta}_d$ ,  $\dot{\theta}_d$  и  $\theta_d$ , то реализующие это движение моменты вычисляются по формуле

$$\tau = I(\theta)\{\ddot{\theta}_d + K_v(\dot{\theta}_d - \dot{\theta}) + K_p(\theta_d - \theta)\} + f(\theta, \dot{\theta}) + g(\theta) + v$$

где  $K_v$  и  $K_p$  — коэффициенты обратной связи,  $v$  — новое управление, которое будет выбираться в процессе обучения.

Если обозначить  $q(t) = \theta(t) - \theta_d(t)$  то уравнение при использовании управления переходит в уравнение

$$\ddot{q}(t) + a_1\dot{q}(t) + a_2q(t) = b_1u(t)$$

Уравнение может быть записано в форме линейной системы

$$\dot{x}(t) = A(t)x(t) + B(t)u(t)$$

Где  $\dot{x}(t) = [q(t), \dot{q}(t)]^T$

К системе может быть применен алгоритм обучения с надлежащим выбором коэффициента  $k$ . Изложенный метод построения управления манипулятором был реализован в системе управления роботом. Таким образом оптимальность процесса выполнена с учетом динамики аналоговых систем и дискретных компонентов.

Литература:

1. Поезжаева, Е. В. // Теория механизмов и механика систем машин. Промышленные роботы: учебное пособие: в 3 ч. / Е. В. Поезжаева. - Пермь: Изд-во Перм. Гос. Техн. Унт-та, 2009. — [Ч. 2. - 185].
2. Проблемы механики современных машин: Материалы V международной конференции. - Улан-Удэ: Изд-во ВСГУТУ, 2012. - Т. 3. - 276 с., ил. — Поезжаева Е. В., «Шагающий робот с контурной системой управления», [с. 227].
3. Поезжаева, Е. В., Васенин А. С., Шумков А. Г. Роботизация фермерских хозяйств по обработке растений // Вестник Восточно-Сибирского государственного университета технологий и управления. 2014. № 3. [с. 59–62]

## Особенности внедрения «умного» отопления в России

Пучкина Полина Сергеевна, студент;  
 Комендантова Екатерина Андреевна, студент;  
 Кваша Денис Юрьевич, студент;  
 Бичко Анастасия Сергеевна, студент;  
 Ким Алексей Олегович, студент  
 Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого

*В настоящее время идет непрерывный процесс строительства, ресурсы являются ограниченными, возрастает необходимость внедрения новых технологий, подходов. В данной статье рассматривается рентабельность установки системы отопления «умный дом».*

**Ключевые слова:** «умный дом», интеллектуальное здание, инновационные системы, интеллектуальные системы, отопление.

*Currently, there is a continuous process of construction, resources are limited, increasing the need for introduction of new technologies and approaches. This article examines the profitability of the installation of the heating system «smart house».*

**Keywords:** «smart home», intelligent building, innovative systems, intelligent systems, heating.

Умный дом — это система автоматизации инженерных сетей и бытовых приборов, предназначенная для использования в квартирах, частных домах и коттеджах, обеспечивающая комфортное проживание, безопасность и ресурсосбережение. В простейшем случае она должна уметь распознавать конкретные ситуации, происходящие в доме, и соответствующим образом на них реагировать: одна из систем может управлять поведением других по заранее выработанным алгоритмам. Кроме того, от автоматизации нескольких подсистем обеспечивается синергетический эффект для всего комплекса. [1,2,3, с. 5]

Актуальна ли система «умный дом» на территории Российской Федерации?

Существует главная проблема, смысла устанавливать данную систему в домах, подключенных к централизованной системе отопления практически нет, т.к. плата за коммунальные услуги по отоплению останется прежней, исходя из норм потребления, без пересчетов, потому что данная система этого не позволяет. Многоквартирных домов с централизованной системой отопления в России большинство. Но если для человека важен оптимальный микроклимат (только в отопительный сезон) и не имеет значения, что он переплачивает за услуги, то установка приобретает смысл.

Если рассматривать частные дома с централизованной системой отопления, то эта проблема не возникает, плата осуществляется за реальный расход энергии.

Если же это многоквартирный дом с автономной системой отопления, то также можно проанализировать рентабельность установки «умной» системы отопления.

Еще важным фактором является год построения здания и прокладки коммуникаций.

Чем старше здание, тем больше происходит потерь энергии подводимой к сооружению, а это оплачивают жильцы.

Существует два варианта установки системы, первый — проектирование и монтаж системы изначально, в (проектирующемся) строящемся здании, второй — в уже построенном полностью доме с отделкой. Первый вариант легок в реализации, при втором возможна необходимость косметического ремонта помещений после установки системы, это дополнительные затраты.

Многие компании занимаются разработкой системы отопления и предоставляют свои программы и аппаратуру на рынок. Вот некоторые из них: Siemens, Theben, SALUS, Stiebel Eltron, Uponor, HDL, Viessmann. [4, с. 5]

*Цель работы* — оценка окупаемости установки автоматизированной системы управления отоплением.

Осуществим сравнение затрат на отопление в двух трехкомнатных квартирах площадью 100 м<sup>2</sup> в многоквартирном доме: с установленной системой отопления «Умный дом» на базе контроллеров Siemens Synco Living и полностью аналогичной квартирой, не оборудованной данной системой. Дома с автономной системой отопления, по классификации домов по энергоэффективности с учетом затрат на отопление относящиеся к новому зданию с потреблением 150 кВт \* ч/(м<sup>2</sup> \* год), находящиеся в г. Санкт-Петербург. [5, с. 5.]

Данная система выбрана из-за:

— доступности на рынке, так как компания Siemens довольно популярна, у нее множество различных разработок, находящихся в свободной продаже в любом уголке страны;

— относительная дешевизна, на примере центрального модуля Siemens QAX93—9 стоимостью 23950 руб.\* и ViessmannVitohome 300 стоимостью 44511 руб.\*.

— срок гарантии, 10 лет по сравнению с 5 годами SALUS IT600;

— возможности установки в уже построенном здании.

**Принципы построения «умного» дома.**

Существуют различные методы автоматического управления умным домом: автоматическое управление умным домом на основе датчиков; управление умным домом с помощью пульта дистанционного управления и панели управления; удаленного управления [3, 6, с. 5].

В целом структура управления «умным» отоплением выглядит следующим образом:

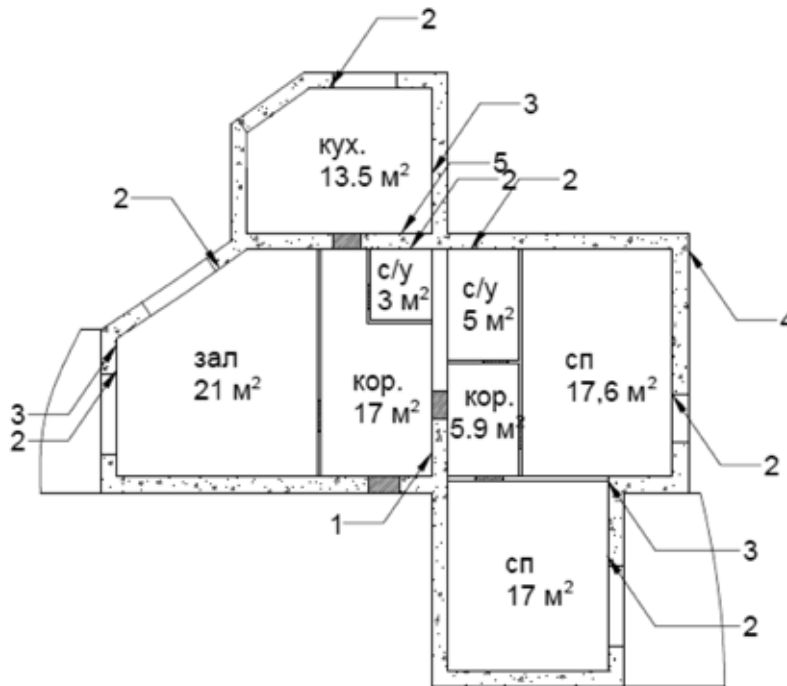
— в помещении установлены датчики температуры, которые передают данные на центральный модуль,

— датчик температуры наружного воздуха передает данные на центральный модуль, который учитывает эти данные при управлении.

— модуль обрабатывает входящие данные, в соответствии с заданной программой анализирует полученные данные, и посылает управляющий сигнал на радиаторный привод.

— привод в свою очередь открывает либо закрывает клапан радиатора отопления. [7, с. 6]

На схеме управления отоплением представлен необходимый комплект оборудования для установки системы Siemens Synco living.



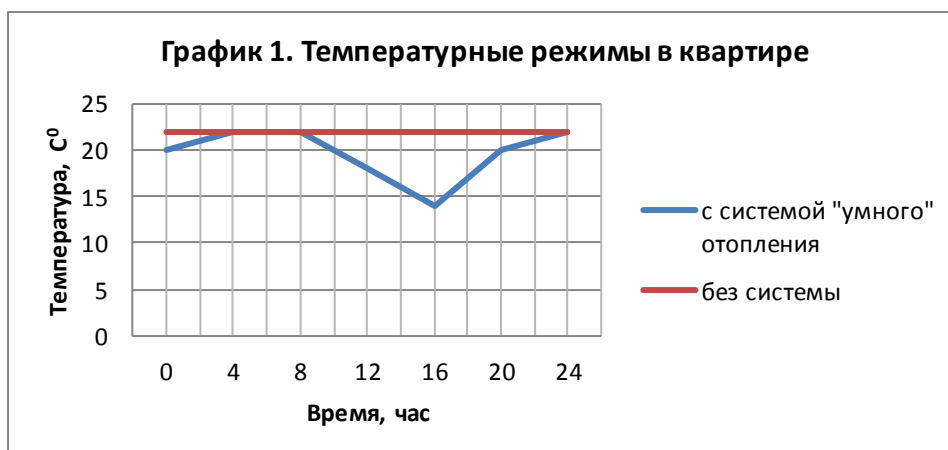
**Схема управления отоплением**

Составляющие:

1. Центральный модуль QAX9
2. Радиаторный привод SSA955
3. Радио-частотный адаптер KRF96
4. Метеодатчик QAC910
5. Датчик протечек QFP910

Стоимость данного комплекта составляет 109435 рублей по состоянию на ноябрь 2015 года.

Можно изобразить графически режимы энергопотребления в рабочие дни в «Умном» доме, учитывая отсутствие жильцов в дневное время суток и нагрев помещений к их приходу и пребыванию в квартире.



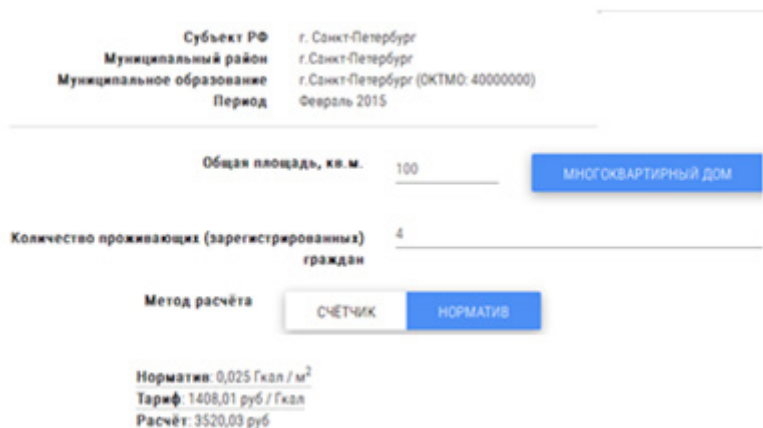


Рис. 1

Из этого графика можно заметить, что при использовании автоматически регулируемой системы отопления, можно получить существенную экономию энергоресурсов, а именно 15%.

Произведем расчет платы за отопление при автономной системе теплоснабжения (рис. 1) с помощью калькулятора коммунальных платежей для граждан Российской Федерации находящегося в сети интернет в свободном пользовании.

**Расчет платы за отопление при автономной системе теплоснабжения**

Норматив количества теплоты в час:

$$Q_{ч} = \frac{2,5}{30,4 \cdot 24} = 0,0034 \text{ Гкал/м}^2 \text{ в час};$$

30,4 — среднегодовое количество дней месяца

Для расчета потребности теплоэнергии на отопление по году нам необходимы:

температура внутренняя в помещении

$$t_{вн} = 22^{\circ}\text{C}$$

— температура расчетная на отопление  
 $t_{расч} = -26^{\circ}\text{C}$  (для г. Санкт-Петербург) согласно [8, с. 6]  
 — среднемесячная температура наружного воздуха  
 $t_{вн} = 22^{\circ}\text{C}$  для г. Санкт-Петербург, согласно [8].

$$Q_{мес} = Q_{ч} * \frac{t_{вн} - t_{нар.возд.}}{t_{вн} - t_{расч}} * n,$$

Где  $n$  — количество дней в месяце. [9, с. 6]

Рассчитаем кол-во потребности в тепле для месяца январь:

$$Q_{мес} = 0,0034 * \frac{22 - (-7,8)}{22 - (-26)} * 744 = 1,65 \text{ Гкал}$$

Далее по месяцам расчет аналогичен. Сведем результаты расчетов в табл. 1.

Количество ежедневных отопительный часов в мае и сентябре меньше, согласно с началом и концом отопительного сезона для г. Санкт-Петербург [8, с. 6].

Таблица 1. Ежемесячное количество потребления тепла

Месяц	Количество тепла на отопление, Qмес, Гкал
январь	1,65
февраль	5,44
март	4,85
апрель	1,49
май	0,34
июнь	
июль	
август	
сентябрь	0,17
октябрь	0,98
ноябрь	1,24
декабрь	1,55
По году	17,71

Таким образом, по нашему тарифу годовая плата составит:

$$P_{г} = \sum Q_{мес} * 1480 \text{ руб.}$$

$$P_{г} = 17,71 * 1480 = 26210 \text{ руб.}$$

Исходя из приведенных выше расчетов можно сделать вывод:

Годовая плата за отопление квартиры 100 м<sup>2</sup> с установленной системой составит:

$$P_r = 26210 \text{ руб.}$$

Годовая плата за отопление квартиры 100 м<sup>2</sup> без установленной системы составит:

$$P_r^* = 26210 + (26210 * 0,15) = 30142 \text{ руб.}$$

Экономия составит:

$$U = 30142 - 26210 = 3932 \text{ руб.}$$

Зная стоимость данной системы, можем сделать вывод — через какой срок она окупится:

$$\frac{109435 \text{ руб.}}{3932 \text{ руб.}} = 27,8 \text{ года.}$$

*Результаты.* В работе был оценен срок окупаемости автоматизированной системы отопления, он составляет 27,8 лет,

*Выводы.* Делая выводы о преимуществах и недостатках системы «умного» отопления, можно сказать: система действительно экономит материальные средства на отопление приблизительно на 15 процентов; позволяет экономить энергетические ресурсы; создает благоприятный климат в квартире; дает возможность самому регулировать количество тепла; реагирует на изменения погодных условий окружающей среды, но установка системы нерентабельна при наличии центрального отопления в многоквартирном здании. Срок окупаемости системы очень большой, что делает установку данной системы экономически невыгодной в условиях многоквартирной жилой застройки.

Литература:

1. Долгопятов, В. Основные отличия между «интеллектуальным зданием» и «умным домом». Безопасность и строительство (на укр. языке). — 2008. — № 7 (11).
2. В. А. Максименко, Р. В. Вроблевский. Мировые тенденции и перспективы развития строительства интеллектуальных зданий в России. Статья в журнале «АВОК». Издательство: АВОК-ПРЕСС Москва. Год: 2015. Номер: 6.
3. Ю. А. Табунщиков. Интеллектуальные здания. Статья в журнале «АВОК» Издательство: АВОК-ПРЕСС Москва. Год: 2001. Номер: 3.
4. Интернет-ресурс <http://www.topclimat.ru/brands/otoplenie>
5. Интернет-ресурс <http://leondom.ru/stati/70-klassifikatsiya-chastnykh-domov-po-energoeffektivnosti>
6. Хожиева, М. С., Азимова Д. Ю. Бухарский политехнический колледж, Узбекистан. Исследование методов автоматического управления умным домом. Источник: Инновации в строительстве глазами молодых специалистов. Сборник научных трудов Международной научно-технической конференции. Ответственный редактор Гладышкин А. О. Курск, 2014. Издательство: Закрытое акционерное общество «Университетская книга». Тип: статья в сборнике трудов конференции. Год издания: 2014. Страницы: 314–317.
7. Интернет-ресурс <http://www.siemens.com>.
8. СНиП 23–01–99 «Строительная климатология»
9. Статья «Расчет потребности тепла» <http://teplosniks.ru/teplosnabzhenie/raschet-potrebnosti-tepla.html> (21.11.2015 15:45)

## Энергосберегающие технологии и способы энергосбережения

Рахматова Мактуба Улугбековна, ассистент;  
Низомаддинов Имомаддин Махкабой угли, студент  
Бухарский инженерно-технологический институт (Узбекистан)

*В настоящее время энергосбережение одна из приоритетных задач. Это связано с дефицитом основных энергоресурсов, возрастающей стоимостью их добычи, а также с глобальными экологическими проблемами. Здесь рассматриваются способы и технологии электросбережения.*

**Ключевые слова:** энергия, альтернативный источник энергии, энергоресурсы, электроэнергия.

Энергосбережение имеет наибольшие приоритеты во всем мире и влияет на решения, которые принимают люди и правительства государств. Текущие глобальные нормы потребления электроэнергии истощают нашу планету, и в будущем она уже будет не способна

поддерживать наш образ жизни. Увеличение спроса означает рост цен во всех секторах мировой экономики. Многие компании, изучающие альтернативные источники электроэнергии создают все новые способы экономии в целях содействия сохранения ресурсов планеты.



Экономия энергии — это эффективное использование энергоресурсов за счет применения инновационных решений, которые осуществимы технически, обоснованы экономически, приемлемы с экологической и социальной точек зрения, не изменяют привычного образа жизни. Основные усилия по энергосбережению сконцентрированы именно в сфере потребления электроэнергии. Основная роль в увеличении эффективности использования энергии принадлежит современным энергосберегающим технологиям. Энергосберегающая технология — новый или усовершенствованный технологический процесс, характеризующийся более высоким коэффициентом полезного использования топливно-энергетических ресурсов (ТЭР). Внедрение энергосберегающих технологий в хозяйственную деятельность как предприятий, так и частных лиц на бытовом уровне, является одним из важных шагов в решении многих экологических проблем — изменения климата, загрязнения атмосферы (например, выбросами от ТЭЦ), истощения ископаемых ресурсов и др [1].

Обычно предприятия внедряют следующие типы технологий, которые дают значительный энергосберегающий эффект: 1. Общие технологии для многих предприятий, связанные с использованием энергии 2. Более эффективное производство энергии, включая современные котельные, когенерацию (тепло и электричество), а также тригенерацию замена старого промышленного оборудования на новое, более эффективное. 3. Альтернативные источники энергии. Режим энергосбережения особенно актуален для механизмов, которые часть времени работают с пониженной нагрузкой — конвейеры, насосы, вентиляторы и т.п. [1]. Существует немало устройств, которые позволяют добиться уменьшения потерь при работе электрооборудования, основными из которых являются конденсаторные установки и частотно регулируемые приводы. Частотно регулируемые электроприводы со встроенными функциями оптимизации энергопотребления гибко изменяют частоты вращения в зависимости от реальной нагрузки, что позволяет сэкономить до 30-50% потребляемой электроэнергии. При этом зачастую не требуется замена стандартного электродвигателя, что особенно актуально при модернизации производств. Современные технологии способны существенно уменьшить потребление энергоносителей, снизить затраты на обслуживание, даже повысить КПД. Кроме того, замена котельной часто позволяет компании перейти с экологически грязного и дорогого угля или мазута на более дешевое и чистое топливо, такое как газ или древесные гранулы. Также дает большую экономию, если вместо отдельно стоящих центральных тепловых пунктов разместить в здании индивидуальный тепловой пункт, оснащенный современными бесшумными насосами, компактными и эффективными пластинчатыми теплообменниками. При организации вентиляции в здании применяют системы рекуперации (утилизации для повторного использования) тепла отработанного воздуха и переменной производительности precisely-вытяжных агрегатов в зависимости от числа людей

в здании. Эти системы позволяют не тратить впустую тепло, вырабатываемое людьми, осветительными приборами, торговым и офисным оборудованием, и снижают тем самым потребление тепла от внешнего источника — теплосети или котельной [2]. Примером домов, которые в будущем позволят человеку жить в гармонии с природой, в то же время не лишая себя привычного комфорта, являются так называемые жилища нулевой энергии (zero energy house) или пассивные дома (passive house), объединяемые общим термином «энергоэффективные дома». «Энергоэффективным» будет считаться такой дом, в котором комфортная температура поддерживается зимой без применения системы отопления, а летом — без применения системы кондиционирования. Чтобы дом был энергоэффективным, при его строительстве должно быть сделано следующее: 1. Применение современной тепловой изоляции трубопроводов отопления и горячего водоснабжения; 2. Индивидуальный источник теплоэнергоснабжения (индивидуальная котельная или источник когенерации энергии); 3. Тепловые насосы, использующие тепло земли, тепло вытяжного вентиляционного воздуха и тепло сточных вод; 4. Солнечные коллекторы в системе горячего водоснабжения и в системе охлаждения помещения; 5. Поквартирные системы отопления с теплосчетчиками и с индивидуальным регулированием теплового режима помещений; 6. Система механической вытяжной вентиляции с индивидуальным регулированием и утилизацией тепла вытяжного воздуха; 7. Поквартирные контроллеры, оптимизирующие потребление тепла на отопление и вентиляцию квартир; [2] 8. Ограждающие конструкции с повышенной теплозащитой и заданными показателями теплоустойчивости; 9. Утилизация тепла солнечной радиации в тепловом балансе здания на основе оптимального выбора светопрозрачных ограждающих конструкций; 10. Устройства, использующие рассеянную солнечную радиацию для повышения освещенности помещений и снижения энергопотребления на освещение; 11. Выбор конструкций солнцезащитных устройств с учетом ориентации и посезонной облученности фасадов; 12. Использование тепла обратной воды системы теплоснабжения для напольного отопления в ванных комнатах; 13. Система управления теплоэнергоснабжением, микроклиматом помещений и инженерным оборудованием здания на основе математической модели здания как единой теплоэнергетической системы. Есть и другие пути рациональнее использовать электроэнергию, причем не только на производстве, но и в быту. Так, уже давно известны «умные» системы освещения. Энергосберегающий эффект основан на том, что свет включается автоматически, именно когда он нужен. Такие системы освещения используют энергосберегающие лампы. Светодиодные светильники позволяют достичь существенной экономии электроэнергии по сравнению с традиционными источниками света лампами накаливания (до 80%) и люминесцентными лампами (свыше 40%). Существуют и перспективные энергосберегающие проекты в транспортной отрасли. Немецкие

ученые разрабатывают высокоэффективные энергосберегающие устройства, необходимые для автомобилей с гибридными двигателями. Устройство работает с помощью нефти на автостраде и на электричестве в городе, таким

образом, используя сравнительно меньше энергии. Таким образом можно сэкономить энергию во всех отраслях жизни, в дальнейшем придумывать новые технологии добычи альтернативной энергии.

Литература:

1. Айзенберг, Ю. Б. Энергосбережение — одна из важнейших проблем современной светотехники // Светотехника. — 2007. — № 6. — с. 6–10.
2. Беляков, В. Е. Система автоматизированного моделирования ветроэнергетических установок/сборник научных статей 3-й Международной молодежной научной конференции: в 2-х томах, 2014. — с. 391–395.

## Энергосбережение в промышленности

Рахматова Мактуба Улугбековна, ассистент;  
Низомаддинов Имомаддин Махкабой угли, студент  
Бухарский инженерно-технологический институт (Узбекистан)

*В статье рассматривается вопрос энергосбережения в промышленности, управление энергозатрат, оптимизации энергопотребления и технология повышения энергоэффективности.*

**Ключевые слова:** энергозатрата в промышленности, энергопотребление, энергоэффективность, технология энергосбережения.

Вопрос энергосбережения стал не просто популярным лозунгом, а серьезной проблемой, над которой работают многие люди. Разрабатываются новые способы экономии, открываются новые источники энергии. На сегодняшний момент существует огромное количество различных способов получения электроэнергии. Уровень и структура производства и потребления возобновляемых источников энергии по регионам и странам мира определяется рядом факторов, в том числе: уровнем и динамикой экономического развития; уровнем технологического развития; наличием квалифицированных инженерных кадров; природно-климатическими факторами; обеспеченностью традиционными ископаемыми энергоносителями.

Отопление и электроснабжение разнообразных объектов недвижимости в промышленности является одной из самых больших статей расходов любого предприятия [1]. Для решения проблемы энергосбережения в такой постановке необходим системный подход, не ограничивающийся мерами по внедрению энергосберегающего оборудования и снижению непродуктивных потерь энергии. Системно этой деятельностью на предприятиях промышленности никто не управляет. С учетом вышесказанного исследование и решение проблемы управления энергосбережением в промышленности на основе организационно-экономической модели, в рамках которой согласованы множественные организационно-экономические отношения, имеет важное научно-практическое значение. Энергосбережение традиционно определяется как комплекс организационно-управленческих и технико-технологических мероприятий по ком-

плексному и полному использованию энергетических ресурсов и снижению затрат энергии на производство единицы продукции или услуги [2]. Анализ различных определений понятия «энергосбережение» показывает, что большинство исследователей в качестве доминирующего признака понятия выделяют уменьшение энергетического потребления. Однако этот признак лишь частично отражает сущность категории «энергосбережение». Так, снижение потребления топливно — энергетических ресурсов (ТЭР) может являться не столько результатом их сбережения, сколько следствием снижения качества продукции и объемов производства. Основные признаки, характерные для энергосбережения в промышленности: снижение количественного удельного потребления ТЭР; эффективное использование первичных (природных) не возобновляемых ТЭР; вовлечение в хозяйственный оборот возобновляемых источников энергии. В среднем до 15% электроэнергии и до 50% тепловой энергии теряются еще на пути к потребителю. Потери энергии обусловлены и свойствами зданий и сооружений (низкое качество строительных работ, ошибки при проектировании, устаревшие конструкционные и утеплительные материалы), и неэкономичными электроприборами, и оборудованием, а также общим низким уровнем культуры потребления ресурсов. По видам деятельности управление энергосбережением в промышленности это инновационная, финансовая, организационная, производственная, экономическая и др. деятельность на основе нормативно-правовых документов юридических по принятию и реализации решений в области снижения энергопо-

ть, энергозатрат, оптимизации энергопотребления, повышения энергоэффективности и формирования потенциала энергосбережения. С позиций системного подхода управление энергосбережением в промышленности представляет целостность целей, задач, функций, технологий, ресурсов, структуры и культуры энергопотребления на предприятии. Эти элементы образуют внутреннюю среду системы управления энергосбережением, её подсистемы: «управление энергосбережением на уровне производства, поставки и потребления энергии», «управление энергосбережением на уровне получения, распределения и потребления энергии», «управление энергосбережением на уровне получения и потребления энергии в процессе эксплуатации зданий и сооружений». Она взаимодействует с внешней средой прямого и косвенного воздействия.

С позиций процессного подхода управление энергосбережением в промышленности это процесс, представленный совокупностью неразрывных взаимосвязанных функций управления (прогнозирование энергопотребления; планирование и организации производства, по-

ставок и потребления энергии; мотивации энергосбережения; учета и анализа энергопотерь и энергозатрат; оценки потенциала энергосбережения; контроля энергопотерь, энергозатрат, энергопотребления; регулирования всех процессов, связанных с реализацией этих функций), направленных на поддержание энергосбережения в состоянии, обеспечивающем высокую энергоэффективность [3].

В существующем формате управления в промышленности, как самостоятельная функциональная область управление энергосбережением отсутствует. Для её построения необходима полная солидарная ответственность органов власти различных уровней, хозяйствующих субъектов и контролирующих органов, тесное взаимодействие подсистем: производитель-поставщик (продавец), распределитель, потребитель. Надлежащее функционирование фонда зданий и сооружений крупного промышленного предприятия надо рассматривать в тесной увязке с технологическими фондами, которые включают в себя всю инженерную инфраструктуру (сети, котельные, ЦТП, насосные станции, очистные сооружения и т.д.)

#### Литература:

1. Маликова, Е. В., Организационно-технологические риски в строительстве // Молодежь и XXI век 2015 материалы V Международной молодежной научной конференции: 2015. с. 295–298
2. Рахматуллин, А. Р. Аспекты объемно-планировочных и конструктивных решений производственных зданий, определяющие эффективность их ревитализации. 2015. № 4. с. 120–123.
3. Скогорева, О. С. Техническая экспертиза сварочных дефектов и напряжения, технологические методы их устранения // Современные материалы, техника и технология. Материалы 4-й Международной научно-практической конференции., 2014. с. 403–406.

## Изучение процесса ударного резания материалов для выбора оптимального инструмента

Рустамова Машхура Умаровна, ассистент;  
Низомаддинов Имомаддин Махкабой угли, студент  
Бухарский инженерно-технологический институт (Узбекистан)

*В статье рассмотрен процесс ударного резания материала, проведен сравнительный анализ для подбора оптимального инструментального материала.*

**Ключевые слова:** резание металлов, прерывистое резание, ударная нагрузка, устойчивость.

Во время обработки на токарных станках нередко явления ударного резания материалов, инструмент и заготовка в этом случае подвергаются более интенсивному воздействию и циклическим нагрузкам. Причиной замены инструмента чаще является не износ, а его разрушение. Установлено, что основными проблемами при прерывистом резании являются адгезионные явления, циклические тепловые воздействия и ударные нагрузки, вследствие чего стойкость инструмента становится мало прогнозиру-

емой и слабо управляемой. Прерывистое резание обладает целым рядом специфических особенностей, а именно: 1) цикличность механических и тепловых нагрузок; 2) наличие переходных процессов при врезании и выходе инструмента; 3) повышенный уровень вибраций [1]. Многие исследователи отмечают значительное снижение стойкости режущего инструмента, работающего в условиях прерывистого резания, и связывают это с наличием переходных процессов при врезании и выходе инструмента.

Некоторые считают, что основной причиной снижения стойкости, является механические нагрузки, имеющие ударный характер в момент первоначального контакта с заготовкой и обуславливающих появление послеударных вибраций или то что основной причиной выхода из строя инструмента является перераспределение нагрузок в момент выхода инструмента из заготовки. Выход из строя инструмента происходит из-за разрушения его режущей части. Разрушение делится на хрупкое и пластичное. Силовая нагрузка на инструмент является не единственной причиной хрупкого разрушения [1]. При прерывистом резании не менее важное значение имеют термические напряжения, особенно для инструментов, оснащенных пластинками твердых сплавов. При фрезеровании торцовыми фрезами на контактных поверхностях зубьев в период резания возникают сжимающие термические напряжения. Во время холостого хода зубьев вследствие теплопроводности и вентиляционного эффекта температура контактных поверхностей снижается до  $1/3$  температуры рабочего хода. В результате резкого снижения температуры поверхностные слои твердого сплава оказываются менее нагретыми, нежели внутренние, и на контактных поверхностях зубьев сжимающие напряжения заменяются растягивающими. Перемена знака напряжений имеет циклический характер с числом циклов в минуту, равным числу оборотов заготовки. Изменение знака напряжений после определенного числа циклов вызывает появление усталостных трещин, располагающихся на передней поверхности перпендикулярно главному лезвию и переходящих на заднюю поверхность. Появление трещин связано с определенными критическими скоростью и температурой резания, а также с физико-механическими свойствами твердых сплавов. Скалывание режущей части инструмента при прерывистом резании в значительной степени определяется углом заострения и передним углом. Толщина среза  $a$  оказывает большее влияние на скалывание, по сравнению с шириной среза  $b$ , а скорость резания и среда влияют в меньшей степени. Исходя из этого, можно сделать предположение о том, что при данном угле заострения резцу с большим передним углом соответствует большая предельная толщина среза, так как в этом случае силы резания уменьшаются и, следовательно, уменьшаются напряжения в режущей части инструмента. При прерывистом резании периодически повторяющиеся нагрузки и разгрузки контактных поверхностей при определенных условиях сказываются на стойкости инструментов [1]. Это наблюдается при работе инструментом из твердых сплавов, для которых в определенных условиях стойкость при прерывистом резании может быть значительно ниже. Основной причиной снижения стойкости твердосплавных инструментов при прерывистом резании является появление микрои макротрещин, у которых концентрируется износ передней и задней поверхностей. Возникновение и развитие трещин связано с циклическим охлаждением контактных поверхностей инструмента при холостом ходе лезвий. Все то, что усиливает охлаж-

дение передней и задней поверхностей при холостом ходе, увеличивает растягивающие напряжения в поверхностных слоях твердого сплава, способствует более интенсивному образованию трещин и снижает стойкость инструмента. Степень уменьшения периода стойкости инструмента в первую очередь определяется длительностью холостого хода. Чем больше время холостого хода, тем сильнее прерывистость процесса резания уменьшает стойкость инструмента [2]. Помимо продолжительности холостого хода на снижение периода стойкости влияет и продолжительность рабочего хода, в течение которого происходит прогрев пластинки твердого сплава. При малом времени рабочего хода внутренние слои твердого сплава не успевают достаточно прогреться, а поэтому растягивающие напряжения при холостом ходе становятся значительно меньше, что приводит к меньшей потере стойкости. Возрастание времени холостого и рабочего ходов главного лезвия не может непрерывно сопровождаться уменьшением стойкости. Увеличение продолжительности холостого и рабочего ходов будет приводить к снижению периода стойкости только до тех пор, пока сохраняются условия максимально возможного нагрева глубинных слоев и максимально возможного охлаждения поверхностных слоев пластинки твердого сплава. При дальнейшем увеличении времени холостого хода можно ожидать не снижения стойкости инструмента, а увеличения вследствие уменьшения числа циклов нагрева и охлаждения. При прерывистом резании марку твердого сплава необходимо выбирать, исходя из длительности холостого хода. Чем больше это время, тем более прочный твердый сплав необходимо применять. В настоящее время установлено, что разрушение режущей кромки твердосплавного резца при прерывистом резании может иметь место в результате чисто механического воздействия при отсутствии термических трещин. Скалывание твердосплавного инструмента в условиях прерывистого резания происходит при первых циклах в момент врезания в обрабатываемый материал и является следствием ударных сил. Влияние ударного взаимодействия инструмента и заготовки на износ и разрушение режущей части инструментов в большой мере зависит от интенсивности удара, связанной с процессом формирования начальной стружки. Интенсивность удара определяется скоростью возрастания силы резания, причем, чем она больше, тем выше интенсивность удара. От интенсивности удара, в свою очередь, зависит выкрашивание режущих кромок инструментов и вибрации. Можно сделать вывод о том, что, важнейшим показателем стойкости инструмента является физико-химическое состояние материала и его геометрия. Так же наблюдается с увеличением глубины резания увеличение стойкости пластины. Что объясняется увеличением толщины и ширины среза, а, следовательно, снижение удельной нагрузки на режущую кромку пластины. Следовательно, при правильном подборе всех этих составляющих, негативное влияние процесса прерывистого резания будет сводиться к минимуму.

## Литература:

1. Латыпов, Р. А. Предпосылки управления качеством формируемого покрытия и соединения его с деталью при восстановлении и упрочнении деталей электроконтактной приваркой компактных и порошковых материалов. Том 98. — М.: ГОСНИТИ, 2006, с. 76–80.
2. Подураев, В. Н. Обработка резанием с вибрациями. — М.: Машиностроение, 2009 г. С. 350

## Пищевая добавка из топинамбура для производства хлебобулочных изделий с лечебно-профилактическими свойствами

Рябова Вера Федоровна, старший преподаватель;  
Латыпова Светлана Шаукатовна, студент;  
Ходакова Екатерина Евгеньевна, студент;  
Миллер Дмитрий Эдуардович, студент  
Магнитогорский государственный технический университет имени Г. И. Носова

*В статье обоснована целесообразность использования хлопьев, полученных из клубней топинамбура при производстве хлебобулочных изделий повышенной пищевой ценности.*

**Ключевые слова:** лечебное и профилактическое питание, растительное сырье, клубни топинамбура, хлебобулочные изделия.

Разработка продуктов питания лечебного и профилактического назначения, а также повышение качества, пищевой и биологической ценности выпускаемой продукции являются важной частью «Концепции государственной политики в области здорового питания населения РФ». Это определяет актуальность исследований, направленных на поиск решения данных задач.

Перспективным направлением является использование в хлебобулочном и кондитерском производстве нетрадиционных источников сырья, которые являются ценным продуктом здорового питания. Частичная замена основных видов сырья позволит обогатить готовые изделия жирорастворимыми витаминами А, D и E, витаминами группы B, минеральными веществами и пищевыми волокнами [1,2,3,4].

Наблюдается тенденция к применению нетрадиционного растительного сырья, например, клубней топинамбура, которые способны придать диетические свойства готовым изделиям, рекомендуемым для больных сахарным диабетом, улучшить их качество, снизить энергетическую ценность и интенсифицировать биотехнологические процессы при их производстве [6]. Продукты переработки топинамбура как в форме биологически активной добавки, так и в качестве сырья удобно использовать для производства хлебобулочных изделий.

С использованием различных способов обезвоживания можно получить биологически активную добавку на основе клубневой части растения. Клубни топинамбура направляют в терочную дробилку и измельчают на хлопья. Затем хлопья орошают из опрыскивателя 0,01 % раствором аскорбиновой кислоты и подают в инфракрасную сушилку. Сушка длится 3–4 часа при темпе-

ратуре 65 °С до получения продукта с остаточной влажностью 12 % [7].

Такая добавка как в высушенном, так и в нативном состоянии имеет следующий химический состав: вода — 0,5–80 %, углеводы — 2,0–91,1 %, белок — 1,0–20 %, жиры — 0,1–12,0 %, клетчатка — 0,8–20,0, зольный остаток — 0,8–16,0 %. Наряду с основными компонентами характерно высокое содержание биогенных микроэлементов (калия — до 3 %, фосфора — до 0,5 %, кремния — до 0,3 %) [7].

Белковый состав добавки из топинамбура характеризуется разнообразием составляющих аминокислот, в том числе незаменимых, которые синтезируются только растениями и не синтезируются в организме человека: аргинин, валин, гистидин, изолейцин, лейцин, лизин, метионин, треонин, триптофан, фенилаланин. Также в добавке присутствуют высокие концентрации природных углеводов преимущественно инулиновой природы с максимальным их содержанием в клубневой части растений (до 91 % на сухую массу). Инулин и пектин выводят из организма соли тяжелых металлов, яды, радионуклиды, холестерин высокой плотности, что обуславливает его антисклеротическое, желчегонное и мочегонное действия [5,9,11].

Производство хлебобулочных изделий с добавлением в тесто сушеных хлопьев топинамбура включает брожение теста, его разделку и выпечку в соответствии с рецептурами. Таким способом получают хлеб ржаной, хлеб ржано — пшеничный, хлеб пшеничный, булочку, крендель. У изделий повышается качество по объему, пористости, консистенции, ускоряется процесс созревания теста. Качественные показатели обогащенного продукта играют большую роль на современном этапе развития то-

варных рынков России. Причем большое внимание уделяется обеспечению системы менеджмента качества [6].

Существуют способы производства хлебобулочных изделий с добавлением в тесто пюре и паст из топинамбура, а также порошка из сушеного топинамбура. Недостатком этих способов является то, что пюре, пасты и порошок из топинамбура изготавливаются с разрушением структуры ценного сырья. Это приводит к потерям ценных биологически активных веществ (БАВ), а добавление их в тесто способствует снижению пористости, увеличению вязкости и плотности мякиша хлебобулочных изделий [7,9].

Хлопья топинамбура обогащают тесто биологически активными веществами (фруктозой, витаминами, макро- и микроэлементами), которые являются питательной средой для дрожжей и молочнокислых бактерий, усиливая их активность и газообразование, что ускоряет процесс созревания теста. Кроме того, пищевые волокна хлопьев топинамбура (пектин и клетчатка) образуют дренажную систему для перераспределения образующегося углекислого газа ( $\text{CO}_2$ ), что улучшает структуру теста, из которого получают хлебобулочные изделия с большим объемом и равномерно — пористой структурой мякиша [10].

В процессе производства муку просеивают и дозируют по массе в смеситель; воду очищают фильтрами в соответствии с требованиями СанПин 2.1.4.1074 Вода питьевая; дрожжи разводят водой температурой 29–32°C в емкостях в соотношении 1:2 или 1:4; раствор соли и сахара готовят, растворяя в горячей воде, затем фильтруют; хлопья топинамбура заливают водой в соотношении 1:5 (на 1 часть хлопьев 5 частей воды) и гидратируют до увеличения по массе в 4–5 раз, затем помещают на сито для стекания излишков воды и подают в тесто.

Закваску для хлеба из ржаной и смеси ржаной и пшеничной муки готовят из 55% ржаной муки, 35% муки пшеничной 1 сорта и 35% воды от количества предусмотренного рецептурой. Длительность брожения закваски составляет 240 мин. Далее готовят тесто из ржаной и смеси ржаной и пшеничной муки перемешиванием порции закваски с соевым раствором и водой, хлопьями топинамбура, мукой, продолжая замес до получения однородной массы [9].

Тесто для хлеба, булочек и кренделей из пшеничной муки замешивают безопарным способом из всей массы сырья, предусмотренного рецептурой. Тесто для бу-

бликов готовят опарным способом, перемешиванием густой опары с растительным маслом, раствором сахара, соли, водой, хлопьями топинамбура и мукой. Брожение ржаного и ржано — пшеничного теста продолжается в течение 1,5–2 ч. Брожение пшеничного теста для хлеба, булочек и кренделей продолжается в течение 2–3 ч. Готовое тесто для хлеба, булочек, кренделей разделяют традиционным способом: деление на куски, округление, предварительная расстойка, формование, окончательная расстойка, надрезка и отделка тестовых заготовок [9,10].

Хлеб ржаной, ржано-пшеничный, пшеничный из муки первого сорта с хлопьями топинамбура производится в форме фугаса массой не более 300 г. Булочки и крендели из пшеничной муки первого и высшего сорта производятся массой не более 200 г. Тесто для бубликов после замеса натирается, отлеживается, формируется в виде колец, которые затем расстаиваются и ошпариваются. Отделка бубликов и кренделей производится обсыпкой кунжутном.

Выпечка хлеба ржаного, ржано-пшеничного и пшеничного из муки первого сорта с хлопьями топинамбура производится при температуре 180–220°C в течение 55–58 мин, булочных изделий — булочек, кренделей, бубликов из муки первого и высшего сорта при температуре 215–250°C в течение и 35–38 мин и 16–19 мин (для бубликов). Выход хлеба, булочек, кренделей при влажности муки 14,5% составляет 138%; влажность изделий 45–40%. Выход бубликов при влажности муки 14,5% составляет 120%; влажность изделий 22–25% [7,9].

Применение различных добавок из топинамбура в качестве дополнения к пище — выраженное достоверное подавление образования антител. Это является одной из существенных характеристик нового качества при применении данного сырья в диетотерапии у человека.

Таким образом, пищевая добавка из топинамбура расширяет ассортимент хлебобулочных изделий, дает практический результат по использованию ценного компонента в хлебопекарной промышленности. Также добавка может использоваться для целенаправленного получения новых продуктов и напитков с лечебно — профилактическими свойствами и самостоятельного применения как биологически активной добавки к пище в форме пластинок, порошков, таблеток, капсул.

#### Литература:

1. Долматова, И. А., Зайцева, Т. Н., Иванова, Г. Д. Обогащение макаронных изделий растительными компонентами [Текст]/И. А. Долматова, Т. Н. Зайцева, Г. Д. Иванова. — Актуальные проблемы развития общественного питания и пищевой промышленности — материалы международной научно-практической конференции. — Белгород: БУКЭП, 2014. — с. 208–210.
2. Долматова, И. А., Зайцева, Т. Н., Персецкая, К. М. Стандартизация и система управления качеством производства макаронных изделий на предприятиях Челябинской области [Текст]/И. А. Долматова, Т. Н. Зайцева, К. М. Персецкая [и др.]// Молодой ученый. — 2014. — № 19. — с. 197–199.
3. Долматова, И. А., Иванова, Г. Д., Персецкая, К. М. Перспективные направления производства хлебобулочных изделий функциональной направленности [Текст]/И. А. Долматова, Г. Д. Иванова, К. М. Персецкая/Продо-

- вольственная безопасность: научное, кадровое и информационное обеспечение // *Материалы Международной научно-технической конференции. Воронежский государственный университет инженерных технологий.* — Воронеж, 2014. — с. 435–440.
4. Долматова, И. А., Персецкая, К. М., Иванова, Г. Д. Перспективные направления производства мучных кондитерских изделий направленности [Текст]/И. А. Долматова, Г. Д. Иванова, К. М. Персецкая // *Продовольственная безопасность: научное, кадровое и информационное обеспечение // Материалы Международной научно-технической конференции. Воронежский государственный университет инженерных технологий.* — Воронеж, 2014. — с. 417–420.
  5. Зайцева, Т. Н., Барышникова Н. И. Биохимические основы производства продуктов питания: [Текст]// Т. Н. Зайцева, Н. И. Барышникова. — Учебное пособие. — Магнитогорск: Изд — во Магнитогорск. гос. техн. ун — та им. Г. И. Носова, 2010.
  6. Королев, Д. Д., Симаков, Е. А., Старовойтов, В. И. Картофель и топинамбур — продукты будущего [Текст]/Д. Д. Королев, Е. А. Симаков, В. И. Старовойтов. — Министерство сельского хозяйства РФ. — М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2007. — 292 с.
  7. Патент РФ № 98105846/13, 20.07.2000. Пищевая добавка из топинамбура для производства пищевых продуктов и напитков с лечебно-профилактическими свойствами [Текст] // Патент России № 21527341998/В. Н. Зеленков.
  8. Персецкая, К. М., Рябова, В. Ф., Долматова, И. А. Особенности химического состава и пищевой ценности хлебобулочных изделий функционального назначения/К. М. Персецкая, В. Ф. Рябова, И. А. Долматова // *Инновационный конвент «Кузбасс: образование, наука, инновации» материалы Инновационного конвента.* 2014. — с. 164–166.
  9. Росляков, Ю. Ф., Вершинина О. Л., Гончар В. В. Научные исследования по созданию хлебобулочных изделий нового поколения [Текст]/Ю. Ф. Росляков, О. Л. Вершинина, В. В. Гончар. — *Материалы международной научно-практической конференции «Хлебобулочные, кондитерские и макаронные изделия XXI века»/Кубан. гос. технол. ун-т.* — Краснодар, 2009. — с. 39–42.
  10. Росляков, Ю. Ф., Вершинина, О. Л. Продукты переработки клубней топинамбура — инновационное сырье при производстве хлебобулочных и мучных кондитерских изделий [Текст]/Ю. Ф. Росляков, О. Л. Вершинина. — *Современные проблемы качества и безопасности продуктов питания в свете требований технического регламента таможенного союза: сборник материалов международной научно практической интернет — конференции, 26 марта 2014 г.* — Краснодар: изд. КубГТУ, 2014. — 216 с
  11. Смолянский, Б. Л., Лифляндский, В. Г. Лечебное питание [Текст]: справочник Б. Л. Смолянский, В. Г. Лифляндский. — М.: ОЛМА Медиа Групп», 2010. — 688 с.

## Анализ мероприятий по охране труда при производстве комплектующих изделий вентиляционных систем

Сайфуллин Альберт Агьямович, инженер;  
Хамитова Резеда Руслановна, студент

Казанский национальный исследовательский технический университет им. А. Н. Туполева

Виноградова Наталья Вадимовна, студент  
Казанский (Приволжский) федеральный университет

Гибадуллин Радик Зуфарович, кандидат химических наук, доцент  
Казанский государственный аграрный университет

Федотова Наталья Рувимовна, кандидат химических наук, доцент  
Казанский национальный исследовательский технический университет имени А. Н. Туполева

Современное промышленное предприятие представляет собой сложную экономическую систему, в которой лежит взаимодействие материальных, трудовых и финансовых ресурсов. Производственно-техническое единство предприятия определяется общностью назна-

чения изготавливаемой продукции и является важнейшей чертой предприятия [1,2,3,4,5].

Сегодня производство воздухопроводов является необходимостью, обусловленной реалиями современного быта. И жилой дом, и промышленное предприятие нуждаются

в комфортных, хорошо вентилируемых помещениях, где можно прекрасно себя чувствовать и эффективно работать. Любая солидная вентиляционная компания должна уделять особое внимание такому процессу, как изготовление воздуховодов.

Промышленная вентиляция является одной из составляющих в сложном комплексе современного производства, направленной на удовлетворение двух самых главных принципов развития социальной индустрии: создание условий работы, наиболее благоприятных для человека, и повышение производительности труда.

Согласно нормам в сборочных цехах должны поддерживаться определенные климатические условия: температура воздуха для теплого периода в пределах 22–26°C, для холодного –22–23°C, а относительная влажность воздуха 30–60%.

На производстве где, производят воздуховоды и фасонные изделия, расположен в бес фонарном здании закрытого типа с техническим чердаком и сеткой колонн.

Тепловой баланс цеха, включает:

- теплотери через наружные строительные ограждения здания;
- теплоступления от технологического оборудования;
- теплоступления от искусственного освещения;
- тепловыделения от людей;
- влаговыведения (в холодный и теплый периоды);

Гидравлический расчет потерь полного давления в системах вентиляции показал сумму потерь полного давления в каждой из систем приточной и вытяжной системах вентиляции.

Затем подобрала вентиляторы. На выбор оборудования вентиляции производственных помещений влияет не только тип производства и количество выделяемых вредностей, но и параметры самого помещения, и расчетная температура для теплого и холодного времени года. В каждом конкретном случае специалисты решают вопрос о необходимости внедрения систем кондиционирования,

соединения вентиляции и отопления в единый рабочий блок.

Во избежание несчастных случаев на предприятии и на рабочем месте необходимо соблюдать требования техники безопасности. Работа безопасна, если она выполняется в условиях, не угрожающих жизни и здоровью работников. На каждом предприятии должен быть организован отдел охраны труда, контролирующий соблюдение условий безопасной работы и внедряющий мероприятия по улучшению этих условий. Во избежание несчастных случаев на предприятии и на рабочем месте необходимо соблюдать требования техники безопасности. Все подвижные и вращающиеся части машин, оборудования и инструмента должны иметь защитные экраны. Машин и оборудование должны быть правильно заземлены. Источники электроэнергии должны соответствовать действующим техническим требованиям. В местах установки предохранителей необходимо использовать специальные средства защиты.

Обслуживание и ремонт оборудования и приспособлений должны производиться в соответствии с инструкцией по эксплуатации и ремонту. Инструмент должен быть исправным.

Социальное значение охраны труда — сохранение жизни и здоровья работающих. Работники обязаны выполнять требования инструкций по охране труда. Обеспечение безопасности на производстве (будь то производство спецодежды, оборудования, химикатов, продуктов питания и пр.) — наиважнейшая составляющая его нормального функционирования.

В нашей стране улучшение условий труда является общегосударственной задачей.

Создание безвредных и безопасных условий труда возлагается на администрацию предприятий, которая обязана внедрять современные средства техники безопасности, соблюдать нормы и правила по охране труда, изложенные в «Санитарных нормах проектирования промышленных предприятий» и «Санитарных правилах организации технологических процессов и гигиенических требованиях к производственному оборудованию.

#### Литература:

1. Виноградов, В. Ю., Сайфуллин А. А., Виноградова Н. В., Гибадуллин Р. З. Роль бережливого производства в современном мире. Молодой ученый. № 20 (100) октябрь, 2015 г. с. 30–31.
2. Управление охраной окружающей среды: учебное пособие/Т. Ю. Гумеров, В. Ф. Строганов. — Казань: Изд-во КГАСУ, 2010. — 225 с.
3. Диагностика состояния газотурбинных двигателей в условиях аэродромного базирования. Виноградов В. Ю. Известия высших учебных заведений. Авиационная техника. 2000. № 2. с. 32.
4. Исследование технического состояния авиационных ГТД и энергетических установок в целях составления картограмм газодинамических параметров для диагностики. Виноградов В. Ю. Контроль. Диагностика. 2011. № 12. с. 45–50.
5. Противоугонное устройство для самоходных транспортных средств Виноградов Ю. В., Мангушев Н. И., Точилкин В. И., Виноградов В. Ю., Абросимов А. В. патент на изобретение RUS 2047514.



## Математическая модель для определения модуля упругости ячеистого заполнителя типа «гипар» при сжатии

Самипур Саджад Алиасгар, аспирант;  
Казанский национальный исследовательский технический университет им. А. Н. Туполева

*Создана математическая модель для определения модуля упругости ячеистого заполнителя типа «гипар» при сжатии.*

**Ключевые слова:** *трехслойная конструкция, ячеистый заполнитель, математическая модель, модуль упругости*

Одним из важнейших направлений снижения массы конструкции ЛА и других технических объектов является внедрение технологий трехслойных конструкций, элементы которых состоят из двух несущих обшивок, соединенных легким заполнителем [1]. Главной особенностью трехслойной конструкции является значительно больший момент инерции поперечного сечения, чем в конструкции той же массы [2]. Наиболее распространенным типом заполнителя, используемым в трехслойных конструкциях, является сотовый заполнитель [3]. Но с этим заполнителем возникают трудности при изготовлении криволинейных панелей или панелей с переменной толщиной [4]. Для изготовления таких панелей предлагается ячеистый заполнитель.

Заполнитель ячеистого типа (Рис. 1) представляет собой регулярные структуры, состоящие из однотипных чашеобразных элементов — ячеек, образующих полости, изолированные друг от друга и с одной стороны от обшивки. [5]

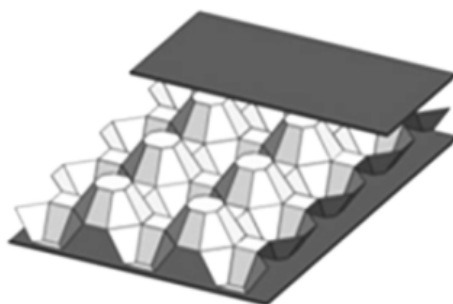


Рис. 1. Ячеистый заполнитель

Ячеистый заполнитель — состоящий из однотипных чашеобразных элементов, поэтому рассматривается только один повторяющийся элемент. Повторяющийся элемент ячеистого заполнителя показан на рис. 2.

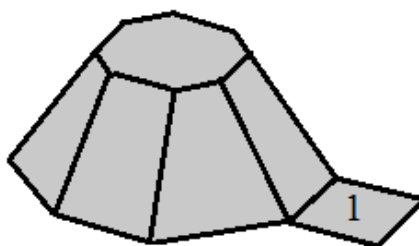


Рис. 2. Повторяющийся элемент ячеистого заполнителя

Определяется модуль упругости, потому что в композиционной конструкции соотношение модуля упругости к массе определяет эффективность конструкции. Чем больше этого соотношения, тем больше эффективности.

Допустим, что сила, действующая на трехслойной конструкции, принимается стенками. Еще допустим, что часть 1 (см. рис. 2) недвижна. Рассматриваются стенки ячейки как консольные балки. С помощью метода энергии определяется деформации балки. После этого рассчитывается модуль упругости ячеистого заполнителя.

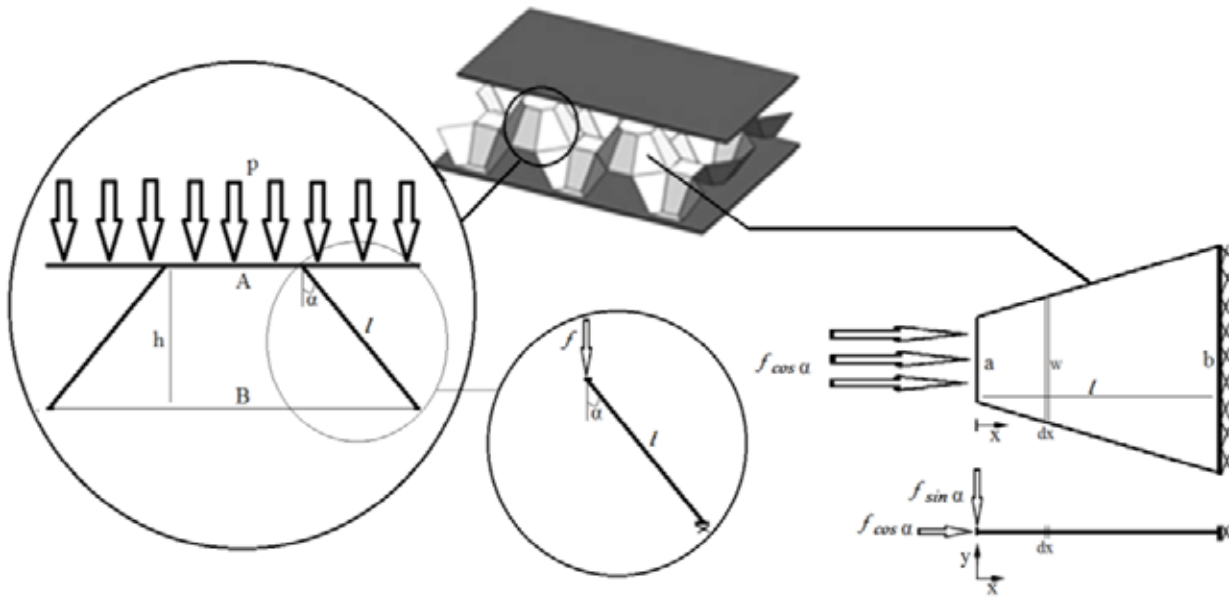


Рис. 3. Сила, действующая на повторяющемся элементе

<b>F</b>	Сила, действующая на повторяющемся элементе
<b>f</b>	Сила, действующая на одной стенке
<b>P</b>	Давление, действующее на трехслойной конструкции
<b>S<sub>1</sub></b>	Площадь большого восьмиугольника
<b>a</b>	Длина маленького восьмиугольника
<b>b</b>	Длина большого восьмиугольника
<b>h</b>	Высота ячейки
<b>l</b>	Высота стенки
<b>α</b>	Угол отклонения ячейки
<b>t</b>	Толщина заготовки
<b>w</b>	Ширина поперечного сечения стенки
<b>M</b>	Изгибающий момент
<b>X<sub>1</sub></b>	Перемещение вдоль оси y
<b>X<sub>2</sub></b>	Перемещение вдоль оси x
<b>X</b>	Общее перемещение
<b>E<sub>p</sub></b>	Модуль упругости заготовки
<b>E</b>	Модуль упругости ячеистого заполнителя
<b>I</b>	Момент инерции сечения консольной балки
<b>M<sub>p</sub></b>	Масса одного повторяющегося элемента
<b>V</b>	Объем повторяющегося элемента
<b>ρ<sub>p</sub></b>	Плотность заготовки

Приводится метод энергии для определения деформации балки.

$$X_1 = \int_0^l \frac{M}{E_p I} \frac{\partial M}{\partial f} dx \tag{1}$$

Где M — изгибающий момент, который определится нижеуказанным образом:

$$M = fx \tag{2}$$

Где f — сила, действующая на одной стенке, которая равна одной восьмой части силы, действующей на одной элементе. Потому что у каждого элемента есть восемь стенок.

$$f = \frac{F}{8} \tag{3}$$

$$F = ps_1 \tag{4}$$

$$s_1 = 2(1 + \sqrt{2})b^2 \tag{5}$$

Где  $p$  — напряжение или давление, действующее на трехслойной конструкции. А  $S_1$  — площадь, на которой действует эта сила. После этого, определится момент инерции сечения консольной балки. Для консольной балки с прямоугольной сечением, момент инерции определится ниже указанным образом:

$$I = \frac{1}{12}wt^3 \tag{6}$$

Для консольной балки с трапецией формой изменение ширины поперечного сечения стенки нижеуказанной формулой:

$$w = \frac{b-a}{l}x + a \tag{7}$$

$$l = \sqrt{h^2 + \left(\frac{b-a}{2}\right)^2} \tag{8}$$

С помощью уравнений 1, 2, 3, 6, 7 определится перемещение вдоль оси  $y$ :

$$X_1 = \int_0^l \frac{fx^2}{E_p \frac{1}{12} \left(\frac{b-a}{l}x + a\right) t^3} dx = \frac{12f}{E_p t^3} \frac{l^3}{(b-a)^2} \left(0.5b - 1.5a - \frac{a^2}{b-a} \ln\left(\frac{b}{a}\right)\right) \tag{9}$$

После определения перемещения вдоль оси  $y$ , определится перемещения вдоль оси  $x$ :

$$X_2 = \int_0^l \frac{f}{wtE_p} dx = \int_0^l \frac{f}{\left(\frac{b-a}{l}x + a\right) tE_p} dx = \frac{f}{tE_p} \frac{l}{b-a} \ln\left(\frac{b}{a}\right) \tag{10}$$

А теперь определится общее перемещение по перпендикулярной оси к конструкции:

$$X = X_1 \sin\alpha + X_2 \cos\alpha \tag{11}$$

$$\alpha = \arctan\left(\frac{b-a}{2h}\right) \tag{12}$$

помощью уравнений 4, 5, 9, 10, 11 модуль упругости определится нижеуказанным образом:

$$E = \frac{F}{s_1 X} = \frac{8h}{2(1 + \sqrt{2})b^2 \left[ \frac{12}{E_p t^3} \frac{l^3}{(b-a)^2} \left(0.5b - 1.5a - \frac{a^2}{b-a} \ln\left(\frac{b}{a}\right)\right) \sin\alpha + \left(\frac{l}{t(b-a)E_p} \ln\left(\frac{b}{a}\right)\right) \cos\alpha \right]} \tag{13}$$

В этом разделе рассматривается фактор, определяющий эффективность композиционного материала. Этим фактором является соотношение упругости к массе конструкции. Здесь рассматривается соотношение модуля упругости к массе одного повторяющегося элемента.

$$M_p = V \cdot \rho_p \tag{14}$$

Где  $\rho_p$  — плотность заготовки и  $V$  — объем повторяющегося элемента, который определится нижеуказанным образом.

$$V = 2(1 + \sqrt{2})a^2 + 4(a+b)l + b^2 \tag{15}$$

С помощью уравнений 8, 12, 13, 14,15 определится фактор, определяющий эффективность легкого композиционного ячеистого заполнителя:

$$\frac{E}{M_p} = \frac{8h}{2(1 + \sqrt{2})b^2 \left[ \frac{12}{E_p t^3} \frac{\left(\sqrt{h^2 + \left(\frac{b-a}{2}\right)^2}\right)^3}{(b-a)^2} \left(0.5b - 1.5a - \frac{a^2}{b-a} \ln\left(\frac{b}{a}\right)\right) \sin\left(\arctan\left(\frac{b-a}{2h}\right)\right) + \left(\frac{\sqrt{h^2 + \left(\frac{b-a}{2}\right)^2}}{t(b-a)E_p} \ln\left(\frac{b}{a}\right)\right) \cos\left(\arctan\left(\frac{b-a}{2h}\right)\right) \right]}{\left(2(1 + \sqrt{2})a^2 + 4(a+b)l + b^2\right) \cdot \rho_p}$$

Фактор, определяющий эффективность ячеистого наполнителя зависит от свойств заготовки ( $t$ ,  $\rho_p$ ,  $E_p$ ) и геометрии ячейки ( $a$ ,  $b$ ,  $h$ ). С помощью вышеуказанного соотношения определяются оптимальные геометрии ячейки и свойства заготовки. Заметим, что этот фактор при проектировании должен быть как можно максимальным.

#### Выводы

В этой статье создали математическую модель для определения модуля упругости ячеистого наполнителя. После этого рассчитали соотношение модуля упругости к массе, чтобы определить оптимальные свойства и геометрические параметры для проектирования ячеистого наполнителя.

#### Литература:

1. Gibson LJ, Ashby MF. Cellular solids. Cambridge: Cambridge University Press; 1999 [Chapter 8].
2. Meguid SA, Cheon SS, Abbasi NE. FE modelling of deformation localization in metallic foams. Finite Elem Anal Des 2002;38 (7):631–43.
3. Belingardi G, Cavatorta MP, Duella R. Material characterization of a composite-foam sandwich for the front structure of a high speed train. Compos Struct 2003;61 (1–2):13–25.
4. Kindervater CM, Georgi H. Composite strength and energy absorption as an aspect of structural crash resistance. In: Structural crashworthiness and failure, 1993. p. 189–235.
5. Zupan M, Chen C, Fleck NA. The plastic collapse and energy absorption capacity of egg-box panels. Int J Mech Sci 2003;45 (5):851–71.

## Компрессоры винтовые холодильные: особенности проведения экспертизы промышленной безопасности

Сапронов Олег Алексеевич, эксперт по промышленной безопасности;  
Токарев Дмитрий Александрович, эксперт по промышленной безопасности;  
Доронин Сергей Евгеньевич, эксперт по промышленной безопасности;  
Белышев Владимир Николаевич, эксперт по промышленной безопасности

*В данной статье авторы доводят до сведения широкого круга специалистов положения нормативно-правовых актов, касающихся винтовых холодильных компрессоров, указывают перечень распространенных нарушений требований безопасной эксплуатации, и дефектов, предоставляют свои замечания и рекомендации.*

**Ключевые слова:** экспертиза промышленной безопасности (ЭПБ); компрессорный агрегат; компрессор, аммиачная холодильная установка, вибрация, дефекты, нормативная техническая документация (НТД).

## Screw compressors refrigeration: especially the examination of industrial safety

Sapronov Oleg, Expert on industrial safety;  
Tokarev Dmitry, Expert on industrial safety;  
Doronin Sergey, Expert on industrial safety;  
Belyshev Vladimir, Expert on industrial safety

*In this article, the authors bring to the attention of a wide range of experts, the provisions of legal acts concerning refrigeration screw compressors that specify a list of common violations of requirements for safe operation, and defects, provide their comments and recommendations.*

**Keywords:** examination of industrial safety; the compressor unit; ammonia refrigeration unit, vibration, defects, normative technical documentation (NTD).

Холодильные установки являются основной частью холодильнокомбинатов и многих объектов пищевой промышленности. Для обеспечения циркуляции в системе холодильного агента, в качестве которого наибольшее рас-

пространение получил аммиак, необходимо обеспечить бесперебойную работу компрессорных агрегатов. Аммиачные компрессоры по типу рабочих органов и конструктивному исполнению разделяют на поршневые и винтовые.

В данной статье будут рассмотрены особенности проведения ЭПБ винтовых компрессоров.

Следует дать пояснение терминам компрессорный агрегат и компрессор. Согласно ГОСТ 28567–90, компрессор — энергетическая машина или устройство для повышения давления и перемещения газа или их смесей (рабочей среды); компрессорный агрегат — компрессор (или компрессоры) с приводом [5].

Таким образом, проводя экспертизу компрессора, эксперт не определяет соответствие электродвигателя требованиям промышленной безопасности и, как мы укажем ниже, это находит подтверждение в требованиях НТД.

Основанием для проведения ЭПБ технических устройств согласно требованиям п. 2 статьи 7 Федерального закона «О промышленной безопасности опасных производственных объектов» № 116-ФЗ является:

— применение на опасном производственном объекте, если техническим регламентом не установлена иная форма оценки соответствия технического устройства,

— истечение срока службы или превышение количества циклов нагрузки технического устройства, установленных его производителем;

— отсутствие в технической документации данных о сроке службы технического устройства, если фактический срок его службы превышает двадцать лет;

— проведение работ, связанных с изменением конструкции, заменой материала несущих элементов такого технического устройства, либо восстановительного ремонта после аварии или инцидента на опасном производственном объекте, в результате которых было повреждено техническое устройство [12].

Опасные производственные объекты, на которых эксплуатируются аммиачные холодильные компрессоры, относятся к взрывопожароопасным производствам и попадают под действие Федеральных норм и правил в области промышленной безопасности «Общие правила взрывобезопасности для взрывопожароопасных химических, нефтехимических и нефтеперерабатывающих производств». Проведение экспертизы промышленной безопасности на объектах такого типа регламентируют Федеральные нормы и правила в области промышленной безопасности «Порядок осуществления экспертизы промышленной безопасности в химической, нефтехимической и нефтегазоперерабатывающей промышленности». Пункт 12.1., указанных ФНП содержит следующее положение:

«Экспертиза промышленной безопасности технических устройств, применяемых на опасных производственных объектах, проводится в случаях, предусмотренных нормативными документами в области промышленной безопасности, а также:

— при отсутствии паспорта на техническое устройство;

— при выработке установленного срока эксплуатации или количества циклов нагружения;

— при отсутствии в технической документации данных о сроке службы технического устройства;

— при истечении установленных сроков хранения технических устройств;

— при воздействии на техническое устройство в процессе эксплуатации факторов, превышающих расчетные параметры (температура, давление, внешние силовые нагрузки) в результате нарушения регламентированного режима работы, в том числе вследствие аварии, или иных техногенных или природных воздействий;

— при проведении ремонтно-сварочных работ, связанных с изменением конструкции, заменой материала несущих элементов технического устройства» [13].

Итак, нами перечислены случаи, при которых необходимо провести ЭПБ техническим устройствам на опасных производственных объектах. Следует отметить, что сегодня наиболее частой причиной проведения ЭПБ является отработка нормативного срока эксплуатации или срока эксплуатации, назначенного при проведении предыдущей ЭПБ.

При проведении ЭПБ определяется соответствие объекта экспертизы требованиям промышленной безопасности. Важным этапом является определение степени работоспособности технического устройства.

Для проведения контроля технического состояния аммиачных компрессоров необходимо руководствоваться положениями РД 09–244–98 «Инструкция по проведению диагностирования технического состояния сосудов, трубопроводов и компрессоров промышленных аммиачных установок». Инструкция устанавливает порядок и методы проведения диагностирования технического состояния и определения остаточного ресурса безопасной эксплуатации сосудов, трубопроводов и компрессоров аммиачных холодильных установок, находящихся в эксплуатации в различных отраслях промышленности.

Основными этапами контроля технического состояния для винтовых компрессоров согласно РД 09–244–98 являются:

— наружный осмотр деталей с целью выявления коррозии, локальной деформации, трещин и других дефектов на наружных поверхностях деталей;

— контроль степени износа узлов и деталей путем их микрометрирования и сопоставление результатов со значениями допустимых предельных отклонений размеров, указанных в НТД;

— вибрационное обследование оборудования, позволяющее с достаточной степенью достоверности оценить его фактическое техническое состояние, не прибегая к разборке;

— ультразвуковая толщинометрия в зонах повреждения материала от коррозии, в местах локальной дефор-

мации материала, в радиусах перехода фланцевых соединений, в зонахгиба трубопроводов;

— дефектоскопия поверхностей с целью исследования макродефектов с помощью ультразвукового метода контроля, радиографическим или цветным методом;

— определение механических характеристик материала путем измерения твердости и с применением других неразрушающих методов [10].

Заметим, что про работоспособность привода, его исправность и соответствие требованиям безопасности в РД 09–244–98 не упоминается. Однако при проведении вибрационного обследования проводятся измерения параметров вибрации электродвигателя компрессорного агрегата.

Авторы статьи отмечают, что при проведении ЭПБ эксперт определяет необходимость и возможность применения средств и методов неразрушающего контроля в зависимости от конструктивных особенностей компрессорного агрегата. В обоснованных случаях вносятся изменения в программу работ.

Остановимся на некоторых этапах проведения ЭПБ и контроля технического состояния аммиачных винтовых компрессоров.

#### **Анализ технической документации.**

При проведении анализа следует особое внимание уделять данным о наработке компрессора. Эти данные позволяют проводить расчет остаточного ресурса по изменяемому параметру в зависимости от наработки и назначать срок следующей ЭПБ до наступления следующего капитального ремонта или на срок пробега эквивалентный межремонтному периоду.

Отдельно следует изучить результаты предыдущих ЭПБ (при наличии заключений), ознакомиться с выявленными несоответствиями, нарушениями и способами их устранения, результатами неразрушающего контроля и, особенно, с данными по виброобследованию.

По результатам анализа технической документации экспертами могут выдаваться рекомендации по ведению и разработке эксплуатационной документации. Выявленные нарушения отражаются в заключении экспертизы.

**Вибрационное обследование.** Как уже отмечалось, вибрационное обследование позволяет с достаточной степенью достоверности оценить фактическое техническое состояние компрессора, не прибегая к разборке. Но если по результатам обследования будут обнаружены диагностические признаки дефектов, необходимо проводить разборку компрессора. Необходимость разборки определяется экспертом.

РД 09–244–98 содержит нормирование вибрации в зависимости от класса компрессора, в качестве нормированного параметра вибрации принята средняя квадратическая виброскорость в диапазоне частот от 10 Гц до 1000 Гц.

Согласно ГОСТ ИСО 10816–1–97 «Вибрация. Контроль состояния машин по результатам измерения вибрации на невращающихся частях. Часть I Общие требо-

вания», измерения оцениваются по критерию связанному с определением границ для абсолютного значения параметра вибрации, соответствующего допустимым динамическим нагрузкам на подшипники и допустимой вибрации, передаваемой вовне через опоры и фундамент. Максимальное значение, полученное в результате измерения на каждом подшипнике и опоре, сравнивается с границами четырех зон, установленных исходя из международного опыта проведения исследований и эксплуатации. Данные зоны предназначены для качественной оценки вибрационного состояния машин и принятия решения о необходимых мерах. В качестве нормированного параметра вибрации принята также средняя квадратическая виброскорость [1].

В СА 03–001–05 «Центробежные насосы и компрессорные агрегаты опасных производств. Эксплуатационные нормы вибрации» приведены эксплуатационные нормы вибрации вентиляторов, центробежных и винтовых компрессоров, мультипликаторов, паропроводов, центробежных и винтовых насосов и электрических машин. Приведено нормирование по различным параметрам вибрации: виброперемещению, виброскорости, виброускорению [11].

Возможно возникновение спорной ситуации, так как перечисленные документы по-разному оценивают вибрационное состояние компрессоров. В этом случае следует выбирать наиболее строгие требования.

Наиболее часто встречающиеся дефекты, выявленные при проведении вибрационного обследования винтовых аммиачных компрессоров, зафиксированные авторами статьи были:

- расцентровка валов компрессора и электродвигателя;
- эксцентриситет зазора между ротором и статором электродвигателя;
- дефекты подшипников качения электродвигателя;
- дисбаланс винтовой пары компрессора;
- дефекты подшипников скольжения и подшипников качения компрессора;
- дефекты муфты;
- ослабление затяжки фундаментных болтов электродвигателя или уменьшение плотности прилегания опор;
- дефекты электродвигателя электромагнитной природы;
- задиры и риски на винтовом профиле роторов.

**Визуальный и измерительный контроль.** Контроль степени износа узлов и деталей путем их микрометрирования и сопоставление результатов со значениями допустимых предельных отклонений размеров, указанных в НТД, проводится при необходимости, если по результатам вибрационного обследования выявлены диагностические признаки дефектов, и экспертами принято решение о разборке компрессора. Авторы статьи рекомендуют привлекать персонал эксплуатирующей организации для разборки компрессоров, поскольку опыт проведения подобных работ и наладки у сервисных бригад

больше, чем у экспертов. Такая совместная работа обеспечивает объективность контроля и исключает возможность подлога данных измерений.

**Определение соответствия.** После проведения контроля технического состояния и определения степени работоспособности компрессора экспертом определяется соответствие компрессора требованиям ПБ 09–595–03 «Правила безопасности аммиачных холодильных установок», Федеральных норм и правил в области промышленной безопасности «Общие правила взрывобезопасности для взрывопожароопасных химических, нефтехимических и нефтеперерабатывающих производств», Федеральных норм и правил в области промышленной безопасности «Правила безопасности химически опасных производственных объектов». Определение соответствия проходит по многим параметрам, например: соответствие комплектности компрессора приборами контроля и средствами защиты технологического процесса, определения достаточности защиты персонала от травмирования вращающихся частей компрессора; наличия запорной и регулирующей арматуры и фильтров на трубопроводах и пр.

Если установлены диагностические признаки опасных и неразвитых дефектов, или выявлена необходимость наладочных работ, то эксперт вправе указать в выводах заключения экспертизы, что установлено неполное соответствие объекта экспертизы требованиям промышленной безопасности и определить условия и мероприятия обязательные к исполнению, после проведения которых техническое устройство будет соответствовать требованиям промышленной безопасности [14].

Следует упомянуть о видах технического состояния, характеризующихся значениями параметров объекта в определенный момент времени:

— **исправное** — состояние объекта, при котором он соответствует всем требованиям нормативно-технической и (или) конструкторской (проектной) документации;

— **неисправное** — состояние объекта, при котором он не соответствует хотя бы одному из требований нормативно-технической и (или) конструкторской (проектной) документации;

— **работоспособное** — состояние объекта, при котором значения всех параметров, характеризующих способность выполнять заданные функции, соответствуют требованиям нормативно-технической и (или) конструкторской (проектной) документации;

— **неработоспособное** — состояние объекта, при котором значения хотя бы одного параметра, характеризующего способность выполнять заданные функции, не соответствуют требованиям нормативно-технической и (или) конструкторской (проектной) документации;

— **предельное** — состояние объекта, при котором его дальнейшая эксплуатация недопустима или нецелесообразна, либо восстановление его работоспособного состояния невозможно или нецелесообразно [4].

Понятие «исправное состояние» шире, чем «работоспособное состояние». Если объект исправен, то он обязательно работоспособен, но работоспособный объект может быть неисправен, так как некоторые неисправности могут быть незначительными, не нарушающими нормальное функционирование объекта [8].

На предприятиях с низкой культурой производства и технологической дисциплиной технологическому оборудованию не уделяется должного внимания со стороны служб механиков, энергетиков, а порой, и начальников цехов. На таких предприятиях, несмотря на разработанные положения о производственном контроле, наличие специальных разделов в постоянных технологических регламентах, отдельных положений и инструкций по эксплуатации компрессоров, состояние последних удручающее. Эти факторы способствуют созданию аварийных ситуаций на опасных производственных объектах.

Неоднозначной кажется авторам данной статьи отсутствие требований по определению соответствия электродвигателей привода аммиачных компрессоров при проведении ЭПБ. Фактически, компрессор при ЭПБ рассмотрен в определенных границах — опоры, всасывающий и нагнетательный патрубок, приводной вал, системы защиты контроля параметров работы.

Электродвигатели компрессорных агрегатов должны иметь степень защиты не ниже IP 44 — это требование п. 10.2. ПБ 09–595–03 «Правила безопасности аммиачных холодильных установок». Однако, напрямую это требование к компрессорам не относится. Эксперт в случае выявления этого нарушения может рекомендовать замену электродвигателя.

Опасность применения электродвигателя с низкой степенью взрывозащиты в компрессорном зале аммиачной холодильной установки может быть причиной аварии. Технологическое оборудование в цехе располагается компактно, часть оборудования подлежит периодической разборке, чистке, ремонту и пр. При подобных работах возможен небольшой выброс паров аммиака, полагаться только на газоанализаторы и аварийную вентиляцию наивно. Облако паров может достигнуть электродвигателя компрессорного агрегата с низкой степенью взрывозащиты и стать причиной аварии.

Авторам статьи встречались случаи когда, после нескольких комплексных проверок Ростехнадзора аммиачной холодильной установки, нарушение п. 10.2. ПБ 09–595–03 не было выявлено, и электродвигатели продолжали эксплуатироваться.

Авторы статьи призывают службы промышленных предприятий своевременно уделять внимание компрессорам и электродвигателям, повышать квалификацию сотрудников, разрабатывать планы проверок и ревизий. Своевременно выполненные работы позволят снизить риски возникновения аварийных ситуаций.

## Литература:

1. ГОСТ ИСО 10816–1–97 «Вибрация. Контроль состояния машин по результатам измерения вибрации на не-вращающихся частях. Часть I Общие требования».
2. ГОСТ 20911–89 «Техническая диагностика. Термины и определения».
3. ГОСТ 24346–80 «Вибрация. Термины и определения».
4. ГОСТ 27.002–89. Надежность в технике. Основные понятия. Термины и определения»
5. ГОСТ 28567–90 «Компрессоры. Термины и определения».
6. Вибродиагностика холодильных компрессорных агрегатов. Р. В. Жуков, к. т. н.
7. ООО НПП «Механик» (Москва) [электронный ресурс] — свободный доступ — URL: [http://www.vibration.ru/holod\_agr.shtml].
8. Опыт вибродиагностики компрессорного оборудования пищевых предприятий в рамках обеспечения их промышленной безопасности В. М. Давыдов, Р. В. Жуков, к. т. н. ООО НПП «Механик» (Москва) [электронный ресурс] — свободный доступ — URL: [http://www.vibration.ru/ovkorpvrqip/ovkorpvrqip.shtml].
9. Основы диагностики технических устройств и сооружений / [Н. А. Быстрова, Д. И. Галкин, Г. А. Бигус, Ю. Ф. Даниев, В. К. Белкин, Д. С. Большаков, А. А. Травкин, С. Л. Рябцев]. — Москва: Издательство МГУ им. Н. Э. Баумана, 2015—461, [3] с.:ил.
10. ПБ 09–595–03 «Правила безопасности аммиачных холодильных установок»
11. РД 09–244–98 «Инструкция по проведению диагностирования технического состояния сосудов, трубопроводов и компрессоров промышленных аммиачных установок» (с изменениями) [РДИ 09–513 (244) — 02].
12. СА 03–001–05 «Центробежные насосы и компрессорные агрегаты опасных производств. Эксплуатационные нормы вибрации».
13. Федеральный закон «О промышленной безопасности опасных производственных объектов» № 116-ФЗ (ред. от 13.07.2015 г.)
14. Федеральные нормы и правила в области промышленной безопасности «Порядок осуществления экспертизы промышленной безопасности в химической, нефтехимической и нефтегазоперерабатывающей промышленности». Утверждены приказом Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору от 15.10.2012 № 584.
15. Федеральные нормы и правила в области промышленной безопасности «Правила проведения экспертизы промышленной безопасности». Утверждены приказом Ростехнадзора от 14.11.2013 г. № 538. (в редакции Приказа Ростехнадзора от 03.07.2015 г. № 266).
16. Федеральные нормы и правила в области промышленной безопасности «Общие правила взрывобезопасности для взрывопожароопасных химических, нефтехимических и нефтеперерабатывающих производств». Утверждены приказом Ростехнадзора от 11.03.2013 N 96.
17. Федеральные нормы и правила в области промышленной безопасности «Правила безопасности химически опасных производственных объектов» (Зарегистрировано в Минюсте России 31.12.2013 N 30995). Приказ Ростехнадзора от 21.11.2013 N 559.

## The optimization of direct digital synthesis system

Смагулова Айгерим Избасаровна, магистрант

Евразийский национальный университет имени Л. Н. Гумилева (г. Астана, Казахстан)

Direct digital synthesis (DDS) is a powerful method used in the generation of radio frequency signals for apply in a variety of applications from radio receivers to signals generators and various other. The method has become widespread in recent years with the advances being made in integrated circuit technology that allow much faster speeds to be handled which in turn enable higher frequency DDS chips to be made. [6] DDS synthesizes the waveform data in digital processing and the data is converted to analog signal with a DAC.

This is technique called DDS, because it generates the waveform with a digital circuit. It has very good stability, accuracy and reproducibility compared to the analog method, and can be fully controlled by software. [2]

DDS technique makes periodical waveform generation possible as well as a sine wave generation based on sample value is loaded into the internal look-up table module in the DDS, the periodical waveform with desired frequency and phase can be generated.



A common method for digitally generating a sinusoid employs a lookup table scheme. [4] The lookup table stores samples of sinusoid. A digital integrator is used to generate a suitable phase argument that is mapped by the lookup table to the desired output waveform

Summarize why DDS is a valuable technique.

- 1) The tuning resolution can be made arbitrary small to satisfy almost any design specification.
- 2) The phase and the frequency of the waveform can be controlled in one sample period, making phase modulation feasible.
- 3) The DDS implementation relies upon integer arithmetic, allowing implementation on virtually any microcontroller.
- 4) The DDS implementation is always stable, even with finite-length control words. There is no need for automatic gain control.
- 5) The phase continuity is preserved whenever the frequency is changed. [1] [5]

The actual implementation of DDS requires a look-up table to determine the phase output signal at any point in time.

The following figure 1 shows the building blocks for DDS.

A fundamental problem with this simple DDS system is that the final output frequency can be changed only by changing the reference clock frequency or by reprogramming the PROM, making it rather inflexible. [6]

The output frequency,  $f_{out}$ , of the DDS waveform is a function of the system clock frequency,  $f_{clk}$ , the phase width, that is, number of bits in phase accumulator,  $N$ , and the phase increment value  $M$ . The output frequency in Hertz is defined by:

$$f_{out} = \frac{f_{clk} \times M}{2^N}$$

In order to have better frequency resolution, the number of bits employed in the phase accumulator is increased.

$$\Delta f = f_{clk} / 2^N$$

At each reference clock cycle, the phase accumulator integrates the phase increment value to the phase accumulator output value. [6] The phase increment and accumulator output value are defined by the same number of bits. The full precision of the phase accumulator can not be used to index the lookup table, because of very large memory requirement. [7] For this reason the phase accumulator output is quantized by filtering least significant bits. The quantization depends on the lookup table length. For calculate all parameters was used number of phase truncation bits, because of reason that value for address inside of lookup table

There are also two parameters which have effect on the quality of the waveform: lookup table length (number of phase truncation bits) and lookup table width (number of amplitude truncation bits). If the value of these parameters is increased, the output waveform resolution becomes better.

The truncated output of the phase accumulator server as the address to a sine lookup table. Each address in the lookup table corresponds to a phase point on the sine wave from  $0^\circ$  to  $360^\circ$ . [3] The lookup table contains the corresponding digital amplitude information for one complete cycle of a sine wave. The lookup table therefore maps the phase information from the phase accumulator into a digital amplitude word.

In order to generate a periodical waveform at a output frequency, a constant phase increment is added to the phase accumulator at each reference clock cycle. A waveform at higher frequency can be generated if the phase increment value is larger.

DDS allows represent desired frequency that depends of phase accumulator and clock frequency, all this parameters can be increased for greater accuracy. Phase truncation (applying lookup table) helps to reduce power consumption.

DDS, which generates analog waveform with digitally adjustable high resolution phase and frequency, is useful in wide variety of application.

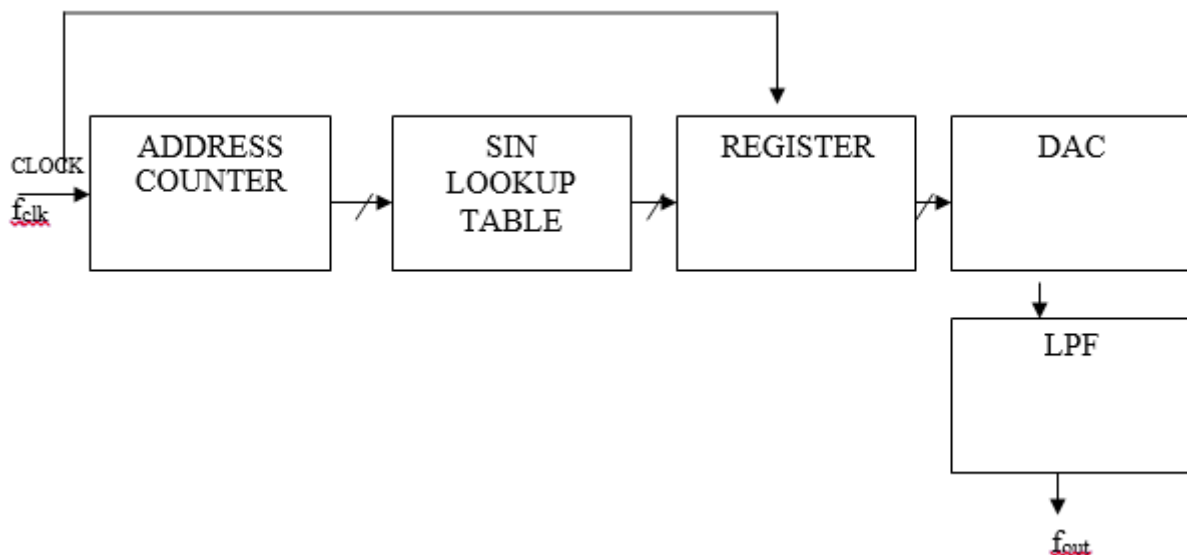


Figure 1: DDS system

## References:

1. Dr. R. K. Sharma and Gargi Upadhyaya «Memory Reduced and Fast DDS Using FPGA», International Journal of Computer Theory and Engineering, Vol 2, No. 4, August, 2010.
2. DDS Design, By David Brandon, EDN, May 13, 2004.
3. Henry T. Nicholas, III and Henry Samueli, «An Analysis of the Output Spectrum of Direct Digital Frequency Synthesizers in the Presence of Phase-Accumulator Truncation», IEEE 41st Annual Frequency Control Symposium Digest of Papers, 1987, pp. 495–502, IEEE Publication No. CH2427–3/87/0000–495.
4. Lionel Cordesses, «Direct Digital Synthesis: a tool for Periodic Wave Generator» (Part I), in IEEE signal processing magazine, July 2004
5. Manjiri A. Bopche, Dr A. Y. Deshmukh «FPGA based DDS function generator» International Journal of VLSI and Signal Processing Applications, Vol. 1, Issue 2, May 2011, (8–14), ISSN 2231–3133.
6. Tutorial «Fundamentals of Direct Digital Synthesis (DDS)» «MT-085
7. Xilinx ds558 march 1, 2011

## Разработка электропривода автомобиля с гибридной установкой

Смирнов Константин Викторович, магистрант  
Научный руководитель: Елюков А. С., доцент  
Вологодский государственный университет

Автомобильный транспорт в прошлом столетии занял одну из ведущих позиций, в первую очередь по причине своей массовости, универсальности и мобильности. Целью работы является проектирование гибридной системы, которая могла бы в нужный момент времени добавлять мощность ДВС, делая, таким образом, машину более маневренной.

Стремительный рост потребления топливно-энергетических ресурсов приводит к возникновению проблемы приближающегося энергетического кризиса. Известно, что современный автомобиль имеет достаточно хорошие показатели топливной экономичности и экологичности. В то же время, при движении в режиме городского цикла, представляющего собой постоянное чередование фаз разгона, равномерного движения, замедления и стоянки с работающим на холостом ходу двигателе, эти показатели существенно ухудшаются. Причин этому несколько. Недостаточное использование потенциальной мощности двигателя при движении с ограниченной в условиях города скоростью, вследствие чего двигатель работает с повышенными удельными расходами. Постоянные затраты энергии на накопление автомобилем кинетической энергии, которая затем через короткий промежуток времени переводится в тепло и безвозвратно теряется в фазе служебного замедления автомобиля.

Гибридная силовая установка представляет собой сочетание в качестве источника энергии двигателя внутреннего сгорания, работающего, как правило, в режиме минимально возможного удельного расхода топлива и электри-

ческого накопителя энергии, питающего тяговый электродвигатель-генератор.

Обязательной составляющей любой гибридной силовой установки является автоматическая система управления, которая обеспечивает согласованную работу двигателя внутреннего сгорания и электродвигателя-генератора.

Следует отметить, что по способу управления автомобиль с ГСУ не должен отличаться от автомобиля со стандартным двигателем внутреннего сгорания.

В данном проекте предложена гибридная силовая установка для переднеприводного автомобиля, позволяющая улучшить топливную экономичность, динамические показатели автомобиля и при этом значительно снизить вредные выбросы в окружающую среду. В состав гибридной силовой установки входит двигатель внутреннего сгорания и вентильно-индукторный электродвигатель.

Система управления ВИД моделировалась с использованием программы MATLAB, что позволило оценить качество и диапазон работы ЭП с вентильно-индукторной машиной.

Для системы управления выбран микроконтроллер ATmega16A и составлена программа опроса датчиков тока и напряжения. У данного микроконтроллера имеется достаточно выходов, чтобы подключать различные элементы системы, а так же имеет неплохой язык программирования в среде AVR Studio.

В ходе научной работы спроектирована принципиальная схема электропривода, разработана архитектура системы управления.

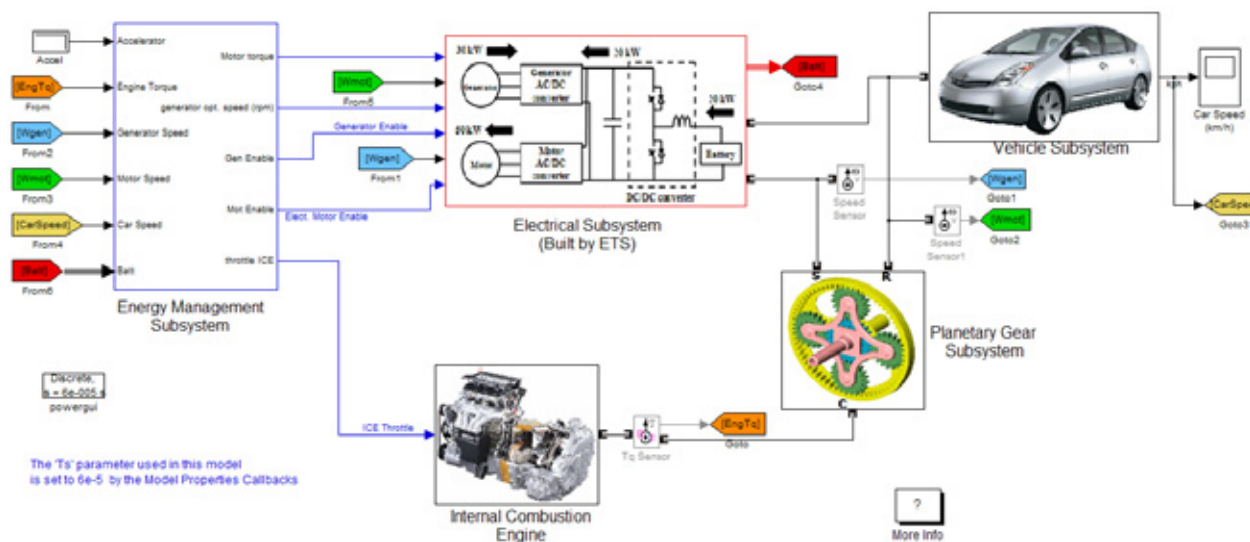


Рис. 1. Модель ВИД в системе MATLAB

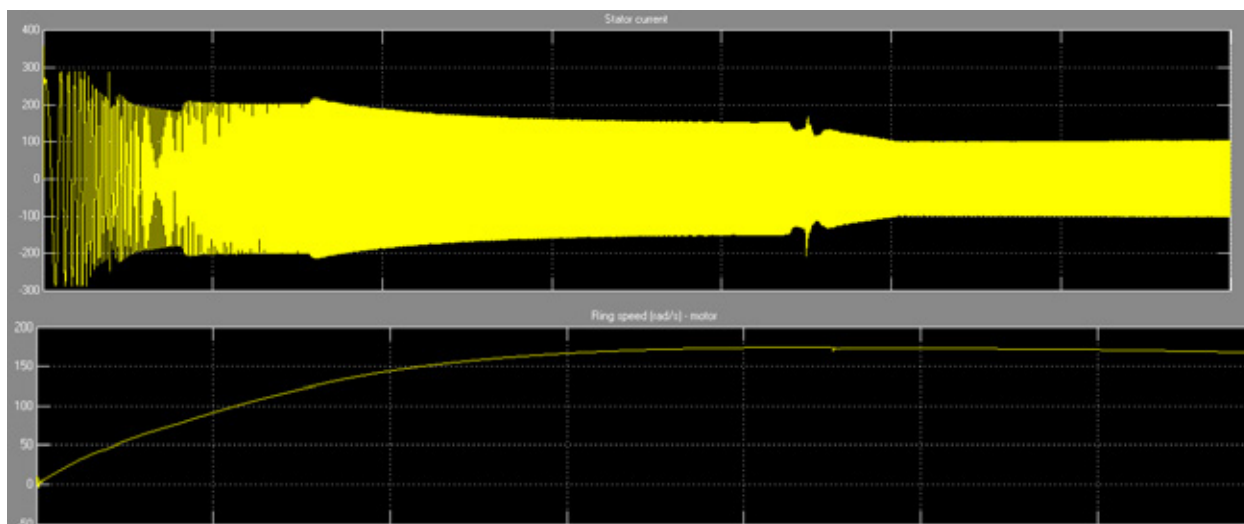


Рис. 2. Графики тока статора и скорости вращения двигателя

Литература:

1. Кузнецов, В.А., Кузьмичев В.А. Вентильно-индукторные двигатели. — М.: Издательство МЭИ, 2003. — 70 с.
2. Хвоц, С.Т. Микропроцессоры и микро ЭВМ в системах автоматического управления. Справочник. М: — Высшая школа, 1985.

## Статистические закономерности статических и циклических повреждений конструкционных материалов на мезоструктурном уровне

Столярчук Александр Станиславович, кандидат технических наук, доцент;  
Романенко Михаил Дмитриевич, студент  
Волгоградский государственный технический университет

Серов Игорь Михайлович, первый зам. генерального директора, эксперт;  
Зубков Андрей Викторович, зав. лабораторией, эксперт;  
Коробов Александр Викторович, инженер  
ООО «ЦДКНХО» (г. Волгоград)

*Исследуется взаимосвязь между шириной петли механического гистерезиса и структурным состоянием конструкционных материалов на мезоуровне. Используя аппарат математической статистики, показано принципиальное различие между статическими и циклическими повреждениями структуры на исследованном уровне.*

**Ключевые слова:** петля механического гистерезиса, статические и циклические повреждения, мезоструктура.

**Постановка задачи.** Как известно, ресурс работы конструкционных материалов в изделиях, например, при эксплуатации нефтехимического комплекса (в том числе, при циклических нагрузках) определяется совокупностью их физико-механических свойств. Эти свойства в процессе работы изменяются, зачастую приводя к аварийным ситуациям, в частности из-за «повреждения» материала в результате искажения его структуры.

Задачами настоящей работы являлись: экспериментальное изучение процессов повреждения структуры конструкционных материалов, а также исследование взаимозависимости дисперсии (неоднородности) этих процессов и макропараметров механического состояния, например, петли механического гистерезиса. Структурным повреждениям ставились в соответствие «локальные деформации», накапливаемые при статическом или циклическом нагружении.

**Масштабный уровень исследования.** Большинство современных конструкционных металлических материалов являются поликристаллическими агрегатами. Поэтому при их исследовании и разработке моделей макроповреждения необходимо опираться на экспериментальное изучение процессов накопления локальных повреждений по «элементам» структуры материала. Известно [1], что характер структуры (зерна, субзерна, ансамбли дислокаций, единичные дислокации и пр.) определяется выбором масштабного уровня рассмотрения процессов повреждения.

В настоящей работе для исследований выбран мезоструктурный уровень, на котором в качестве базового элемента структуры рассматривается либо само зерно поликристалла, либо его составляющие (субзерна), то есть масштаб измерения локальных деформаций принят «внутризерненный». Такой подход обусловлен двумя обстоятельствами. Во-первых, накопление повреждений в структурированном материале требует учета этой структуры,

что означает отказ от первой гипотезы механики деформирования твердого тела: гипотезы «о д н о р д н о с т и»! Во-вторых, выбранный масштабный уровень наиболее значим, поскольку интегрально отображает всю информацию о повреждениях на более мелких уровнях, являясь «представительным объемом» [2].

**Сравнительный анализ амплитудных зависимостей.** Принято считать [3], что макропараметром, отражающим неупругость, то есть локальные микропластические акты (в пределе — до масштабов единичных дефектов строения кристаллической решетки: атомов внедрений, вакансий, единичных дислокаций и пр.), которые и ответственны за общее повреждение материала, является форма петли механического гистерезиса, а в частности — ее ширина  $\delta_p$ .

Рассмотрим экспериментальные зависимости  $\delta_p/2\sigma_a$  ( $\sigma_a$  — амплитуда напряжения) для моно- и поликристаллической структур (рис. 1). В качестве объекта исследования выбран молибден. Выбор объекта в данном случае не существен, поскольку нас интересует только сравнительный анализ поведения материала в разных структурных состояниях.

Как видим, изменение монокристаллической структуры на поликристаллическую влияет на характер амплитудных зависимостей. При переходе от предварительной однократной статической нагрузки к циклической тренировке ( $1,5 \cdot 10^4 \dots 2,75 \cdot 10^5$  циклов) амплитудные зависимости для поликристалла расходятся (кривые «1» и «2»), чего не наблюдается в монокристаллическом состоянии. Проверка показала, что наблюдаемый эффект качественно подтверждается для конструкционных и инструментальных углеродистых сталей (сталь 20; сталь 45; сталь У7). Это явно свидетельствует: зеренная структура является определяющей, непосредственно влияя на механическое состояние (фиксируемое по петле!) — в данном случае после циклических нагрузок, то есть при усталости.

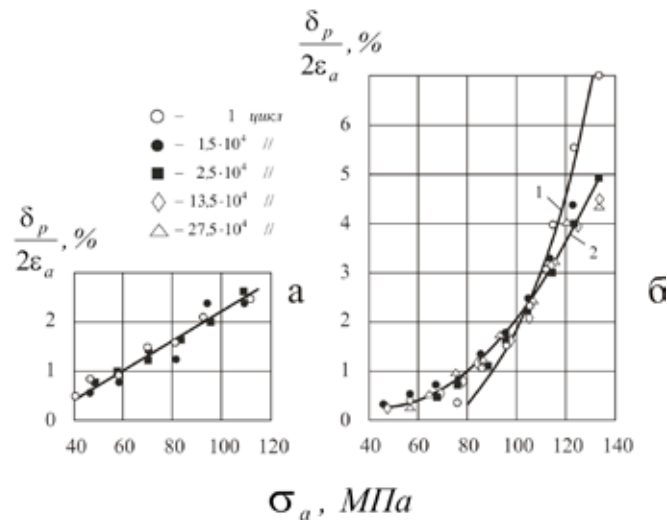


Рис. 1. Амплитудные зависимости для моно- (а) и поликристалла (б) молибдена

Таким образом, приведенные результаты подтверждают наше предположение о том, что изучение локального деформирования на масштабном уровне, близком к размеру зерна или его составляющих (на уровне мезомасштаба), будет отражать общие закономерности глобального повреждения материала.

*Статистический подход при описании повреждений.* Измерение локальных деформаций  $\varepsilon_i$  ( $i$  — номер интервала измерения), фиксирующих повреждение мезообъемов на принятом внутризеренном уровне, осуществлялось по известной [4] методике. Исследования проведены на феррито-перлитной стали 20 и титановом сплаве ВТ6 при статическом и циклическом (отнулевом растяжении) нагружении. С целью установления статистических закономерностей распределения внутризеренных деформаций их измерение осуществлялось на базе 20 мкм, которая для стали 20 была в 3...4 раза меньше размера зерна. При этом объем выборки  $m$  составлял не менее 100 интервалов. Степень неоднородности оценивали по «коэффициенту концентрации» локальных деформаций  $\alpha_i = \varepsilon_i / \bar{\varepsilon}$ , где  $\bar{\varepsilon} = \sum_1^m \varepsilon_i / m$ . Считают [5], что этот коэффициент является одним из структурно-чувствительных параметров неоднородности деформирования материала, то есть дисперсии локальных внутризеренных деформаций. Стандартная ошибка определения деформаций на принятых интервалах измерения контролировалась и не превышала 1% от номинальных величин.

На рис. 2 представлены графики распределения  $\alpha_i$  вдоль геометрической оси  $X$  цилиндрического образца, подвергнутого предварительно осевому растяжению. Макродеформация  $\varepsilon$  ( $\varepsilon = \bar{\varepsilon} = 15\%$ ) как при статическом, так и при циклическом растяжении накапливалась за три равные ступени (5+5+5%). Как видно (рис. 2, а), остаточная деформация распределяется крайне неоднородно

так, что значения  $\alpha_i$  для стали 20 достигают величин ~ 2,5, а для титанового сплава ВТ6 еще больше ~ 3...4). Для обоих материалов отмечается достаточно устойчивое, почти 100-процентное, закрепление очагов деформирования при статическом испытании.

При переходе к циклическим нагрузкам наблюдается принципиально иная картина. Во-первых, четкое закрепление очагов деформирования исчезает, что уже говорит о другом характере накопления повреждений. Во-вторых, на графиках в некоторый момент появляются резкие пики. Проведенный на микроскопе *Olympus BX-61* металлографический анализ показал наличие усталостных трещин на этих участках (для стали 20 это демонстрирует рис. 3); значит наблюдаемые пики это не следствие деформации, а результат раскрытия «берегов трещины» у поверхности, что означает: вторая гипотеза механики деформирования твердого тела — гипотеза «сплошности» в процессе циклического нагружения, то есть при усталости материала, не справедлива!

Полученные выводы подтверждаются и при рассмотрении эмпирических линий регрессии коэффициентов концентрации (рис. 2, б) предыдущей ( $j$ ) и последующей ( $j+1$ ) стадий деформирования. Номер стадии при этом принимал два значения:  $j = 1; 2$ . Изменение характера накопления повреждений при циклических нагрузках здесь интерпретируется, с одной стороны, расширением поля регрессии (за счет потери «сплошности»), а с другой, — нарушением закреплений, что отображается отклонением эмпирической линии регрессии от биссектрисы (см. рис. 2, б) по сравнению с их практическим совпадением при статическом растяжении. Так, подсчет ортогональных коэффициентов  $\beta$  уравнения линии регрессии  $\alpha_{i,j+1} = \beta \cdot \alpha_{i,j}$  показал, что в отличие от статического повреждения ( $\beta = 1$ ), при переходе к циклическому  $\beta < 1$ . То есть в среднестатистическом аспекте концентрация деформаций после циклического воздей-

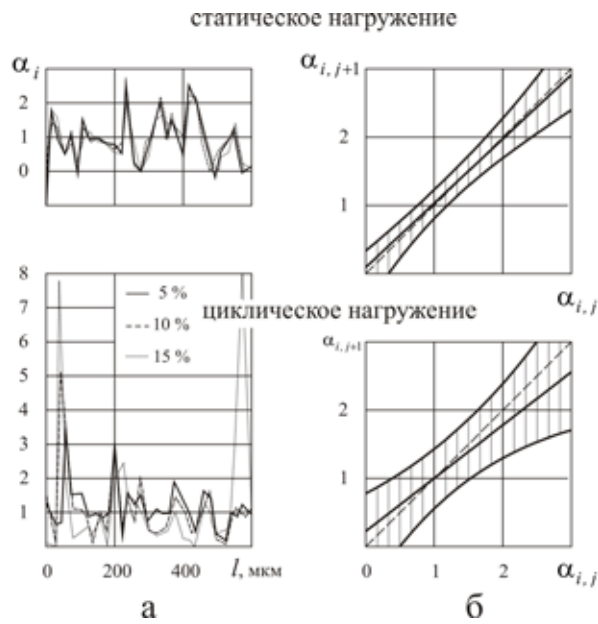


Рис. 2. Графики изменения  $\alpha_i$  для стали 20 на трех ступенях (а) деформации и поля регрессии (б) коэффициентов концентрации

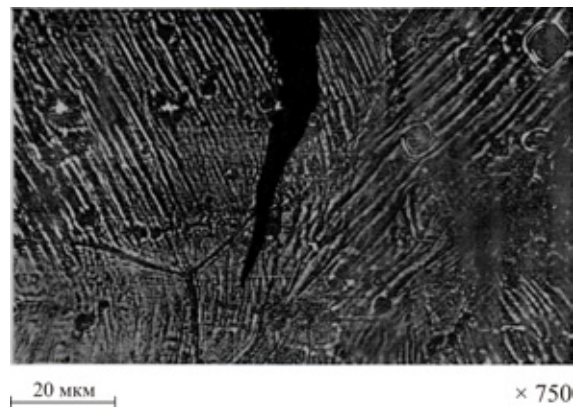


Рис. 3. Усталостная трещина в стали 20

ствия уменьшается по сравнению со статическим — соответственно, кривая «2» на рис. 1, б становится более пологой, чем кривая «1». Этот эффект подтверждается и для других материалов: титанового сплава ВТ6, стали 45 и молибдена.

**Резюме.** Полученные экспериментальные результаты диктуют необходимость отказа для поликристаллических конструкционных материалов, рассматриваемых на мезомасштабном уровне, от двух фундаментальных гипотез ме-

ханики деформирования твердого тела уже в начале усталости. Они же подтверждают принципиальное различие характера накопления повреждений при статическом и циклическом нагружениях. Кроме того, ширина петли механического гистерезиса, по нашим данным, непосредственно зависит от мезоструктуры материала, а значит может адекватно отображать изменения этой структуры, то есть повреждение материала в процессе циклических нагрузок.

Литература:

1. Панин, В. Е. Структурные уровни пластической деформации и разрушения/В. Е. Панин, Ю. В. Гриняев, В. И. Данилов и др. — Новосибирск: Наука. — 1990. — 255 с.
2. Багмутов, В. П. Методика определения представительного объема в поликристаллических конструкционных материалах/В. П. Багмутов, А. С. Столярчук, А. В. Коробов // Известия ВолгГТУ. Серия «Проблемы материаловедения, сварки и прочности в машиностроении». — Волгоград, 2013. — № 15 (118). — С. 71–74.

3. Трощенко, В. Т. Механическое поведение материалов при различных видах нагружения/В. Т. Трощенко и др. — Киев: Логос, 2000. — 571 с.
4. Гурьев, А. В. Исследование микросообностей деформации реальных сплавов/А. В. Гурьев, Л. В. Кукса, Ю. Д. Хесин. — Известия АН СССР. Металлы. — 1967. — № 2. — с. 122–129.
5. Романов, А. Н. Особенности рассредоточенного трещинообразования в связи с неоднородностью развития деформаций при малоцикловом нагружении/А. Н. Романов, М. М. Гаденин. — В кн.: Структурные факторы малоциклового разрушения металлов. — М.: Наука. — 1977. — с. 39–50.

## Виртуализация компьютера

Теньковская Татьяна Сергеевна, преподаватель  
Государственный аграрный университет Северного Зауралья

Виртуализация — это наше будущее. Эта технология поможет без риска для компьютера попробовать множество разных вещей. Времена, когда для увеличения мощности компьютера и получения больших функций пользователи-энтузиасты часто делали апгрейд, давно прошли. Мощности современного компьютера хватает для работы нескольких человек. На них даже можно запустить несколько операционных систем. Это нужно для некоторых людей для решения каких-то специфических задач, для которых требуется запуск определённой конкретной операционной системы, отличной от установленной на персональном компьютере. Например, в новой Windows 7 вы можете без проблем запустить виртуальную операционную систему XP, и уже в неё работать с приложением, которое не поддерживается в Windows 7. Виртуальную машину можно запустить и в Linux средах, которая позволит безопасно работать с любой программой. Совершенно ясно, что современные компьютеры способны решать любые задачи виртуализации. Рассмотрим 5 лучших виртуальных машин: VirtualBox, VMware Workstation, Microsoft Virtual PC, Parallels Desktop и QEMU [1, с. 168].

Виртуальная машина VirtualBox. У программы виртуализации интересная судьба, у этой программы всё время было постоянное высокое качество, но незримо для пользователей, у приложения менялся несколько раз разработчик. Сегодня этой виртуальной машиной владеет компания Oracle. Самое главное в VirtualBox — эмуляция огромного числа аппаратного обеспечения. Виртуальная система VirtualBox эмулирует не безымянные компоненты, а вполне реальные программные аналоги. Например, ICH AC97, Intel HD Audio, IDE-контроллеры ICH6 и PIIX3, Ethernet-адаптеры PCnet и Intel PRO. Тут есть нюансы, например, если к данной виртуальной машине не подключается какое-либо устройство, то наверняка у вас установлена не полная версия VirtualBox, а её урезанная OSE-версия без поддержки проприетарных компонентов, в числе которых и USB 2.0.

Эмулирование реальных компонентов компьютера позволяет обойтись без установленного VirtualBox Guest

Additions. Но этот набор позволяет активировать графический ускоритель и улучшить масштабируемость экрана. Следует сказать, что эта графическая карта будет обладать поддержкой DirectX, а следовательно, на ней можно играть в игры и запускать другие 3D-приложения. Ваша установленная на компьютере реальная видеокarta должна быть значительно мощнее виртуальной.

В этой виртуальной среде хорошо продумана и виртуальная сеть, которая функционирует при помощи удалённого доступа по протоколу RDP. Скорость работы и тонкость настроек немного хуже, чем у VMware Workstation, но зато VirtualBox является кросс-платформенным приложением и отличной локализацией, что для многих будет решающим фактором [3, с. 723].

Виртуальная система VMware Workstation. Компания VMware для тех людей, кто уже знаком с этим видом систем, ассоциируется с самим понятием «виртуальная машина». Для домашнего использования VMware Workstation плохо подходит, так как рассчитана на офисных потребителей. Для домашнего использования компания предлагает облегчённую бесплатную версию VMware Player, которая не позволяет создавать виртуальные машины, но запускать готовые вы сможете.

Рассмотрим преимущества старшей версии. Как оказалось, скорость работы VMware Workstation немного выше VirtualBox и Virtual PC и много выше, чем у машины QEMU. Если ваш компьютер поддерживает такие технологии, как AMD-V и Intel VT-x (технология виртуализация), то вы сможете включить их в настройках машины и значительно повысить её производительность. Для того, чтобы качественнее настраивать VMware Workstation лучше установить комплект драйверов VMware Tools. Это позволит вас активировать на этой виртуальной машине графический акселератор и звуковую поддержку.

При помощи мастера настроек Virtual Network Editor вы сможете не просто подсоединить систему к интернету, но и создать целую сеть виртуальных машин, а если захотите, то и несколько сетей. Имеется возможность реализации удалённого доступа к виртуальному ПК при помощи плагина vSphere Client для браузеров.

У этой виртуальной среды есть уникальный режим интеграции, который позволит вам встроить виртуальную машину прямо в рабочий стол хост-системы. Это тесное взаимодействие систем будет очень гармоничным. Включается этот режим при помощи сочетания клавиш CTRL+Shift+U.

Всё вышесказанное говорит о том, что виртуальная машина обладает богатой функциональностью, которую высоко оценят профессионалы и опытные компьютерщики. Для других же пользователей компьютера огромными минусами будет высокая стоимость и отсутствие локализации [2, с. 469].

Виртуальная среда Microsoft Virtual PC. Компания Microsoft обладающая гигантскими ресурсами инвестирует существенные финансы в разработку виртуализации. Основные силы брошены на корпоративный сектор и технологию Hyper-V. Для рядовых пользователей редмондский гигант выпускает виртуальную машину Virtual PC. Если вы работаете с Windows 7 и уже запускали так называемый XP Mode (режим совместимости с программами для XP), то значит уже знакомы с этой виртуальной средой. При настройке Virtual PC 2007 вам предложат выбрать одну ОС из семейства Windows. Но вы можете без всяких проблем запускать и FreeBSD, и Linux. В этом виртуальном персональном компьютере нет поддержки виртуальных оптических приводов, но их можно эмулировать при помощи стороннего приложения, например, Alcohol 52% или Daemon Tools. С сетью дела обстоят на порядок лучше. Вы можете использовать как реальный сетевой адаптер, так и работать с режимом NAT.

К плюсам этой виртуальной среды можно отнести небольшой размер пакета, хорошую локализацию, бесплатность, легкую настройку и установку [3, с. 723].

Виртуальная машина Parallels Desktop для Windows и Linux. С этой виртуальной машиной в основном знакомы пользователи компьютеров компании Apple. Можно сказать, что для Mac'ов есть и другие системы виртуализации, но в плане удобства использования и надёжности равных ей нет. Parallels Desktop поддерживает Windows и Linux системы, в наследство которым достались светлые тона интерфейса и фона от Mac'ов.

Parallels Desktop для Windows и Linux обладает рядом положительных моментов, среди которых хорошо продуманный интерфейс и удобство настройки. При установке через мастер создания виртуальной машины вам будет предложено оптимизировать систему под максимум оперативной памяти и мощности процессора или для хост-системы. Вы сможете настроить резервное копирование при помощи службы Smart-Guard, которая будет делать снимки виртуальной машины с периодичностью от часа до недели.

Устанавливая виртуальную машину Parallels Desktop для Windows и Linux вы устанавливаете также два других компонента: Parallels Transporter и Parallels Image Tool (редактор виртуальных дисков). Parallels Transporter позволяет вам импортировать созданную ранее иным прило-

жением, например, VirtualBox, также можно клонировать ваш жесткий диск в виртуальную среду Parallels Desktop. Для клонирования вам необходимо на клонируемом персональном компьютере, который должен быть подключен к сети, установить клиент Parallels Transporter Agent. Если на клонируемом ПК оборудование типичное, то проблем возникнуть не должно.

При тестировании Parallels Desktop было выявлено следующее: виртуальная машина с Windows XP была развернута без проблем и работала без задержек. Сеть подключилась сразу, а со звуком был небольшой минус, он появился только после установки набора дополнений гостевой операционной системы Parallels Tools. Ещё одним минусом является отсутствие локализации и платность. Но для корпоративного сегмента этот продукт будет прекрасным недорогим решением [2, с. 469].

Виртуальная машина QEMU. Этот продукт из стана Open Source. Разрабатывается эта машина совместно с Kernel-based Virtual Machine, предназначенном для внедрения виртуализации в само ядро систем на базе Linux. Плюсами QEMU является большое количество поддерживаемых архитектур. Тут помимо Intel x86 поддерживаются такие платформы, как микропроцессоры ARM, серверные решения PowerPC и SPARC и чипы семейства MIPS, используемые в китайских планшетах и нетбуках.

Но в многоплатформенности кроется и большой минус QEMU. Быстродействие виртуальной машине оставляет желать лучшего. А значит, применять и использовать её имеет смысл только разработчикам, которые делают приложения для не x86 систем [3, с. 723].

Разработчиками программ делаются ставки на виртуализацию. Сегодня многие системы безопасности используют эту технологию. Так, Лаборатория Касперского в своих продуктах, начиная с 2010 года и на сегодняшний день использует возможность запуска приложений в так называемой песочнице (sandbox).

Это позволяет обезопасить ваш компьютер от проникновения на него вредоносного кода. Проникновение за пределы безопасной среды предотвращает песочница. Технология виртуализации продвигается и другим известным брендом Acronis. В её, пожалуй, главном продукте Acronis True Image можно работать с виртуальными жесткими дисками также, как с физическими [4, с. 60].

Ваш компьютер, для запуска на нём виртуальной машине, не обязательно должен быть навороченным игровым ноутбуком или компьютером. Так, например, VirtualBox и Microsoft Virtual PC можно спокойно запустить на нетбуке под управлением процессора Atom. Но рекомендуется для комфортной работы с одной виртуальной машиной 2-х ядерный процессор AMD Athlon X2 или Intel Pentium Dual Core и 2 Гбайта оперативной памяти. Одно процессорное ядро будет работать с хост-системой, а другое с самой виртуальной машиной. Если же вы будете запускать больше одной виртуальной машины, то вам потребуется добавлять по одному процессорному ядру и 1 Гбайту оперативной памяти. Стоит также пом-



нить о дисковом массиве. Здесь вам потребуется примерно по 20 Гбайт для гостевого доступа ОС [1, с. 168].

Нужно также помнить о том, что включение в вашем BIOS поддержки виртуализации Intel VT-x и AMD-V способно повысить быстродействие и возможности вашего компьютера.

Сегодня эта технология является революционной в индустрии компьютерных технологий. В плане максимальной функциональности выиграла виртуальная машина VMware Workstation. Но она недалеко ушла от вир-

туальной среды от компании Oracle — VirtualBox, которая и является победителем нашего обзора виртуальных ПК. Эта программа является не только надёжной и обла- дающей большим набором функций, но это, что важно для многих, бесплатная виртуальная машина. Для тех, кому нужно быстро развернуть простую виртуальную среду придётся по вкусу программа Virtual PC. А для поль- зователей продукции Apple и бизнесменам оптимальным выбором будет виртуальная машина для Linux и Windows Parallels Desktop.

#### Литература:

1. Гультяев, А. К. Виртуальные машины: несколько компьютеров в одном [Текст]/А. К. Гультяев — СПб.: Питер, 2006. — 224 с.
2. Костромин, В. А. Самоучитель Linux для пользователя [Текст]/В. А. Костромин — СПб.: БХВ-Петербург, 2003. — 672 с.
3. Могилев, А. В. Информатика: Учеб. пособие для студ. пед. Вузов [Текст]/А. В. Могилев, Н. И. Пак, Е. К. Хеннер; Под ред. Е. К. Хеннера. — 3-е изд., перераб. и доп. — М.: Издательский центр «Академия», 2004. — 848 с.
4. Селезнев, С. В. Обзор технологий виртуализации [Текст]/С. В. Селезнев, Д. В. Мамонтов // Молодой ученый. — 2013. — № 8. — с. 60–62.

## Результаты экспертизы промышленной безопасности здания газифицированной котельной, расположенной в Пензе, ул. Ново-Тамбовская, 29

Уланов Станислав Геннадьевич, эксперт  
ООО «Параметр» (г. Пенза)

Добрынин Олег Валерьевич, начальник центра безопасности труда и средств физической защиты;  
Русанов Денис Евгеньевич, начальник отдела  
ЗАО «ОЦВ» г. Москва

Петров Николай Владимирович, эксперт  
ООО «Технологические системы» (г. Саратов)

Бердников Александр Геннадьевич, технический директор  
ООО «Параметр» (г. Пенза)

**В** 2012 году была произведена экспертиза промышленной безопасности здания газифицированной котельной расположенной в г. Пензе, ул. Ново-Тамбовская, 29.

Для соблюдения технических регламентов на опасных производственных объектах необходимо проводить экспертизу промышленной безопасности [1..11]. Основанием проведения экспертизы промышленной безопасности являлись требования Федерального закона № 116-ФЗ от 21.07.1997 г. «О промышленной безопасности опасных производственных объектов» [12].

Целью экспертизы являлась оценка соответствия здания требованиям промышленной безопасности по данным обследования технического состояния и эксплуатационной документации [12]. Определение возможности дальнейшей эксплуатации здания.

При проведении экспертизы промышленной безопасности работы по устранению выявленных дефектов, должны соответствовать современным требованиям [13..21] и в первую повышать уровень промышленной безопасности.

Ниже описаны основные дефекты выявленные при проведении экспертизы:

### 1. Фундаменты

В здании котельной используется бетонный монолитный фундамент ленточного типа. Глубина заложения фундамента — 2,3 м, отметка пола котельной составляет ±0,000 м.

Дефекты цокольной части фундаментов и отмостки показаны на рис. 1–3.

Вывод: Состояние фундаментов здания котельной является работоспособным



Рис. 1. Трещины в цокольной части (Кат Б.)



Рис. 2. Размытие кирпичной кладки цоколя (Кат В.)



Рис. 3. Наличие сорных трав в районе отмостки (Кат В.)



Рис. 4. Замачивание (Кат В.)



Рис. 5. Замачивание (Кат. В)

## 2. Состояние полов

В здании котельной полы выполнены из бетона марки В15. Далее устроена бетонная подготовка  $\approx 20$  см и щебеночное основание  $\approx 15$  см. Основные дефекты пола показаны на рис. 4.

Вывод: Состояние полов здания котельной является работоспособным.

Наружные стены выполнены из керамического кирпича марки М 75 с подрезкой швов с обеих сторон на цементно-песчаном растворе марки М 50. Внутри здания котельной присутствует перегородка из стеклоблоков. Дверные и оконные откосы оштукатурены цементно-песчаным раствором. Крыша выполнена из железобетонных плит покрытия.

Оконные проемы деревянные. Внутренние двери деревянные, в деревянной коробке, окрашенные масляными красками.

Основные виды дефектов представлены на рис. 5–8.

Вывод: Состояние ограждающих конструкций является работоспособным.

## 3. Состояние кровли

Крыша здания котельной, совмещенная рулонная имеет следующий состав: 4 слоя рубероида на битумной мастике с минеральной посыпкой, цементно-песчаная стяжка  $\approx 50$  мм, минеральная вата  $\approx 100$  мм, пароизоляция — 1 слой рубероида на битумной мастике.

Вывод: Состояние кровли является работоспособным.

На основании действующего законодательства и выявленных дефектов было выдано заключение промышленной безопасности

— Состояние проектной и эксплуатационной документации на здание котельной соответствует требованиям промышленной безопасности.



Рис. 6. Выпадение кирпичной кладки (Кат. Б)



Рис. 7. Замачивание плит покрытия (Кат. В)



Рис. 8. Выветривание швов кирпичной кладки (Кат В.)



Рис. 9. Общий вид кровли (Кат В.)

— Здание котельной имеет совокупный физический износ строительных конструкций 27%, что позволяет отнести здание к категории работоспособного.

— Здание котельной соответствует требованиям про-

мышленной безопасности. Общее состояние объекта оценено как работоспособное. Эксплуатация здания котельной допускается сроком на 5 лет до августа 2017 г. при выполнении рекомендаций формуляра.

#### Литература:

1. Бердников, А. Г. Экспертиза промышленной безопасности зданий на примере обрубочного корпуса ООО «ЛМЗ «Машсталь»/Арискин М. В., Бердников А. Г., Павленко В. В.//Молодой ученый. 2015. № 10 (90). с. 146–149.
2. Арискин, М. В. Металлографические исследования материала флюгера ходовой рамы крана при проведении технической экспертизы о падении крана КБ-100.3Б [Текст]/М. В. Арискин [и др.] // Молодой ученый. — 2015. — № 17. — с. 99–101
3. Арискин, М. В. Результаты технической экспертизы о причинах разрушения металлоконструкций башенного крана КБ-100.3Б [Текст]/М. В. Арискин [и др.]// Молодой ученый. — 2015. — № 17. — с. 95–99.
4. Арискин, М. В. Результаты технической экспертизы о разрушения грузозахватных приспособлений — стропов текстильных [Текст]/М. В. Арискин [и др.]// Молодой ученый. — 2015. — № 17. — с. 104–109.
5. Арискин, М. В. Результаты технической экспертизы о причинах разрушения узла крепления проушины гидроцилиндра подъема второго колена стрелы, произошедшего в г. Нижний Ломов Пензенской области [Текст]/М. В. Арискин [и др.]// Молодой ученый. — 2015. — № 17. — с. 101–104.
6. Бердников, А. Г. Экспертиза промышленной безопасности, методы обследования/Арискин М. В., Павленко В. В., Бердников А. Г.// Новый университет. Серия: Технические науки. 2015. № 5–6 (39–40). с. 53–56.
7. Кошкардовская, Е. В. Рассмотрение построения расчётной схемы физкультурно-оздоровительного комплекса/Арискин М. В., Кошкардовская Е. В.// Современные научные исследования и инновации. 2014. № 5–1 (37). с. 68
8. Дмитриева, Н. Е. Метод обследования строительных конструкций силосов бункерного типа/Арискин М. В., Гарькин И. Н., Дмитриева Н. Е.//Современные научные исследования и инновации. 2015. № 3–2 (47). с. 42–50.
9. Загарина, М. С. Проблемы моделирования деревянных конструкций/Арискин М. В., Загарина М. С.// Вестник магистратуры. 2014. № 11–1 (38). с. 82–87.
10. Немова, Е. Ю. Экспериментальное исследования проблем проектирования сейсмостойких зданий/Арискин М. В., Немова Е. Ю. // Вестник магистратуры. 2015. № 6–1 (45). с. 65–66.
11. Загарина, М. С. Комбинированные перекрытия в современном строительстве/Арискин М. В., Загарина М. С.// Вестник магистратуры. 2014. № 12–1 (39). с. 90–91.
12. Федеральный закон № 116-ФЗ от 21.07.1997 г. «О промышленной безопасности опасных производственных объектов». Госдума РФ 21.07.1997 г.
13. Логанина, В. И. Оценка трещиностойкости отделочного слоя на основе сухой строительной смеси с применением синтезированных алюмосиликатов/Логанина В. И., Кислицына С. Н., Арискин М. В., Карнова О. В., Садовникова М. А.//Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В. Г. Шухова. 2014. № 5. с. 7–10

14. Павленко, В. В. Большепролетные несущие деревянные конструкции/Арискин М. В., Павленко В. В.// Новый университет. Серия: Технические науки. 2015. № 5–6 (39–40). с. 65–68.
15. Загарина, М. С. Использование деревянных кленных конструкций в строительстве/Арискин М. В., Загарина М. С.// Вестник магистратуры. 2014. № 12–1 (39). с. 92–94.
16. Куценко, Е. В. Моделирование многорядных соединений на центровых вклеенных кольцевых шпонках/Арискин М. В., Куценко Е. В.// Новый университет. Серия: Технические науки. 2013. № 10 (20). с. 16–22.
17. Родина, Е. В. Оценка несущей способности вклеенной кольцевой шайбы в стыковых соединениях деревянных конструкций/Арискин М. В., Агеева И. Ю., Родина Е. В.// Новый университет. Серия: Технические науки. 2013. № 2 (12). с. 44–48
18. Кислякова, Е. С. Использование стеклофибробетона в строительстве/Арискин М. В., Кислякова Е. С.// Молодой ученый. 2014. № 8. с. 128–132.
19. Арискин, М. В. Совершенствование клеиметаллических соединений деревянных конструкций с применением стальных шайб// диссертация на соискание учёной степени кандидата технических наук/Пензенский государственный университет архитектуры и строительства, Пенза 2011
20. Гуляев, Д. В. Изготовление соединений на вклеенных стальных шайбах/Арискин М. В., Гуляев Д. В., Агеева И. Ю. // Альманах современной науки и образования. 2013. № 6 (73). с. 13–15.
21. Арискин, М. В. Анализ недостатков и предложения по совершенствованию соединений на шайбах и шпонках/Арискин М. В., Никишина О. В.// Новый университет. Серия: Технические науки. 2013. № 8–9 (18–19). с. 50–52.

## Результаты экспертизы промышленной безопасности здания газорегуляторного пункта ОАО «ПТПА» в Пензе

Уланов Станислав Геннадьевич, эксперт  
ООО «Параметр» (г. Пенза)

Добрынин Олег Валерьевич, начальник центра безопасности труда и средств физической защиты;  
Русанов Денис Евгеньевич, начальник отдела  
ЗАО «ОЦВ» г. Москва

Петров Николай Владимирович, эксперт  
ООО «Технологические системы» (г. Саратов)

Бердников Александр Геннадьевич, технический директор  
ООО «Параметр» (г. Пенза)

10 декабря 2014 г. была проведена экспертиза промышленной безопасности здания газорегуляторного пункта ОАО «ПТПА» в г. Пенза.

Для соблюдения технических регламентов на опасных производственных объектах необходимо проводить экспертизу промышленной безопасности [1..11]. Основанием проведения экспертизы промышленной безопасности являлись требования Федерального закона № 116-ФЗ от 21.07.1997 г. «О промышленной безопасности опасных производственных объектов» [12].

При проведении экспертизы промышленной безопасности здания заказчиком были предоставлены документы, перечень которых представлен в табл. 1.

При проведении экспертизы были выполнены обмерочные чертежи (Рис. 1.)

Выявленные дефекты сведены в табл. 2.

При проведении экспертизы промышленной безопасности работы по устранению выявленных дефектов, должны соответствовать современным требованиям [13..21]

и в первую повышать уровень промышленной безопасности.

По результатам обследования сделаны следующие выводы:

1. Оценка соответствия рабочего процесса технологическому регламенту — соответствует;
2. Оценка соответствия несущих строительных конструкций проекту — проект частично отсутствует;
3. Оценка соответствия конструкции, исходя из анализа возможных аварийных ситуаций:
  - Состояние фундаментов, отмостки и цоколя является работоспособным;
  - Состояние несущих и ограждающих каменных конструкций является работоспособным;
  - Состояние железобетонных несущих балок является работоспособным;
  - Состояние конструкций кровли является работоспособным;
  - Состояние окон, дверей и отделки является работоспособным;

Таблица 1. Перечень документов, предоставленных для проведения экспертизы

№	Наименование документа	Отметка о состоянии
1	Технический паспорт	Инвентарный номер 24611
2	Проектная, строительная документация и акт приемки здания в эксплуатацию	Чертежи марки АР на 20 листах
3	Сертификаты, удостоверяющие качество конструкций и материалов	Отсутствуют
4	Акты расследования аварий и нарушений технологических процессов, влияющих на условия эксплуатации зданий	Аварий и инцидентов не происходило
5	Заключения экспертизы промышленной безопасности ранее проводимых экспертиз в части выполнения указаний, направленных на обеспечение безопасности эксплуатации здания	Экспертизы промышленной безопасности ранее не проводилось
6	Установленные нормативные сроки эксплуатации и периодичность проведения экспертизы их технического состояния здания	Имеются
7	Документы о текущих и капитальных ремонтах, реконструкциях строительных конструкций здания и другая эксплуатационная документация	Имеются
8	Договор страхования риска ответственности за причинение вреда при эксплуатации опасного производственного объекта	ОАО «Страховое общество газовой промышленности»
9	Инструкции по охране труда	оператора котельной — слесаря по ремонту (10 стр.) — оборудования котельных (15 стр.); — аппаратчика ХВО (8 стр.); — слесарей обслуживающих паровые подогреватели (7 стр.); электротехнического персонала (10 стр.)
10	Должностные инструкции обслуживающего персонала	начальника участка по эксплуатации газового и котельного оборудования (12 стр.); — мастера по эксплуатации участка по эксплуатации газового и котельного оборудования (10 стр)
11	Журнал аварий и инцидентов	Имеется
12	План эвакуации персонала при пожаре	Имеется

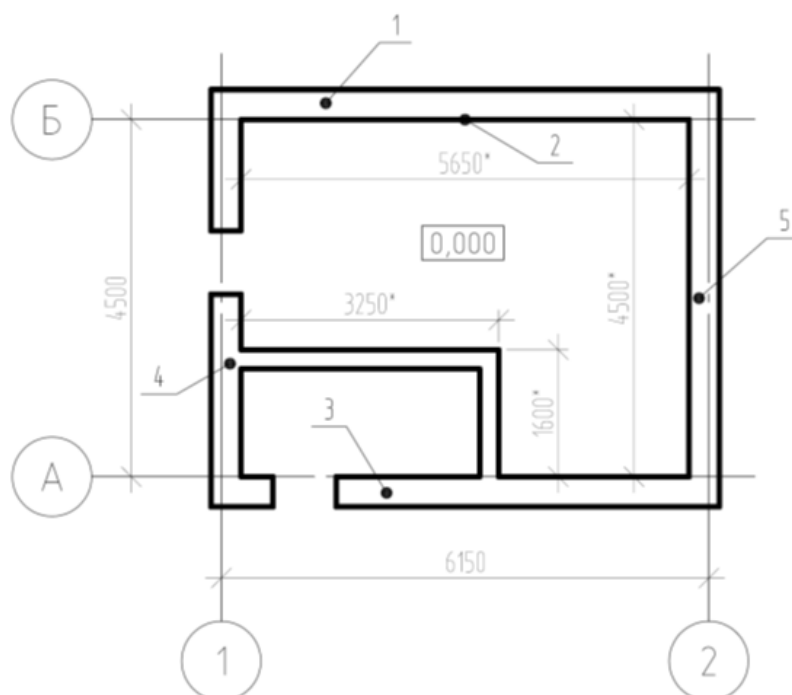


Рис. 1. Обмерочный чертеж

Таблица 2.

№	Наименование узла, элемента	Описание дефекта	Категория дефекта, повреждения
1	Фундамент, отмостка и цоколь	1.1. Трещины в железобетонной отмостке по оси 1	Категория В
2	Несущие и ограждающие каменные конструкции	Дефекты не выявлены	-
3	Железобетонные несущие балки	Дефекты не выявлены	-
4	Конструкция кровли	Дефекты не выявлены	-
5	Окна, двери и отделка	Дефекты не выявлены	-
6	Полы	7.1. Стирание поверхности в ходовых местах по осям 1 и А	Категория В

— Состояние пола является работоспособным;

Выявленные дефекты являются следствием нормального развития и накопления возрастных дефектов строительных конструкций, а также отсутствием периодического

ремонта и не оказывают влияния на безопасность сооружения в целом, не представляют угрозу жизни и здоровью персонала, не могут являться источником развития аварийных ситуаций и могут быть устранены в ходе ремонта.

#### Литература:

- Бердников, А. Г. Экспертиза промышленной безопасности зданий на примере обрубочного корпуса ООО «ЛМЗ «Машсталь»/Арискин М. В., Бердников А. Г., Павленко В. В.// Молодой ученый. 2015. № 10 (90). с. 146–149.
- Арискин, М. В. Металлографические исследования материала флюгера ходовой рамы крана при проведении технической экспертизы о падении крана КБ-100.3Б [Текст]/М. В. Арискин [и др.]// Молодой ученый. — 2015. — № 17. — с. 99–101
- Арискин, М. В. Результаты технической экспертизы о причинах разрушения металлоконструкций башенного крана КБ-100.3Б [Текст]/М. В. Арискин [и др.]// Молодой ученый. — 2015. — № 17. — с. 95–99.
- Арискин, М. В. Результаты технической экспертизы о разрушения грузозахватных приспособлений — стропов текстильных [Текст]/М. В. Арискин [и др.]// Молодой ученый. — 2015. — № 17. — с. 104–109.
- Арискин, М. В. Результаты технической экспертизы о причинах разрушения узла крепления проушины гидроцилиндра подъёма второго колена стрелы, произошедшего в г. Нижний Ломов Пензенской области [Текст]/М. В. Арискин [и др.]// Молодой ученый. — 2015. — № 17. — с. 101–104.
- Бердников, А. Г. Экспертиза промышленной безопасности, методы обследования/Арискин М. В., Павленко В. В., Бердников А. Г.// Новый университет. Серия: Технические науки. 2015. № 5–6 (39–40). с. 53–56.
- Кошкарская, Е. В. Рассмотрение построения расчётной схемы физкультурно-оздоровительного комплекса/Арискин М. В., Кошкарская Е. В.// Современные научные исследования и инновации. 2014. № 5–1 (37). с. 68
- Дмитриева, Н. Е. Метод обследования строительных конструкций силосов бункерного типа/Арискин М. В., Гарькин И. Н., Дмитриева Н. Е.// Современные научные исследования и инновации. 2015. № 3–2 (47). с. 42–50.
- Загарина, М. С. Проблемы моделирования деревянных конструкций/Арискин М. В., Загарина М. С.// Вестник магистратуры. 2014. № 11–1 (38). с. 82–87.
- Немова, Е. Ю. Экспериментальное исследования проблем проектирования сейсмостойких зданий/Арискин М. В., Немова Е. Ю. // Вестник магистратуры. 2015. № 6–1 (45). с. 65–66.
- Загарина, М. С. Комбинированные перекрытия в современном строительстве/Арискин М. В., Загарина М. С.// Вестник магистратуры. 2014. № 12–1 (39). с. 90–91.
- Федеральный закон № 116-ФЗ от 21.07.1997 г. «О промышленной безопасности опасных производственных объектов». Госдума РФ 21.07.1997 г.
- Логанина, В. И. Оценка трещиностойкости отделочного слоя на основе сухой строительной смеси с применением синтезированных алюмосиликатов/Логанина В. И., Кислицына С. Н., Арискин М. В., Карнова О. В., Садовникова М. А.// Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В. Г. Шухова. 2014. № 5. с. 7–10
- Павленко, В. В. Большепролетные несущие деревянные конструкции/Арискин М. В., Павленко В. В.// Новый университет. Серия: Технические науки. 2015. № 5–6 (39–40). с. 65–68.
- Загарина, М. С. Использование деревянных кленных конструкций в строительстве/Арискин М. В., Загарина М. С.// Вестник магистратуры. 2014. № 12–1 (39). с. 92–94.



16. Куценко, Е. В. Моделирование многорядных соединений на центровых вклеенных кольцевых шпонках/Арискин М. В., Куценко Е. В.// Новый университет. Серия: Технические науки. 2013. № 10 (20). с. 16–22.
17. Родина, Е. В. Оценка несущей способности вклеенной кольцевой шайбы в стыковых соединениях деревянных конструкций/Арискин М. В., Агеева И. Ю., Родина Е. В.// Новый университет. Серия: Технические науки. 2013. № 2 (12). с. 44–48
18. Кислякова, Е. С. Использование стеклофибробетона в строительстве/Арискин М. В., Кислякова Е. С.// Молодой ученый. 2014. № 8. с. 128–132.
19. Арискин, М. В. Совершенствование клеиметаллических соединений деревянных конструкций с применением стальных шайб// диссертация на соискание учёной степени кандидата технических наук/Пензенский государственный университет архитектуры и строительства, Пенза 2011
20. Гуляев, Д. В. Изготовление соединений на вклеенных стальных шайбах/Арискин М. В., Гуляев Д. В., Агеева И. Ю. // Альманах современной науки и образования. 2013. № 6 (73). с. 13–15.
21. Арискин, М. В. Анализ недостатков и предложения по совершенствованию соединений на шайбах и шпонках/Арискин М. В., Никишина О. В.// Новый университет. Серия: Технические науки. 2013. № 8–9 (18–19). с. 50–52.

## Результаты экспертизы промышленной безопасности здания газифицированной котельной на территории МБОУ СОШ № 3 в Никольске

Уланов Станислав Геннадьевич, эксперт  
ООО «Параметр» (г. Пенза)

Добрынин Олег Валерьевич, начальник центра безопасности труда и средств физической защиты;  
Русанов Денис Евгеньевич, начальник отдела  
ЗАО «ОЦВ» г. Москва

Петров Николай Владимирович, эксперт  
ООО «Технологические системы» (г. Саратов)

Бердников Александр Геннадьевич, технический директор  
ООО «Параметр» (г. Пенза)

Для соблюдения технических регламентов на опасных производственных объектах необходимо проводить экспертизу промышленной безопасности [1..11]. Основанием проведения экспертизы промышленной безопасности являлись требования Федерального закона № 116-ФЗ от 21.07.1997 г. «О промышленной безопасности опасных производственных объектов» [12].

Здание котельной установки № 2 находится по адресу: Россия, Пензенская область, г. Никольск, Школьная 2Б, инвентарный номер № 6484 Лит. А, кадастровый номер № 58:22:01:138:2Б:0.

Здание котельной установки № 2 используется по назначению, имеет полезную площадь 46,5 м<sup>2</sup>, строительный объём — 100 м<sup>3</sup>. Длина по наружному обмеру — 8,770 м, ширина — 4,375 м, высота — 2,5 м. Здание котельной установки № 2 так же имеет, пристрой для санузлов.

Котельная построена ориентировочно в 80-ых годах и имеет бетонный фундамент стаканного типа, бетонные полы, кирпичные наружные стены, кирпичные перегородки, железобетонные плиты покрытия, совмещенную рулонную кровлю.

При проведении экспертизы промышленной безопасности работы по устранению выявленных дефектов, должны соответствовать современным

требованиям [13..21] и в первую повышать уровень промышленной безопасности.

При обследовании выявлены следующие дефекты:

1. Мелкие трещины в цоколе и под окнами;
  2. Сквозные трещины в цоколе с раскрытием более 5 мм;
  3. Наличие сорных трав в район отмостки
  4. Замачивание плит покрытия;
  5. Наличие мусора на кровле
- Выявленные дефекты показаны на рис. 1–2.

По результатам обследования было дано заключение экспертизы промышленной безопасности:

1. Состояние проектной и эксплуатационной документации котельной частично соответствует Российскому законодательству и требованиям нормативных документов РФ.
2. Здание котельной установки имеет совокупный физический износ строительных конструкций 20%, что позволяет отнести здание к категории работоспособного.
3. Здание котельной соответствует требованиям промышленной безопасности. Общее состояние объекта оценено как «работоспособное».
4. Эксплуатация здания котельной продлена сроком на 5 лет до сентября 2017 г. при выполнении рекомендаций формуляра (Таблица 1).



Рис. 1. Мелкие трещины в цоколе и под окнами, наличие сорных трав в районе отмостки



Рис. 2. Мелкие трещины в цоколе и под окнами, наличие мусора на кровле

Таблица 1. Формуляр

№	Мероприятие	Согласованный срок	Подтверждение выполнения
1.	Удалить сорные травы в районе отмостки	В течении 10 дней	Выполнено
2.	Убрать мусор с кровли	В течении 10 дней	Выполнено
3.	Удалить мох и сорные травы с кровли	В течении 10 дней	Выполнено
4.	Фундамент и отмостка. Инъектировать и заделать трещины	Срок выполнения II квартал 2013 г.	
5.	Ограждающие конструкции. Выполнить капитальный ремонт ограждающих конструкций, инъектировать трещины, усилить или заменить ослабленные фрагменты кладки и стеновых швов	Срок выполнения II кв. 2013 г.	
6.	Кровля. Выполнить ремонт парапета и восстановить кровельное покрытие	Срок выполнения II квартал 2013 г.	
7.	Полы. Устранить замачивание пола. Восстановить покрытие бетона	Срок выполнения II кв. 2013 г.	
8.	Выполнить работы по восстановлению проектной, строительной и эксплуатационной документации по обеспечению требований промышленной безопасности и осуществлению технического контроля, перечисленные в п. б.1. данного Заключения	Срок выполнения I кв. 2013 г	

5. Эксплуатация котельной должна осуществляться при условии соблюдения требований:

— ПБ 03–517–02 «Общие правила промышленной безопасности для организаций, осуществляющих деятельность в области промышленной безопасности опасных производственных объектов». — Постановление ГГТН России 18.10.2002г № 61-А;

— ПБ 08–624–03 «Правила безопасности в нефтяной и газовой промышленности». — Постановление Госгортехнадзора РФ от 5 июня 2003 г. N 56;

— СНиП 21–01–97 «Пожарная безопасность зданий и сооружений». — М.: Госстрой РФ, 1999;

— СНиП 2.01.02–85 «Противопожарные нормы». — М.: Госстрой РФ, 1991;

— СНиП 2.04.09–84 (с изм. 1) «Пожарная автоматика зданий и сооружений». — М.: Госстрой РФ, 1997;

— СНиП 2.09.02–85 (с изм. 3) «Производственные здания». — М.: Госстрой РФ, 1994

— и другой НТД.

#### Литература:

1. Бердников, А.Г. Экспертиза промышленной безопасности зданий на примере обрубочного корпуса ООО «ЛМЗ «Машсталь»/Арискин М. В., Бердников А. Г., Павленко В. В.//Молодой ученый. 2015. № 10 (90). с. 146–149.
2. Арискин, М.В. Металлографические исследования материала флюгера ходовой рамы крана при проведении технической экспертизы о падении крана КБ-100.3Б [Текст]/М.В. Арискин [и др.]// Молодой ученый. — 2015. — № 17. — с. 99–101
3. Арискин, М.В. Результаты технической экспертизы о причинах разрушения металлоконструкций башенного крана КБ-100.3Б [Текст]/М.В. Арискин [и др.]// Молодой ученый. — 2015. — № 17. — с. 95–99.
4. Арискин, М.В. Результаты технической экспертизы о разрушения грузозахватных приспособлений — стропов текстильных [Текст]/М.В. Арискин [и др.]// Молодой ученый. — 2015. — № 17. — с. 104–109.
5. Арискин, М.В. Результаты технической экспертизы о причинах разрушения узла крепления проушины гидроцилиндра подъёма второго колена стрелы, произошедшего в г. Нижний Ломов Пензенской области [Текст]/М.В. Арискин [и др.]// Молодой ученый. — 2015. — № 17. — с. 101–104.
6. Бердников, А.Г. Экспертиза промышленной безопасности, методы обследования/Арискин М.В., Павленко В. В., Бердников А. Г.// Новый университет. Серия: Технические науки. 2015. № 5–6 (39–40). с. 53–56.
7. Кошкаровская, Е.В. Рассмотрение построения расчётной схемы физкультурно-оздоровительного комплекса/Арискин М. В., Кошкаровская Е. В.// Современные научные исследования и инновации. 2014. № 5–1 (37). с. 68
8. Дмитриева, Н.Е. Метод обследования строительных конструкций силосов бункерного типа/Арискин М. В., Гарькин И.Н., Дмитриева Н.Е.//Современные научные исследования и инновации. 2015. № 3–2 (47). с. 42–50.
9. Загарина, М. С. Проблемы моделирования деревянных конструкций/Арискин М. В., Загарина М. С.// Вестник магистратуры. 2014. № 11–1 (38). с. 82–87.
10. Немова, Е.Ю. Экспериментальное исследования проблем проектирования сейсмостойких зданий/Арискин М. В., Немова Е. Ю. // Вестник магистратуры. 2015. № 6–1 (45). с. 65–66.
11. Загарина, М. С. Комбинированные перекрытия в современном строительстве/Арискин М. В., Загарина М. С.// Вестник магистратуры. 2014. № 12–1 (39). с. 90–91.
12. Федеральный закон № 116-ФЗ от 21.07.1997 г. «О промышленной безопасности опасных производственных объектов». Госдума РФ 21.07.1997 г.
13. Логанина, В.И. Оценка трещиностойкости отделочного слоя на основе сухой строительной смеси с применением синтезированных алюмосиликатов/Логанина В.И., Кислицына С.Н., Арискин М.В., Карнова О.В., Садовникова М.А.//Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. 2014. № 5. с. 7–10
14. Павленко, В.В. Большепролетные несущие деревянные конструкции/Арискин М. В., Павленко В.В.// Новый университет. Серия: Технические науки. 2015. № 5–6 (39–40). с. 65–68.
15. Загарина, М. С. Использование деревянных кленных конструкций в строительстве/Арискин М.В., Загарина М. С.// Вестник магистратуры. 2014. № 12–1 (39). с. 92–94.
16. Куценко, Е.В. Моделирование многорядных соединений на центровых вклеенных кольцевых шпонках/Арискин М. В., Куценко Е. В.// Новый университет. Серия: Технические науки. 2013. № 10 (20). с. 16–22.
17. Родина, Е.В. Оценка несущей способность вклеенной кольцевой шайбы в стыковых соединениях деревянных конструкций/Арискин М. В., Агеева И. Ю., Родина Е. В.// Новый университет. Серия: Технические науки. 2013. № 2 (12). с. 44–48
18. Кислякова, Е.С. Использование стеклофибробетона в строительстве/Арискин М.В., Кислякова Е.С.//Молодой ученый. 2014. № 8. с. 128–132.

19. Арискин, М. В. Совершенствование клеюметаллических соединений деревянных конструкций с применением стальных шайб// диссертация на соискание учёной степени кандидата технических наук/Пензенский государственный университет архитектуры и строительства, Пенза 2011
20. Гуляев, Д. В. Изготовление соединений на вклеенных стальных шайбах/Арискин М. В., Гуляев Д. В., Агеева И. Ю. // Альманах современной науки и образования. 2013. № 6 (73). с. 13–15.
21. Арискин, М. В. Анализ недостатков и предложения по совершенствованию соединений на шайбах и шпонках/Арискин М. В., Никишина О. В.// Новый университет. Серия: Технические науки. 2013. № 8–9 (18–19). с. 50–52.

## Результаты экспертизы промышленной безопасности нежилого здания газифицированной котельной ООО «Мостодор»

Уланов Станислав Геннадьевич, эксперт  
ООО «Параметр» (г. Пенза)

Добрынин Олег Валерьевич, начальник центра безопасности труда и средств физической защиты;  
Русанов Денис Евгеньевич, начальник отдела  
ЗАО «ОЦВ» г. Москва

Петров Николай Владимирович, эксперт  
ООО «Технологические системы» (г. Саратов)

Бердников Александр Геннадьевич, технический директор  
ООО «Параметр» (г. Пенза)

В ноябре 2013 года для соблюдения технических регламентов на опасных производственных объектах [1..11] была проведена экспертиза промышленной безопасности нежилого здания газифицированной котельной ООО «Мостодор». Основанием проведения экспертизы промышленной безопасности являлись требования Федерального закона № 116-ФЗ от 21.07.1997 г. «О промышленной безопасности опасных производственных объектов» [12].

Здание построено в 1984 г. и имеет габаритные размеры по осям 22×5,55 м. Высота помещения здания до низа несущих конструкций составляет 4,8 м. Площадь составляет 122,1 м<sup>2</sup>, объём 586,1 м<sup>3</sup>.

Здание одноэтажное несущие стены выполнены из кирпичной кладки, покрытие выполнено из железобетонных плит покрытия. В здании работает паровой котел Е-1,0–9Г-3 рег. № 3005.

За условную отметку ±0,000 принят уровень пола здания. Уровень земли находится на 0,15 м ниже отметки пола.

Объём экспертизы согласно ПБ 03–246–98 и технического задания:

- Изучение технической документации на объект.
- Натурное обследование строительных конструкций.
- Выявление дефектов и повреждений, оценка их влияния на несущую способность.
- Проведение неразрушающих испытаний.
- Выполнение поверочных расчетов.
- Оценка остаточного ресурса строительных конструкций.

— Оценка технического состояния конструктивных элементов.

— Разработка рекомендаций по дальнейшей эксплуатации объекта экспертизы.

— Составление заключения экспертизы промышленной безопасности.

Был выполнен анализ технической документации:

1. Технический паспорт инвентарный имеется
2. Проектная, строительная документация и акт приемки здания в эксплуатацию: Отсутствует
3. Сертификаты, удостоверяющие качество конструкций и материалов: Отсутствуют
4. Акты расследования аварий и нарушений технологических процессов, влияющих на условия эксплуатации зданий: Аварий и нарушений технологических процессов не происходило
5. Заключение экспертизы промышленной безопасности ранее проводимых экспертиз в части выполнения указаний, направленных на обеспечение безопасности эксплуатации здания: Экспертиза промышленной безопасности ранее не проводилась
6. Установленные нормативные сроки эксплуатации и периодичность проведения экспертизы их технического состояния здания: Имеются
7. Документы о текущих и капитальных ремонтах, реконструкциях строительных конструкций здания и другая эксплуатационная документация: Имеются
8. Договор страхования риска ответственности за причинение вреда при эксплуатации опасного производственного объекта: ООО «АльфаСтрахование»

9. Протоколы аттестации обслуживающего персонала (квалификационные удостоверения): имеются

10. Инструкции по охране труда: Имеется (шифр отсутствует)

11. Должностные инструкции обслуживающего персонала: Имеются (шифры отсутствуют)

12. Журнал опробования защит, систем пожаротушения и сигнализаций КИП: Свидетельство о поверке СОУ-1, СЗ-1–1Д, и др.

13. Журнал аварий и инцидентов: Аварий и инцидентов не происходило

14. План эвакуации персонала при пожаре: Имеется

15. Свидетельство регистрации опасного производственного объекта: имеется

Состояние проектной, исполнительной, эксплуатационной документации частично соответствует требованиям нормативных документов. Отсутствие некоторых

документов не препятствовало проведению экспертизы в полном объеме. Недостающие данные, необходимые для проведения обследования, были получены в процессе проведения экспертизы. В заключении экспертизы сделаны следующие выводы:

1. Здание соответствует требованиям промышленной безопасности.

2. Здание имеет совокупный физический износ строительных конструкций 35%.

3. Строительные конструкции здания в настоящий момент находятся в работоспособном состоянии.

4. Эксплуатация здания допускается сроком на 5 (пять) лет до ноября 2018 г, при выполнении согласованных мероприятий.

Необходимо отметить что согласованные мероприятия были разработаны и соответствовали современным требованиям [13..21].

#### Литература:

1. Бердников, А. Г. Экспертиза промышленной безопасности зданий на примере обрубочного корпуса ООО «ЛМЗ «Машсталь»/Арискин М. В., Бердников А. Г., Павленко В. В.// Молодой ученый. 2015. № 10 (90). с. 146–149.
2. Арискин, М. В. Металлографические исследования материала флюгера ходовой рамы крана при проведении технической экспертизы о падении крана КБ-100.3Б [Текст]/М. В. Арискин [и др.]// Молодой ученый. — 2015. — № 17. — с. 99–101
3. Арискин, М. В. Результаты технической экспертизы о причинах разрушения металлоконструкций башенного крана КБ-100.3Б [Текст]/М. В. Арискин [и др.]// Молодой ученый. — 2015. — № 17. — с. 95–99.
4. Арискин, М. В. Результаты технической экспертизы о разрушения грузозахватных приспособлений — стропов текстильных [Текст]/М. В. Арискин [и др.]// Молодой ученый. — 2015. — № 17. — с. 104–109.
5. Арискин, М. В. Результаты технической экспертизы о причинах разрушения узла крепления проушины гидроцилиндра подъема второго колена стрелы, произошедшего в г. Нижний Ломов Пензенской области [Текст]/М. В. Арискин [и др.]// Молодой ученый. — 2015. — № 17. — с. 101–104.
6. Бердников, А. Г. Экспертиза промышленной безопасности, методы обследования/Арискин М. В., Павленко В. В., Бердников А. Г.// Новый университет. Серия: Технические науки. 2015. № 5–6 (39–40). с. 53–56.
7. Кошкарговская, Е. В. Рассмотрение построения расчётной схемы физкультурно-оздоровительного комплекса/Арискин М. В., Кошкарговская Е. В.// Современные научные исследования и инновации. 2014. № 5–1 (37). с. 68
8. Дмитриева, Н. Е. Метод обследования строительных конструкций силосов бункерного типа/Арискин М. В., Гарькин И. Н., Дмитриева Н. Е.//Современные научные исследования и инновации. 2015. № 3–2 (47). с. 42–50.
9. Загарина, М. С. Проблемы моделирования деревянных конструкций/Арискин М. В., Загарина М. С.// Вестник магистратуры. 2014. № 11–1 (38). с. 82–87.
10. Немова, Е. Ю. Экспериментальное исследования проблем проектирования сейсмостойких зданий/Арискин М. В., Немова Е. Ю. // Вестник магистратуры. 2015. № 6–1 (45). с. 65–66.
11. Загарина, М. С. Комбинированные перекрытия в современном строительстве/Арискин М. В., Загарина М. С.// Вестник магистратуры. 2014. № 12–1 (39). с. 90–91.
12. Федеральный закон № 116-ФЗ от 21.07.1997 г. «О промышленной безопасности опасных производственных объектов». Госдума РФ 21.07.1997 г.
13. Логанина, В. И. Оценка трещиностойкости отделочного слоя на основе сухой строительной смеси с применением синтезированных алюмосиликатов/Логанина В. И., Кислицына С. Н., Арискин М. В., Карнова О. В., Садовникова М. А.//Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В. Г. Шухова. 2014. № 5. с. 7–10
14. Павленко, В. В. Большепролетные несущие деревянные конструкции/Арискин М. В., Павленко В. В.// Новый университет. Серия: Технические науки. 2015. № 5–6 (39–40). с. 65–68.
15. Загарина, М. С. Использование деревянных кленных конструкций в строительстве/Арискин М. В., Загарина М. С.// Вестник магистратуры. 2014. № 12–1 (39). с. 92–94.

16. Куценко, Е. В. Моделирование многорядных соединений на центровых вклеенных кольцевых шпонках/Арискин М. В., Куценко Е. В.// Новый университет. Серия: Технические науки. 2013. № 10 (20). с. 16–22.
17. Родина, Е. В. Оценка несущей способности вклеенной кольцевой шайбы в стыковых соединениях деревянных конструкций/Арискин М. В., Агеева И. Ю., Родина Е. В.// Новый университет. Серия: Технические науки. 2013. № 2 (12). с. 44–48
18. Кислякова, Е. С. Использование стеклофибробетона в строительстве/Арискин М. В., Кислякова Е. С.// Молодой ученый. 2014. № 8. с. 128–132.
19. Арискин, М. В. Совершенствование клеиметаллических соединений деревянных конструкций с применением стальных шайб// диссертация на соискание учёной степени кандидата технических наук/Пензенский государственный университет архитектуры и строительства, Пенза 2011
20. Гуляев, Д. В. Изготовление соединений на вклеенных стальных шайбах/Арискин М. В., Гуляев Д. В., Агеева И. Ю. // Альманах современной науки и образования. 2013. № 6 (73). с. 13–15.
21. Арискин, М. В. Анализ недостатков и предложения по совершенствованию соединений на шайбах и шпонках/Арискин М. В., Никишина О. В.// Новый университет. Серия: Технические науки. 2013. № 8–9 (18–19). с. 50–52.

## Результаты экспертизы промышленной безопасности здания газифицированной котельной ЗАО «Магазин «Строитель»

Уланов Станислав Геннадьевич, эксперт  
ООО «Параметр» (г. Пенза)

Добрынин Олег Валерьевич, начальник центра безопасности труда и средств физической защиты;  
Русанов Денис Евгеньевич, начальник отдела  
ЗАО «ОЦВ» г. Москва

Петров Николай Владимирович, эксперт  
ООО «Технологические системы» (г. Саратов)

Бердников Александр Геннадьевич, технический директор  
ООО «Параметр» (г. Пенза)

Для соблюдения технических регламентов на опасных производственных объектах в марте 2013 года была проведена экспертиза промышленной безопасности здания газифицированной котельной ЗАО «Магазин «Строитель». Основанием проведения экспертизы промышленной безопасности являлись требования Федерального закона № 116-ФЗ от 21.07.1997 г. «О промышленной безопасности опасных производственных объектов» [1..12].

При проведении экспертизы промышленной безопасности были разработаны мероприятия по устранению выявленных дефектов, которые соответствовали современным требованиям [13..21] повысили уровень промышленной безопасности.

Действие заключения экспертизы распространялось на здание (система газопотребления предприятия № 2) — далее по тексту здание. Свидетельство о регистрации ОПО № А50 (признак опасности объекта 2.1), инвентарный № 56:401.

Здание — находится по адресу: Россия, Пензенская область, г. Пенза ул. Суворова, д. 2, лит. Б1.

Здание используется по назначению, имеет полезную площадь 73,3 м<sup>2</sup>, строительный объём — 248 м<sup>3</sup>. Здание

одноэтажное с высотой этажа +3.4. Длина по наружному обмеру — 10,8 м, ширина — 6,78 м.

Здание построено 1960, реконструкция произведена в 2004 году и имеет бетонный фундамент ленточного типа, кирпичные наружные стены, металлические ригели, кирпичные перегородки, железобетонные плиты покрытия, рулонную кровлю.

За условную отметку ±0,000 принят уровень чистого пола здания.

При проведении обследования были выявлены дефекты, сведенные в табл. 1.

Ниже на рис. 1–5 представлены основные выявленные дефекты.

Физический износ фундаментов, отмостки и полов составляет 10–15%. Выявленные дефекты показаны на рис. 1–2.

Были сделаны выводы по натурному обследованию:

1. Оценка соответствия рабочего процесса технологическому регламенту — соответствует;
2. Оценка соответствия несущих строительных конструкций проекту — соответствует;
3. Оценка соответствия конструкции, исходя из анализа возможных аварийных ситуаций:

Таблица 1. Ведомость дефектов

№	Наименование узла, элемента	Описание дефекта	Заключение о необходимости и сроках устранения дефекта
1	Фундамент, отмостка и полы	1.1 Трещины в цоколе с раскрытием менее 5 мм	Инъецировать и заделать трещины (Срок выполнения III квартал 2013 г.)
		1.2. Замачивание поверхности пола	Устранить следы замачивания (Срок выполнения III кв. 2013 г.)
2	Ограждающие и несущие каменные конструкции конструкции	2.1. Отдельные трещины в кирпичной кладке с раскрытием менее 5 мм	Выполнить ремонт ограждающих конструкций, инъецировать трещины, (Срок выполнения III квартал 2013 г.)
3	Кровля, плиты покрытия и несущие металлические балки	3.1. Скол защитного слоя плит покрытия	Восстановить защитный слой плит покрытия (Срок выполнения III квартал 2013 г.)
		3.2. Следы коррозии на металлических несущих балках	Устранить следы коррозии в металлической несущей балке (Срок выполнения III квартал 2013 г.)
		3.3. Отсутствует организованный водосток	Выполнить организованный водосток с кровли (Срок выполнения III квартал 2013 г.)
4	Кровля	4.1. Отсутствует часть проектной и эксплуатационной документации здания	Выполнить работы по восстановлению проектной, эксплуатационной документации, документов удостоверяющих качество материалов конструкций (срок выполнения III кв. 2013 г)
5	Техническая документация	5.2. Отсутствует план эвакуации персонала при пожаре	Установить в котельной план эвакуации при пожаре (срок выполнения 10 дней)



Рис. 1. Трещины в цоколе с раскрытием менее 5 мм



Рис. 2. Отдельные трещины в кирпичной кладке с раскрытием менее 5 мм



Рис. 3. Скол защитного слоя плит покрытия



Рис. 4. Отдельные трещины в кирпичной вкладке и следы коррозии на металлических несущих балках (Кат. В)



Рис. 5. Отсутствует организованный водосток

3.1. Состояние фундаментов здания является работоспособным. Состояние отмостки и пола — работоспособное. Физический износ фундаментов здания составляет 10–15%;

3.2. Состояние ограждающих и несущих конструкций здания является работоспособным. Физический износ конструкций составляет 25–30%;



3.3. Состояние кровли здание является работоспособным. Физический износ конструкций составляет 15–20%.

3.4. Исходя из анализа возможных аварийных ситуаций конструкции здания соответствуют действующим нормам;

4. Определение взрывоопасности объекта-здание является взрывоопасным;

5. Оценка соответствия площади и весовых характеристик легко сбрасываемых конструкций требуемой величине, обеспечивающей взрыв устойчивость объекта-соответствует;

6. Оценка соответствия материалов несущих строительных конструкций государственным стандартам и строительным нормам — соответствует;

7. Оценка достаточности вентиляции и дымоудаления-соответствует;

8. Оценка достаточности аварийной вентиляции, автоматических средств пожаротушения, защиты от загазованности — соответствует (имеются сигнализаторы горючих газов RGD MET МР1, Сигнализаторы окиси углерода RGD COO МР 1).

И дано заключение экспертизы промышленной безопасности:

1. Здание соответствует требованиям промышленной безопасности.

2. Здание имеет совокупный физический износ строительных конструкций 16%.

3. Строительные конструкции здания в настоящий момент находятся в работоспособном состоянии.

4. Эксплуатация здания допускается сроком на 5 (пять) лет до марта 2018 г, при выполнении согласованных мероприятий.

#### Литература:

1. Бердников, А. Г. Экспертиза промышленной безопасности зданий на примере обрубочного корпуса ООО «ЛМЗ «Машсталь»/Арискин М. В., Бердников А. Г., Павленко В. В.//Молодой ученый. 2015. № 10 (90). с. 146–149.
2. Арискин, М. В. Металлографические исследования материала флюгера ходовой рамы крана при проведении технической экспертизы о падении крана КБ-100.3Б [Текст]/М. В. Арискин [и др.]// Молодой ученый. — 2015. — № 17. — с. 99–101
3. Арискин, М. В. Результаты технической экспертизы о причинах разрушения металлоконструкций башенного крана КБ-100.3Б [Текст]/М. В. Арискин [и др.]// Молодой ученый. — 2015. — № 17. — с. 95–99.
4. Арискин, М. В. Результаты технической экспертизы о разрушения грузозахватных приспособлений — стропов текстильных [Текст]/М. В. Арискин [и др.]// Молодой ученый. — 2015. — № 17. — с. 104–109.
5. Арискин, М. В. Результаты технической экспертизы о причинах разрушения узла крепления проушины гидроцилиндра подъема второго колена стрелы, произошедшего в г. Нижний Ломов Пензенской области [Текст]/М. В. Арискин [и др.]// Молодой ученый. — 2015. — № 17. — с. 101–104.
6. Бердников, А. Г. Экспертиза промышленной безопасности, методы обследования/Арискин М. В., Павленко В. В., Бердников А. Г.// Новый университет. Серия: Технические науки. 2015. № 5–6 (39–40). с. 53–56.
7. Кошкарговская, Е. В. Рассмотрение построения расчётной схемы физкультурно-оздоровительного комплекса/Арискин М. В., Кошкарговская Е. В.// Современные научные исследования и инновации. 2014. № 5–1 (37). с. 68
8. Дмитриева, Н. Е. Метод обследования строительных конструкций силосов бункерного типа/Арискин М. В., Гарькин И. Н., Дмитриева Н. Е.//Современные научные исследования и инновации. 2015. № 3–2 (47). с. 42–50.
9. Загарина, М. С. Проблемы моделирования деревянных конструкций/Арискин М. В., Загарина М. С.// Вестник магистратуры. 2014. № 11–1 (38). с. 82–87.
10. Немова, Е. Ю. Экспериментальное исследования проблем проектирования сейсмостойких зданий/Арискин М. В., Немова Е. Ю. // Вестник магистратуры. 2015. № 6–1 (45). с. 65–66.
11. Загарина, М. С. Комбинированные перекрытия в современном строительстве/Арискин М. В., Загарина М. С.// Вестник магистратуры. 2014. № 12–1 (39). с. 90–91.
12. Федеральный закон № 116-ФЗ от 21.07.1997 г. «О промышленной безопасности опасных производственных объектов». Госдума РФ 21.07.1997 г.
13. Логанина, В. И. Оценка трещиностойкости отделочного слоя на основе сухой строительной смеси с применением синтезированных алюмосиликатов/Логанина В. И., Кислицына С. Н., Арискин М. В., Карнова О. В., Садовникова М. А.//Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В. Г. Шухова. 2014. № 5. с. 7–10
14. Павленко, В. В. Большепролетные несущие деревянные конструкции/Арискин М. В., Павленко В. В.// Новый университет. Серия: Технические науки. 2015. № 5–6 (39–40). с. 65–68.
15. Загарина, М. С. Использование деревянных кленных конструкций в строительстве/Арискин М. В., Загарина М. С.// Вестник магистратуры. 2014. № 12–1 (39). с. 92–94.
16. Куценко, Е. В. Моделирование многорядных соединений на центровых вклеенных кольцевых шпонках/Арискин М. В., Куценко Е. В.// Новый университет. Серия: Технические науки. 2013. № 10 (20). с. 16–22.

17. Родина, Е. В. Оценка несущей способности клеенной кольцевой шайбы в стыковых соединениях деревянных конструкций/Арискин М. В., Агеева И. Ю., Родина Е. В.// Новый университет. Серия: Технические науки. 2013. № 2 (12). с. 44–48
18. Кислякова, Е. С. Использование стеклофибробетона в строительстве/Арискин М. В., Кислякова Е. С.// Молодой ученый. 2014. № 8. с. 128–132.
19. Арискин, М. В. Совершенствование клеиметаллических соединений деревянных конструкций с применением стальных шайб// диссертация на соискание учёной степени кандидата технических наук/Пензенский государственный университет архитектуры и строительства, Пенза 2011
20. Гуляев, Д. В. Изготовление соединений на клеенных стальных шайбах/Арискин М. В., Гуляев Д. В., Агеева И. Ю. // Альманах современной науки и образования. 2013. № 6 (73). с. 13–15.
21. Арискин, М. В. Анализ недостатков и предложения по совершенствованию соединений на шайбах и шпонках/Арискин М. В., Никишина О. В.// Новый университет. Серия: Технические науки. 2013. № 8–9 (18–19). с. 50–52.

## Материалы и реагенты для приготовления промывочных растворов в нефтехимической отрасли

Уринов Абдорбек Ахрорович, ассистент;

Адизов Аббос Авазович, студент

Бухарский инженерно-технологический институт (Узбекистан)

Основным компонентом для приготовления промывочных жидкостей является глина. Отличительная способность глины состоит в том, что, адсорбируя воду, она превращается в вязкий пластичный материал, который легко распускается в воде и образует стабильные суспензии. Глины — осадочные горные породы, представляющие собой смесь различных глинистых минералов с примесью окислов металлов, зерен кварца, полевых шпатов и др. По химическому составу глины относятся к водным алюмосиликатам. Наиболее распространенные глинообразующие материалы: монтмориллонит (из этой группы наиболее ценные — бентонитовые глины, получившие название от форта Бентон в штате Вайоминг в США — белого, светло-серого цвета), гидрослюда, каолинит и палыгорскит (на Украине).

Размер глинистых частиц обычно менее 0,1 мкм. Средний размер частиц бентонита составляет 0,02–1 мкм, а каолинита 0,1–1 мкм.

Благодаря изоморфной форме частиц и небольшим их размерам глины имеют большую удельную поверхность, что повышает их адсорбционные свойства.

Природные глины обычно состоят из различных глинистых материалов, таких как монтмориллонит, иллит и каолинит, из которых наибольшей активностью обладает монтмориллонит. В глинах могут присутствовать и другие минералы (кварц, полевой шпат, кальцит и др). Глины, используемые для приготовления промывочных жидкостей, могут быть в виде комков и порошков. Выпускаемые промышленностью глинопорошки характеризуются различным выходом глинистого раствора, который определяется объемом раствора, приготовленного из 1 т глины при эффективной вязкости 18–20 МПа·с.

В качестве дисперсионной среды для приготовления очистных агентов используется вода, нефть и сжатый воздух. Следует иметь в виду, что жесткость воды ухудшает свойства глинистых растворов.

Для придания раствору определенных технологических свойств, отвечающих требованиям конкретных геологических условий, промывочные жидкости обрабатывают различными химическими реагентами.

Химические реагенты могут вызвать пептизацию или расщепление глинистых частиц и повысить коллоидальность глинистого раствора. Они влияют на их стабильность, процесс структурообразования, повышают устойчивость растворов к действию минеральных солей и регулируют процесс коагуляции.

Регулирование свойств глинистых растворов основано на двух главных принципах:

— изменении физико-химического состояния дисперсной системы, свойств поверхности раздела твердой и жидкой фаз;

— изменении состава и концентрации твердой фазы.

Изменение состояния дисперсной системы достигается вводом в глинистый раствор соответствующих химических реагентов, а регулирование состава и концентрации дисперсной фазы — разбавлением водой, механическим удалением части твердой фазы, иногда специальных добавок без изменения физико-химического состояния дисперсной системы.

Для регулирования состояния и свойств глинистых растворов применяют химические реагенты двух групп по химической природе: неорганические реагенты — электролиты и органические реагенты — защитные коллоиды.

Электролиты — водные растворы щелочей, кислот и солей, проводящих электрический ток. Действие электролитов основано на изменении свойств связанной и свободной воды в глинистом растворе, что приводит к изменению структурных свойств растворов.

1. Кальцинированная сода — мелкий белый порошок (карбонат натрия  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ) увеличивает стабильность и вязкость раствора, уменьшает водоотдачу, а также толщину глинистой корки.

2. Каустическая сода (едкий натр  $\text{NaOH}$ ). Это твердое вещество белого цвета, легко растворимое в воде. Нейтрализует сероводород, обеспечивает растворение органических реагентов, повышает щелочность раствора, а в остальном по действию аналогичен кальцинированной соде. Применяется реже, чем кальцинированная сода, так как опасен (ядовит) в употреблении.

3. Гидроксид кальция (гашенная известь  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ) широко применяется при регулировании свойств глинистых растворов.

4. Жидкое стекло — густая прозрачная жидкость, являющаяся водным раствором растворимого стекла (силиката натрия  $\text{Na}_2\text{SiO}_3$  или силиката калия  $\text{K}_2\text{SiO}_3$ ). В бурении применяется только силикат натрия. Прибавляется к раствору в количестве 2–5 весовых процентов от объема раствора для повышения вязкости и статического напряжения сдвига при борьбе с поглощениями.

Защитные коллоиды — это органические реагенты.

Действие органических реагентов — защитных коллоидов — на глинистые суспензии связано с тем, что при вводе их в глинистый раствор молекулы этих реагентов адсорбируются на поверхности глинистых частиц, предотвращая их от взаимного слипания. Это приводит к повышению агрегативной устойчивости глинистой суспензии и подавлению способности глинистого раствора к структурообразованию.

Органические реагенты имеют относительно небольшую молекулярную массу, разжижают глинистые суспензии за счет значительного снижения интенсивности структурообразования.

Высокомолекулярные органические реагенты загущают эти суспензии чему способствует участие молекул реагента в образовании структуры при высокой концентрации указанных реагентов в растворе.

Основная особенность органических реагентов — это их способность повышать агрегативную устойчивость гли-

нистых суспензий за счет образования на глинистых частицах защитных оболочек.

Ниже приводится характеристика наиболее часто применяемых в практике буровых работ природных или синтетических органических соединений.

1. Углекислотный реагент (УЩР) применяется для повышения стабильности, снижения водоотдачи и вязкости раствора при температуре до  $140^\circ\text{C}$ , что важно для бурения глубоких скважин. Изготавливают его из бурого угля и каустической соды. Недостаток его в том, что при встрече с минерализованными водами или растворимыми солями возможна коагуляция раствора и увеличивается вероятность образования глинистых сальников.

2. Торфощелочной реагент (ТЩР), у которого активным веществом являются натриевые соли гуминовых кислот. Применяется для борьбы с поглощениями, так как имеет достаточно высокую вязкость и малую плотность;

3. Карбоксиметилцеллюлоза (КМЦ) — натриевая соль целлюлозно-гликолевой кислоты. Является высокомолекулярным полимерным соединением, хорошо растворимым в воде. При добавлении к раствору 0,5–4,0 весовых процентов от его объема снижается водоотдача, статическое напряжение сдвига и повышается термостойкость раствора (до  $180^\circ\text{C}$  при использовании КМЦ-600). Наиболее эффективен в щелочной среде при  $\text{pH} = 8–10$ .

4. Концентраты сульфитно-спиртовой барды (КССБ) представляют собой кальциевые соли ионосульфиновых кислот. КССБ может быть в жидком исполнении (КБЖ), в твердом (КБТ) и порошкообразном (КБП). Они характеризуются высокой термостойкостью (до  $200^\circ\text{C}$ ), снижают вязкость, водоотдачу раствора, а также уменьшают толщину глинистой корки на стенках скважины.

5. Гипан — вязкая жидкость желтого цвета, термостойкая (до  $120^\circ\text{C}$ ) и является хорошим защитником раствора от коагуляции глинистых частиц при бурении в солях и при пересечении пород, насыщенных соленой водой. В раствор гипан добавляется в количестве до 4 весовых процентов от его объема. При вскрытии водоносных горизонтов на водоптановом растворе подопритоки увеличиваются в 2–2,5 раза.

6. Нефть — добавляется к глинистому раствору до 10–12% от его объема для повышения стабильности, снижения водоотдачи и липкости глинистой корки.

#### Литература:

1. А.Г. Калинин, В.И. Власюк, О.В. Ошкордин, Р.М. Скрябин Технология бурения разведочных скважин. М., 2004.

## Преимущества CALS-технологий и культуры проектного управления на машиностроительных предприятиях Российской Федерации на примере АО «МПО имени И. Румянцева»

Халфун Леонид Маркович, кандидат технических наук, доцент;  
Новиков Илья Геннадьевич, студент  
Московский физико-технический институт

*Ключевые слова:* CALS-технологии, проектное управление, импортозамещение.

Ситуация на мировом рынке высокотехнологичной продукции развивается в сторону полного перехода на электронную технологию проектирования, изготовления, сбыта, сервиса и утилизации продукции. По прогнозам специалистов в области машиностроения в ближайшее время наступит момент, когда для реализации и предоставления сервисного обслуживания выпускаемой продукции будет необходимо иметь соответствующую документацию в электронном виде, которая будет соответствовать общим международным стандартам. Таким образом, применение CALS-технологий является чрезвычайно актуальной задачей для повышения конкурентного преимущества отечественных товаропроизводителей.

Одним из основных этапов внедрения CALS-технологий стало создание на предприятии АО «МПО имени И. Румянцева» автоматизированной системы конструкторско-технологической подготовки производства (АС КТПП, состоящей из CAD/CAM/CAE/CAPP/PDM), способствующей выполнению стратегической задачи — *позиционирование предприятия как производителя современной техники, не уступающей по уровню конструкторско-технологических решений, эргономики, дизайна, надежности продукции ведущих мировых производителей.* [5]

### Основные принципы эффективного функционирования АС КТПП на АО «МПО имени И. Румянцева»:

**Использование элементов «сквозного» проектирования.**

Использование смешанной структуры организации работ (Cross Functional Team-CFT), состоящей в том, что специалисты различных подразделений предприятия таких как: конструкторский отдел, отдел главного технолога, бюро проектирования оснастки, приспособлений и инструмента, технологические бюро, позволяет взаимодействовать друг с другом в единой, «сквозной» структуре.

Специалисты, работающие над проектом создания нового изделия, внедрения новых технологий, процессов, используют наработки коллег, дают друг другу обратную связь, работают в команде, что приводит к проработке возникающих вопросов еще на этапе создания документации, а не готового прототипа осваиваемого нового изделия или процесса.

Кроме того, руководитель проекта взаимодействует не только с техническими подразделениями, но и с ру-

ководством предприятия, с маркетинговыми службами, что приводит к ускорению эскалации возникших проблем (об увеличении стоимости, о нехватке людских ресурсов) для решения руководства. Не редкие те случаи, когда ситуация на мировом или внутреннем рынке кардинально изменяется. Еще недавно перспективный продукт может оказаться не нужен потребителю. Причиной тому может послужить как опережающее выдвигание на рынок продукта конкурентами предприятия, так и высокая конечная стоимостная оценка готового продукта. Попросту говоря, для потребителя продукт будет слишком дорогим. Данной информацией руководитель проекта обменивается с маркетинговыми службами предприятия, после анализа которой возможна постановка вопроса как об увеличении затрат на тот, или иной проект, с целью скорейшего выдвигания на рынок, так и о прекращении проекта еще на стадии разработки, если данный проект становится не перспективным. Подобное взаимодействие очень важно в нынешней ситуации ограниченности как финансовых, так и временных ресурсов.

Модель организации CFT может быть эффективна только тогда, когда она объединена единой системой электронного документооборота, обеспечивающей мгновенную передачу данных по всей иерархии этапов проектирования, освоения нового изделия.

### Создание компьютерных моделей изделия.

В основе создания компьютерных моделей лежит не автоматизация чертежных работ, а трехмерное компьютерное моделирование деталей и узлов, которое позволяет отображать не просто проекции тех или иных элементов, а объекты, эквивалентные материальным. Для ускорения процесса разработки новых изделий на объединении внедрена автоматизированная система параметрического проектирования и черчения — T-FLEX CAD и SolidWorks, которые при относительной простоте использования обеспечивают высокую степень гибкости и возможность изменения изображения при сохранении соотношений между элементами. Механизм параметризации и полный набор профессиональных инструментов компьютерного проектирования существенно упрощает процесс проектирования и оформления конструкторской документации.

Объемная модель дает однозначное представление о геометрии объекта, независимое от субъективных факторов, таких как традиции исполнения чертежей, способ-

ность индивидуума к распознаванию и восстановлению образа изделия по чертежу. Благодаря трехмерной версии T-FLEX CAD 3D и SolidWorks, весь процесс проектирования проводится в среде трехмерного параметрического моделирования.

Модуль T-FLEX CAM и система ESPRIT направлены на создание управляющих программ для станков с ЧПУ, позволяют создавать программы для всех видов механообработки (токарной, 3-х и 5-ти осевого фрезерования).

С помощью, входящего в состав системы T-FLEX CAD модуля T-FLEX АНАЛИЗ, а также с помощью комплекса ANSYS проводятся прочностные расчеты и расчеты отдельных элементов конструкции агрегатов (крепеж, упругие элементы и пр.).

Таким образом, этапы по освоению или модернизации технически-сложных изделий можно будет производить параллельно друг другу, что приведет к сокращению общего времени освоения изделия. Хранение этих моделей осуществляется в электронных архивах предприятия, с возможностью, сотруднику получить быстрый доступ к информации (для просмотра, проектирования оснастки, разработки УП и пр.) и, в необходимых случаях, получение твердой копии.

#### **Применение безбумажной технологии.**

В данной статье понятие безбумажной технологии не рассматривается как полный уход от бумажных носителей. При организации работы по модели CFT сотрудники ИТР обмениваются информацией (служебными записками, заказами на проектирование, информационными письмами, заявками на приобретение того или иного материала, приказами, распоряжениями и т.д.) в электронной форме. Данный вид обмена информацией устранил традиционно используемую логистическую цепочку, которую проходит тот или иной документ по ступеням иерархии предприятия. Предлагается фиксировать на бумажном носителе только конечный результат работы.

#### **Использование принципа однократного ввода информации.**

Предполагается, что информация вводится специалистом соответствующей квалификации однократно. Данной информацией могут пользоваться другие сотрудники предприятия. При внесении изменений, к примеру, в технологический процесс или при использовании других материалов, конструкций, которые необратимо ведут к корректировке первоначальной информации, сотрудник выпускает извещение об изменении, которое проходит соответствующую проверку, согласование и затем вводится в действие.

#### **Актуальность проблемы.**

В условиях сложившейся политической ситуации на мировой арене событий, с учетом принятия в отношении нашей страны экономических санкций странами запада, отечественным промышленным предприятиям необходимо осваивать необходимые не только для нашей промышленности, но и обороноспособности изделия, агрегаты — компетенциями которых обладали, до недавнего времени, бывшие страны-партнеры.

В настоящее время отечественный производитель не обладает в большом объеме таким важным ресурсом, как время. Если ранее новые изделия, проекты, могли внедряться на производстве в течение нескольких лет, то на сегодняшний день сроки сократились до нескольких кварталов.

Ситуация выглядит следующим образом. На предприятии имеется образец изделия, возможно, не полный пакет необходимой документации, которому необходимо наладить выпуск продукции соответствующего качества. Задача ставится не просто в получении компетенции по выпуску того или иного продукта, а полного контроля жизненного цикла изделия от момента получения того самого прототипа до сервисного обслуживания серийных агрегатов.

Для эффективного выполнения подобного рода задач предлагается от момента актуализации конструкторской документации использовать CALS-технологии совместно с эффективной организацией работ (CFT), как показывает опыт крупнейших мировых машиностроительных предприятий, данное сочетание позволяет сократить в разы время выпуска новой продукции, повысить уровень качества, сокращать издержки производства. Если для организации работы команды специалистов необходима воля руководителей предприятия, то для информационной поддержки необходимо приобретение соответствующего программного обеспечения.

В силу настоящего времени, когда появилась проблема с применением западного инженерно-программного обеспечения, в промышленном секторе встал вопрос об импортозамещении иностранных программных продуктов

Компаниям, не сумевшим оценить преимущества Российских разработок, таких как — TechnologiCS, как правило, нужно обязательно иметь в наличии присоединенную к основным САПРовским программам систему документооборота (TDM) или (PDM) чаще всего, опять-таки, иностранных разработчиков Siemens, Teamcenter, Vault и тд.

Программный продукт — TechnologiCS это структурированное описание процесса изготовления соответствующей детали (узла) с указанием последовательности и места выполнения технологических операций, применяемого оборудования и средств оснащения, необходимых материалов и норм их расхода, трудоемкости.

Основная концепция предлагаемого решения — сквозная информационная система, когда все участники процесса работают в физически единой информационной среде, максимально используют необходимые данные в электронном виде. TCS содержит в себе модули для нормативно-справочной информации, системы подготовки производства. При оптимизации, кастомизации данной системы, она может полностью заменить иностранные ERP-системы, которые используются на большинстве отечественных предприятий. [4]

В результате внедрения программных продуктов CAD/CAM/CAE/CAPP/PDM, а так же методов проектного управления с участием мотивированной команды

специалистов, на предприятии ускорился процесс технологической подготовки производства более чем на 30%.

Данный опыт можно с успехом применять и на других машиностроительных предприятиях Российской Федерации.

Литература:

1. Российская энциклопедия CALS. Авиационно-космическое машиностроение./Главный редактор International Expert in Aerospace and CALS Братухин А. Г. 2008, М: ОАО «НИЦАСК», 608 с.: илл.
2. С. Г. Селиванов, М. В. Иванова. Теоретические основы реконструкции машиностроительного производства. Уфа: изд-во. 2001.
3. Consistent Software. Буклет TechnologiCS. «От конструкторской спецификации до выпуска изделия». 2006.
4. Consistent Software. Буклет TechnologiCS «Функциональные системы TechnologiCS». 2006 г.
5. Докучаев, Д. В. «С чего начинается АСПП. Нетиповые решения на базе системы TechnologiCS», CADmaster #41/1.2008 (январь — март).

## Критерии работоспособности деталей и узлов оборудования

Чепкасова Оксана Анатольевна, эксперт отдела ЭПБ;  
Селезнева Анастасия Александровна, эксперт отдела ЭПБ;  
Садилов Александр Иванович, эксперт отдела ЭПБ;  
Лосев Дмитрий Анатольевич, эксперт отдела ЭПБ  
ООО «Центр Технического Сервиса» (Пермский край)

*В статье рассмотрены основные критерии работоспособности деталей и узлов оборудования. Затронуты вопросы увеличения долговечности и надежности оборудования в различных условиях эксплуатации.*

**Ключевые слова:** критерии работоспособности, долговечность, надежность, прочность, жесткость, износостойкость, вибрация, теплостойкость, коррозия металлов.

Качество любого оборудования определяется, прежде всего, работоспособностью ее деталей и узлов во всем диапазоне технологических режимов и условий эксплуатации. Работоспособность деталей характеризуется критериями, важнейшими из которых являются прочность, жёсткость, износостойкость, вибростойкость, теплостойкость, коррозионная стойкость.

Прочность — это способность деталей сопротивляться разрушению или появлению недопустимых остаточных деформаций. Прочность является одним из основных критериев работоспособности для всех машин и механизмов. При проектировании машин важно правильно определить величину и характер изменения нагрузок и напряжений, действующих в деталях в условиях эксплуатации. Нагрузки и напряжения могут быть постоянными, как например, весовые нагрузки, и переменными, как например, нагрузки при ударе молота. В работающих машинах преобладают переменные нестационарные нагрузки и напряжения, имеющие часто очень сложный характер изменения во времени. Их расчет сложен и не всегда точен. Деталь считается прочной, если истинные напряжения в ее опасных сечениях меньше предельных. Потери статической прочности деталей из пластичных материалов наступают в момент возникновения в них предельных напряжений, равных пределу текучести, а в деталях из хрупких материалов, пределу прочности. Экспериментами уста-

новлено, что разрушение деталей начинается в зонах наибольшей концентрации напряжений. Ими являются переходные сечения, отверстия, шпоночные и шлицевые пазы. Даже небольшие риски, царапины на деталях приводят к концентрации напряжений. Концентраторами напряжений являются и внутренние дефекты в материале деталей. С увеличением размеров сечения детали, количество дефектов растёт, и прочность детали уменьшается. Большая часть встречающихся разрушений деталей вызвана усталостью материала при переменных циклических напряжениях. Изучение усталостных изломов деталей позволяет судить о характере усилий и напряжений, вызывающих их разрушение и найти способ повышения усталостной прочности. Поверхности усталостных изломов имеют ряд характерных признаков. На них четко видны начало и зона развития трещины. Каждая зона имеет характерную зернистость металла. Усталостное разрушение обычно начинается с поверхности материала, в местах концентрации напряжений. Развитие трещины протекает медленно, иногда дни и месяцы, а окончательное разрушение металла — долом, происходит почти мгновенно. Усталостная прочность материалов и деталей исследуется на специальных стендах. Данные испытаний образцов и деталей наносятся на график, каждому значению напряжения соответствует определенное число циклов, при котором образец разрушается. При некоторой вели-

чине напряжения образец выдерживает практически неограниченное число циклов нагружения. Эта величина напряжения является пределом выносливости. По усреднённым статистическим данным строят кривую усталости. Обычно она соответствует вероятности разрушения образца равной 50%. Повышение предела выносливости деталей достигается повышением чистоты обработки их поверхности, уменьшением числа и глубины царапин, рисок и других дефектов, являющихся концентраторами напряжений. Прочность деталей увеличивается при обработке поверхностного слоя токами высокой частоты, азотированием, цементацией, цианированием, пластической деформацией поверхности деталей. Пластические деформации, кроме улучшения структуры материалов создают в поверхностных слоях остаточные напряжения сжатия, которые препятствуют развитию усталостных трещин и повышают выносливость деталей.

Жесткость — это способность деталей сопротивляться изменению их формы под действием нагрузок. Для деталей с большим отношением длины к сечению расчеты на жесткость должны обеспечить исключение потери их продольной устойчивости под нагрузкой.

Износостойкость — это способность деталей сопротивляться истиранию их поверхностей, изменению размеров их формы. Износ деталей оборудования при трении их рабочих поверхностей носит чрезвычайно сложный характер. Поверхности даже самого высокого класса качества обработки всегда имеют микроскопические выступы и впадины. При механическом воздействии в случае граничного трения выступы изнашиваются. Этот процесс наиболее интенсивно протекает в период приработки узлов. Сколовшиеся крупинки металла и абразивные частицы пыли попав в зазор трущихся деталей, вызывают механический, преимущественно абразивный износ. Во многих случаях металл трущихся поверхностей окисляется. Продукты коррозии, превращаясь в абразивные частицы, ускоряют процесс изнашивания деталей. Эффективным средством снижения такого износа является изоляция трущихся деталей от вредного действия пыли и агрессивной среды. Высокое давление в контакте деталей может привести к выдавливанию смазки и молекулярному взаимодействию трущихся поверхностей. При этом возникает схватывание поверхностей, которое сопровождается локальным нагревом, вырывами и намазыванием частиц одного металла на другой. Увеличение долговечности узлов трения достигается подбором материалов сопрягаемых поверхностей, обеспечивающих снижение сил трения. Эффективным средством снижения износа трущихся деталей является жидкостное трение, которое создаётся принудительной подачей масла под давлением в зазор трущихся поверхностей. Или благодаря масляному клину, который образуется при определённых зазорах, скоростях и вязкости масла. Важными факторами снижения интенсивности износа трущихся деталей являются применение износостойких материалов, тщательная механическая и термохимическая обработка, замена трения скольжением, трением качения, наплавка

на истираемые поверхности высокопрочных и износостойких сплавов, иногда футеровка деталей резиной.

В некоторых узлах оборудования в процессе работы возникают вибрации, которые не только нарушают технологический режим, но и приводят к ускоренному разрушению деталей. Высокие вибрации и шум оказывают вредное воздействие и на оператора машин. Расчет на виброустойчивость конструкций сводится к выбору таких ее динамических параметров, которые исключали бы появление опасных колебаний, например опасных резонансных поперечных колебаний. Уменьшение вибрации достигается изменением жесткости и массы системы, частоты вращения, тщательной балансировкой быстровращающихся деталей. В тех случаях, когда вибрация рабочих органов является технологическим параметром, для защиты машины и оператора необходимо применение амортизаторов и виброгасителей.

При проектировании деталей оборудования, работающих при высоких температурах необходимо учитывать изменение механических свойств материалов и тепловые деформации, вследствие которых происходят изменения зазоров сопряжения, изменяется характер взаимодействия деталей, и нарушаются условия их смазки. Задача расчета — подбор теплостойких материалов деталей и смазок, выбор способа ограничения температуры нагрева деталей и уменьшения их тепловых деформаций. Промышленность в северных районах ставит задачу создания машин, успешно работающих в условиях пониженных температур. Прежде всего, необходимо учитывать, что ударная вязкость металлов при низких температурах может снижаться во много раз. Надежность машин в условиях севера обеспечивается применением легированных сталей с высокой ударной вязкостью при низких температурах, морозостойких резиновых уплотнений, специальных смазочных материалов и масел для гидросистем, а также специальных видов сварки деталей.

Коррозия металлов приносит ежегодные убытки, исчисляющиеся миллиардами рублей. Кроме потери металла, коррозия уменьшает усталостную прочность деталей, что приводит к их поломкам. Существует множество методов защиты от коррозии металла — металлические покрытия, электрохимическая защита, неметаллические защитные материалы, защитная окраска, легирование, ингибиторы. Для защиты от атмосферной коррозии применяются различные гальванические, пленочные и лакокрасочные покрытия. Детали машин, работающие в агрессивных средах, выполняются из нержавеющей сталей, различных пластмасс и композитных материалов. Важное значение при защите от коррозии имеет соблюдение технологии консервации готовых деталей и их хранение.

Технический прогресс, увеличение масштабов производства сложной и мощной техники требует от их создателей обеспечения работоспособности деталей по всем критериям, что является залогом долговечности и надежности машин и оборудования.

Литература:

1. Детали машин. Учеб. для вузов. — 4-е изд./Д. Н. Решетов. — М.: Машиностроение, 1989. 496 с.
2. Материаловедение в машиностроении и промышленных технологиях./В. Струк, Л. Пинчук, Н. Мышкин, В. Гольдаде, П. Витязь. — Издательство: Интеллект. 2010. 536 стр.
3. Материаловедение и технология металлов./Ф. Гарифуллин, Г. Фетисов. — Издательство: Оникс. 2009. 624 с.
4. Коррозия и защита от коррозии./Семенова И. В., Флорианович Г. М., Хорошилов А. В. — Издательство: М.: Физматлит. 2002. 335 с.
5. Теория механизмов и машин. Учебное пособие./Заблонский К. И., Белоконев И. М., Щёкин Б. М. — Издательство: Киев, Высшая школа. 1989. 185 с.

## Коррозия металлов

Чепкасова Оксана Анатольевна, эксперт отдела ЭПБ;  
Селезнева Анастасия Александровна, эксперт отдела ЭПБ;  
Садилов Александр Иванович, эксперт отдела ЭПБ;  
Хмелев Сергей Васильевич, главный инженер филиала «ДиагностикаПромСервис»  
ООО «Центр Технического Сервиса» (Пермский край)

*В статье рассмотрены основные вопросы процесса коррозионного повреждения металла, виды коррозии и коррозионных разрушений, способы защиты от коррозии.*

**Ключевые слова:** остаточный ресурс, коррозия металлов, защита от коррозии.

Основным критерием оценки остаточного ресурса технического устройства (далее ТУ) являются прочностные характеристики, определяемые расчётами. Расчёт прочностных характеристик зависит от марки материала, геометрических параметров, толщины элементов ТУ. При проектировании ТУ учитываются все эти параметры с учётом допусков, проектной скорости коррозии, сроков и условий эксплуатации. Однако в процессе эксплуатации ключевым фактором, влияющим на пригодность ТУ является коррозионное повреждение металла, скорость которого может отличаться от проектной в несколько раз. Для определения прогнозируемых сроков эксплуатации ТУ необходима оценка скорости коррозии в конкретных условиях эксплуатации, а так же возможность влиять на неё с целью увеличения этих сроков. Для решения этих вопросов необходимо понимание самих процессов протекания коррозии, природы и сути процесса.

Коррозия — это разрушение металла под действием окружающей среды. По механизму протекания различают два типа коррозии — химическую и электрохимическую. Химическая коррозия начинает влиять на металл сначала его происхождения. Окалина ее продукт. Взаимодействие металла и окружающей среды протекает постоянно, химические процессы, проходящие при этом взаимодействии можно назвать борьбой за выживание, наша задача свести потери металла в этой борьбе к минимуму.

По характеру агрессивной среды различают атмосферную коррозию, подземную и подводную.

Виды коррозионных разрушений разнообразны — равномерная коррозия, неравномерная, коррозия пят-

нами, коррозия язвами, подповерхностная коррозия, точечная или питтинговая, структурно-избирательная коррозия, межкристаллитная коррозия (этот самый опасный вид коррозии, обусловленный сложностью выявления). Последствия скрытно протекающих коррозионных процессов зачастую приводят к авариям, которых могло бы и не быть.

Химическая коррозия — это процесс разрушения металла под действием внешней среды, не сопровождаемая образованием электрического тока. Ее разновидность газовая коррозия, представляет собой процесс взаимодействия газов при высокой температуре с металлом. При таком взаимодействии образуется оксидная пленка, на железе она рыхлая, легко отскакивает и не защищает от разрушения.

В отличие от химической — электрохимическая коррозия протекает при контакте металла с раствором электролита. При этом электролитом может являться любая жидкость или газ. Примером электрохимической коррозии может быть атмосферная коррозия. Электрохимическая коррозия, более трудно прогнозируемая, чем химическая, ввиду необходимости учёта множества факторов, зачастую изменяющихся в процессе эксплуатации ТУ. При этом скорость протекания процессов электрохимической коррозии на порядок больше чем при химической коррозии.

В одних случаях на поверхности металла может образоваться плотная оксидная пленка, выполняющая роль защитного слоя. Образовавшаяся оксидная пленка предохраняет металл от разрушения. Это явление широко ис-



пользуется в современной технике, как способ защиты от коррозионных процессов.

Существует немало способов защиты от коррозии. Самый лучший из них создание такого металла, который бы вообще не корродировал. Один из путей создания коррозионностойкого металла — получение особых сплавов, в которые добавляют хром, никель, молибден, титан и другие компоненты. Так называемое легирование. Технология создания таких сплавов трудоемка, и связана с повышенными экономическими затратами. Цена таких материалов выше и не всегда целесообразно применение их в конкретных условиях.

Ингибирование — способ, при котором скорость коррозии снижается, если в агрессивную среду ввести соединения, значительно замедляющие коррозионный процесс. Одним из механизмов ингибирования является адсорбция ингибитора на поверхности защищаемого изделия. Ингибируемые бумаги и пленки применяются при долговременном хранении.

Различают металлические и неметаллические защитные покрытия, изолирующие металл от агрессивной среды. Большие детали или трубы защищают методом металлизации. Плакирование — метод защиты металла от коррозии другим металлом, который устойчив к агрессивной среде.

Трубы газо- и нефтепроводов защищаются комбинированным способом, мазутно-битумное покрытие, ингибированная бумага и одновременно с этим катодная защита. Сущность электрозащиты состоит в том что, на катод, которым является сам трубопровод, накачиваются электроны от внешнего источника тока, и это тормозит коррозию. Анодом в этом случае может служить любой

ненужный металл. Так же широко сейчас применяются различные плёнки на основе полиэтилена, внутренняя поверхность так же защищается различными покрытиями на основе керамики. Сварные стыки также защищаются от взаимодействия с перекачиваемой средой различными способами.

При защите ТУ применяется метод протекторной защиты. Протектор — активный металл, с более отрицательным потенциалом, например цинк, который разрушаясь сам, защищает объект.

Надежным способом защиты от коррозии, являются гальванические покрытия, которые получают электролизом в водных растворах.

Неметаллические покрытия — это покрытия лаками, красками, различными силикатными эмалями и полимерными материалами. Покрытие силикатными эмалями широко применяется в химической промышленности. Кислотостойкие эмали применяют для покрытия вакуумных аппаратов, резервуаров, реакторов.

Затраты на защиту металла от коррозии оправданы и дают хороший экономический эффект, с учётом снижения затрат на замену непригодного ТУ. Где то, например подземные трубопроводы с агрессивной средой, она просто необходима для безопасной эксплуатации.

При проведении экспертизы промышленной безопасности технических устройств, применяемых на опасных производственных объектах, одной из важнейших задач является определение скорости коррозии и прогнозирование этой скорости на планируемый период эксплуатации. Мероприятия по антикоррозионной защите могут значительно увеличить срок эксплуатации и, как следствие, снизить затраты на замену ТУ.

#### Литература:

1. Материаловедение и технология металлов./Ф. Гарифуллин, Г. Фетисов. — Издательство: Оникс. 2009. 624 с.
2. Коррозия и защита от коррозии./Семенова И. В., Флорианович Г. М., Хорошилов А. В. — Издательство: М.: Физматлит. 2002. 335 с.

## Theoretical aspects of fractionation biomass and receiving energies with a vibration machine

Чориева Махбуба Ризакуловна, ассистент;  
Мухамадиева Рухсара Аббаскуловна, преподаватель  
Бухарский инженерно технологический институт (Узбекистан)

Chariyeva Maxbuba Rizakuliyevna, assistant of department «Electrical engineering»  
Bukhara engineering technological institute. Uzbekistan

Muxamadiyeva Ruxsara Abbaskulovna  
College of oils and gas industry. Bukhara. Uzbekistan

*Biomass is one of the most plentiful and well-utilized sources of renewable energy in the world. Broadly speaking, it is organic material produced by the photosynthesis of light. The chemical material (organic compounds of carbons) are*

*stored and can then be used to generate energy. The most common biomass used for energy is wood from trees. Wood has been used by humans for producing energy for heating and cooking for a very long time.*

**Keywords:** *energy, biomass, fractionation biomass, alternative energy, mechanical vibration.*

Biomass has been converted by partial-pyrolysis to charcoal for thousands of years. Charcoal, in turn has been used for forging metals and for light industry for millennia. Both wood and charcoal formed part of the backbone of the early Industrial Revolution (much northern England, Scotland and Ireland were deforested to produce charcoal) prior to the discovery of coal for energy.

Wood is still used extensively for energy in both household situations, and in industry, particularly in the timber, paper and pulp and other forestry-related industries. Woody biomass accounts for over 10% of the primary energy consumed in Austria, and it accounts for much more of the primary energy consumed in most of the developing world, primarily for cooking and space heating.

It is used to raise steam, which, in turn, is used as a by-product to generate electricity. Considerable research and development work is currently underway to develop smaller gasifiers that would produce electricity on a small-scale. For the moment, however, biomass is used for off-grid electricity generation, but almost exclusively on a large-, industrial-scale. For receiving of the energy at first is processing fractionation of biomass

The term «vibration» is mechanical vibrations with small amplitude and very low frequency. Mechanical vibrations can be used as a useful phenomenon for fractionation of biomass. Screening (plan sifter, sieving) is the process of separation of bulk, lump and granular material on products of various sizes (classes) with the screening surfaces sieve, lattice [1]. For the separation of biomass into fractions used preparatory screening. Preparatory screening of biomass used for further unloading of biomass in the reactor of a biogas plant to two classes of particle size. Preparatory screening — screening for separating material into several size fractions, intended for subsequent separate treatment. In this case, for further processing of biomass in the reactor. Vibratory «Shaker» refers to the character of movement of the working body to the movable flat screens, by location of the screening surface — to the sloping, with rectilinear oscillations. Screens with rectilinear oscillations directed at some angle to the plane of the screening surface, operate in sloping or horizontal position. The material in this case is moved on the screening surface because of the impact on him by the working body (vibration displacement). Inertia screens represent oscillatory system, which for the one oscillation period occurs one complete cycle of conversion of kinetic energy into potential energy and vice versa. As a result, theoretically is not required energy consumption to overcome the forces of inertia of the moving masses and elastic forces of shock absorbers (springs). Energy is needed only to overcome the dissipative forces (friction, loss of particles when striking of sieves, etc.). Practically found that 1 kg of particulate material which is at

the vibrating surface necessary 0.002–0.003 kW drive motor. Experimental studies show that for transporting wet and sticky cargoes with intensive tossing, speed of movement approach to the speed of the bulk material, and in some cases even superior to its. When moving with a toss occurs uniform distribution of material across the width of the working body, as a result of the periodic loss of contacts, decreases effect of frictional forces and particle size reduction. Vibration modes in which sediment moves tossing considered more technologically advanced. [2] Due to the humidity of biomass less than 92%, the properties approach to the properties of bulk material. The main technological parameters of the process of screening material are: productivity screen and screening efficiency. The values of these parameters are determined and conditioned by a number of factors, which can be divided into two main groups: 1) factors depending on the physical and mechanical properties of the material; 2) structural and mechanical factors (size of screen and its regime). For research process of fractionation of biomass. are selected following parameters: — structural and operational parameters: 1. the engine speed; 2. the size of the cells; 3. the speed of movement biomass; 4. mass; 5. angle of the slope to the horizon; 6. the frequency of the vibrator; 7. the spring stiffness of vibration machine; 8. vibratory drive power; 9. the friction force; 10. the temperature of the mass of biomass; By structural and mechanical factors are included: sieve design, the ratio of its length to width, the method of supplying the material to the screening surface and the screen mode of the mechanical parameters. Form of the openings of the screening surface has a significant effect on screening. The ratio between the width  $B$  of the screen and its length  $L$  for inclined screens inertial is  $B: L$  1:2. The dependence of the efficiency of extraction of small grains from the length of the path traveled by the material from the place of loading, has exponential nature. Most of the small classes (approximately 60–70%) are sifted out at the first third of the length of the screen. Screening power. The main requirement for a method for supplying material to the screening surface is its uniformity. Necessary to supply the material uniformly in time to distribute it evenly over the entire width of screen that provides a constant average speed of material over the screen thickness and stability, and consequently effectiveness of screening consistency and quality screening. The angle of inclination of the box has a significant impact on the effectiveness of screening. In practice, this angle is taken between 15 and 26 degrees for inertial inclined screens. The most advantageous angle, which provides the highest efficiency at a given performance or efficiency, established by experimentation. The frequency and amplitude of the oscillations are selected in accordance with passport data of the manufacturer. Conclusion: vibration machine refers to

the inertial inclined screen with rectilinear oscillations. On the process of fractionation affect structurally-mechanical parameters — width and length of the screen, the power

screen, the angle of inclination to the horizon, the frequency and amplitude of the oscillations, as well as the size of the cells of the screening surface.

References:

3. Akinshin IK, Baschenko NT, OS Bogdanov, Zverevich, Kostin IM, Olevskii VA, VA Perov Directory of enrichment of ores. Volume 1 of the preparatory process. — Volume 1, Issue 2, Vol. — Moscow: Nedra, 1982.
4. Dudka AA, Justification of the process and the parameters of the vibration filter to separate the manure into factions: Author. dis. cand. tehn. Sciences: 05.20.01. — Kharkov, 1983.

## Разработка манипуляторов для исследовательского аппарата

Чудинов Владислав Александрович, студент  
Пермский национальный исследовательский политехнический университет

## Development of manipulators for the research unit

Chudinov Vladislav Alexandrovich

*Отличительной особенностью данного роботизированного аппарата является усложнение конструкции, путем введение третьего манипулятора и увеличение многофункциональность данной системы при разработке алгоритма работы.*

**Ключевые слова:** манипулятор, робот, модель, структура.

Структура исследовательского комплекса состоит:

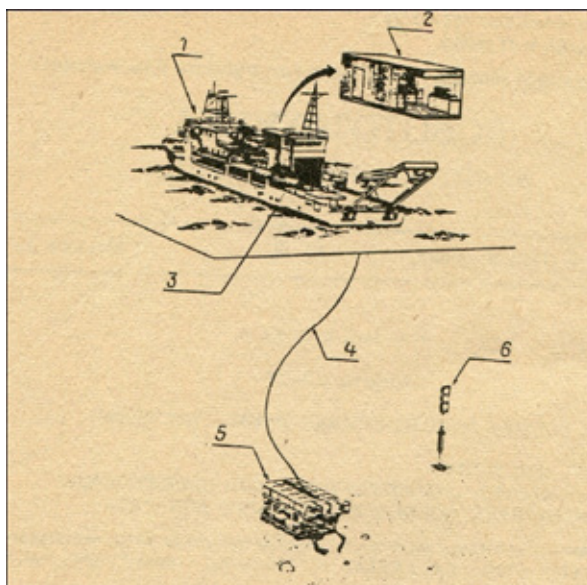


Рис. 1. Структура комплекса: 1 — надводное исследовательское судно; 2 — центр управления комплексом; 3 — надводные измерительные приборы, устройства спуска и подъема аппаратуры; 4 — оптико-волоконный кабель для передачи управляющих и информационных сигналов; 5 — необитаемый глубоководный аппарат (рис. 1); 6 — импульсный повторитель радиосигналов

Основные отличия манипуляционной системы аппарата заключаются в наличии трех рук, способных взаимодействовать при выполнении операций, в применении силового очувствления в системе копирующего управления, а также в обеспечении работоспособности манипуляторов на сверхбольших глубинах.

Принципиальные различия между существующими манипуляторами обусловлены особенностями рабочей среды. Манипулятор подвержен воздействию таких факторов, как повышенное давление и вязкость среды, химическая активность, течение, перепад температур в зависимости от его назначения глубины, а также удаленность от человека-оператора на сотни и тысячи метров. Все эти факторы необходимо учитывать при проектировании исполнительной, информационной, управляющей подсистем и системы технического зрения робота, а также при выборе материалов для изготовления механических конструкций. Особую важность приобретают методы балансировки и обеспечения устойчивости аппарата при работе манипуляторов.

Манипуляционная система робота состоит из трех манипуляторов — основного и поддерживающих, а также подсистемы управления работой этих манипуляторов, которая включает в себя задающий манипулятор для управления операциями, рычажный механизм задания рабочих координат, контроллер задающей системы и другие элементы. Основной многозвенный манипулятор имеет антропоморфную кинематическую схему с семью степенями подвижности, каждая из которых снабжена собственным гидравлическим сервоприводом. Этот манипулятор управляется в копирующем режиме. Общий вид основного манипулятора показан на рис. 2, где степени подвижности манипулятора пронумерованы. Управление осуществляется с позиционной обратной связью. Степени подвижности с I по III манипуляторов представляют собой сервосистему одностороннего типа, а степени подвижности с IV по VII образуют двустороннюю сервосистему.

Помимо силового управления с обратной связью основной манипулятор обладает специальными функциями, такими, как «жесткая» фиксация звеньев, автоматическое свертывание и разворачивание всего манипулятора и отсоединение захватного устройства. Первая из функций позволяет оператору в любой момент времени жестко зафиксировать относительное положение какого-либо звена (или всех звеньев сразу) манипуляторов. С помощью двух следующих функций оператор быстро одной командой выводит манипуляторы в заданное рабочее положение (разворачивание), либо убирает их внутрь корпуса в транспортное положение (свертывание). Последняя функция предусмотрена в качестве экстренной меры для освобождения аппарата в случае, если при выполнении работы захватное устройство зацепится за внешнее препятствие и возникнет угроза безопасности всего аппарата.

Поддерживающие манипуляторы предназначены для оказания разнообразной помощи основному манипулятору. В процессе работы они подают ему инструмент и различные предметы, а также фиксируют их в заданном положении в пространстве. Поддерживающие манипуляторы обладают пятью степенями подвижности. Технические характеристики поддерживающих манипуляторов за исключением диапазонов и скоростей перемещений звеньев совпадают с характеристиками основного манипулятора. Полная аналогия наблюдается и в методах управления манипуляторами (рис. 3.)

Все управляющие воздействия вырабатываются в бортовом отсеке с помощью задающего манипулятора или рычажного координатного устройства. Эти сигналы, а также сигналы обратной связи от манипуляторов преобразуются телеметрической системой и передаются опτικο-волоконной линией связи. Выработка позиционных управляющих воздействий и анализ сигналов обратной связи осуществляется центральным процессором при участии бортового управляющего устройства. На пульт оператора выводится информация о положении всех звеньев

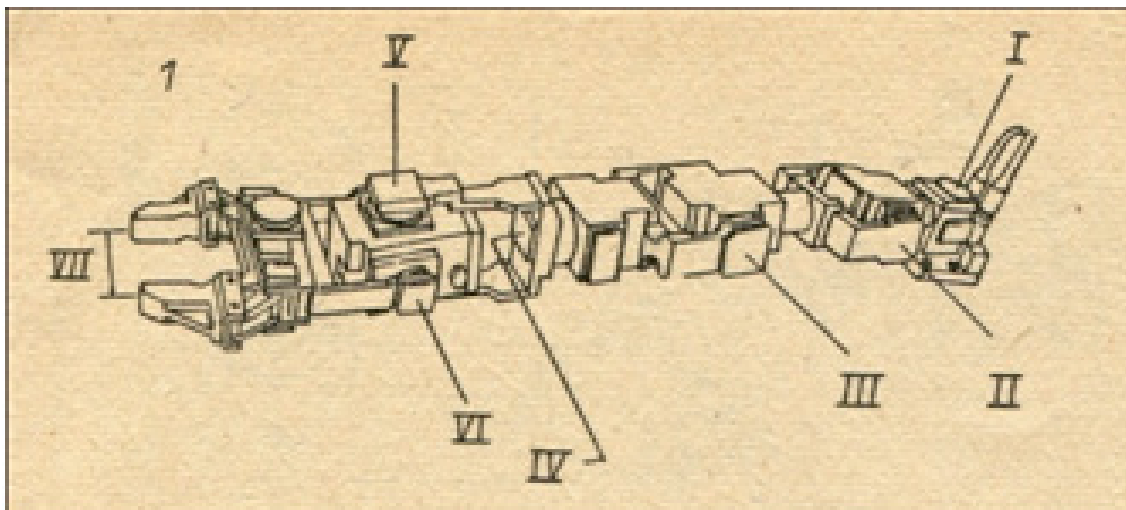


Рис. 2. Общий вид основного манипулятора

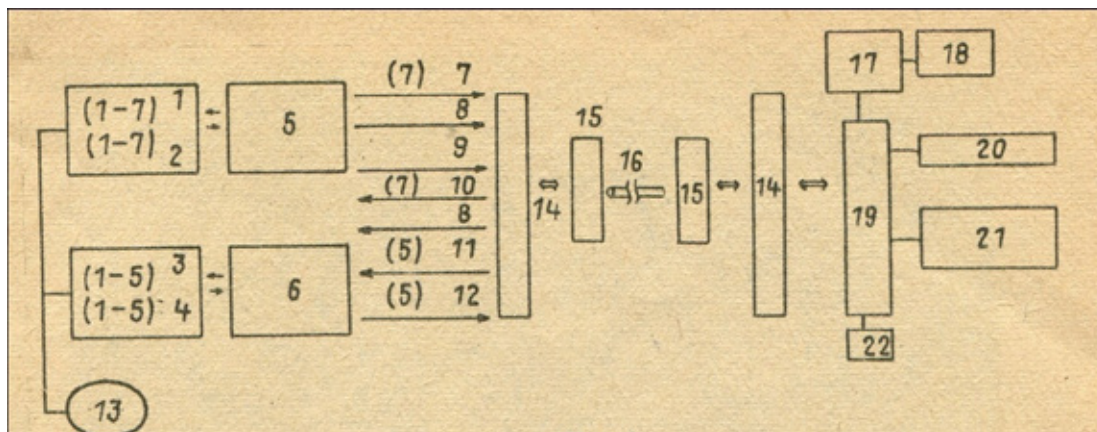


Рис. 3. Структура управления: 1 — сервораспределители основного манипулятора (1-7); 2 — потенциометры (1-7); 3 — сервораспределители поддерживающих манипуляторов; (1-5); 4 — потенциометры (1-5); 5 — устройство управления основным манипулятором; 6 — устройство управления поддерживающим манипулятором; 7 — позиционная обратная связь (7 сигналов); 8 — прямая связь; 9 — информация о состоянии гидросистемы основного манипулятора; 10 — позиционная команда (7 сигналов); 11 — позиционная команда (5 сигналов); 12 — позиционная обратная связь (5 сигналов); 13 — гидроцилиндры; 14 — телеметрическая система; 15 — опико-электронный преобразователь; 16 — опико-волоконный кабель; 17 — исполнительная система задающего манипулятора; 18 — задающий манипулятор; 19 — бортовая система управления манипуляторами; 20 — задающее координатное устройство; 21 — пульт оператора; 22 — центральный процессор.

манипуляторов (в аналоговой форме). С пульта задаются специальные команды: фиксации, свертывания-развертывания и отсоединения схвата.

Манипуляционная система полностью реализована. В ходе испытаний основной манипулятор легко перемещает предметы, демонстрируя полную работоспособность при предельных скоростях по всем степеням подвижности. С помощью специально подобранных тестов должны быть

проведены проверки взаимодействия основного и поддерживающих манипуляторов. Рабочие зоны каждого из манипуляторов, отслеживаются, где происходит взаимодействие (рис. 4.)

Пользуясь информацией, поступающей от телекамер, оператор в копирующем режиме может заставить робот перенести какой-либо предмет, подобрать образец породы и поместить его в корзину, а также выполнить какую-либо

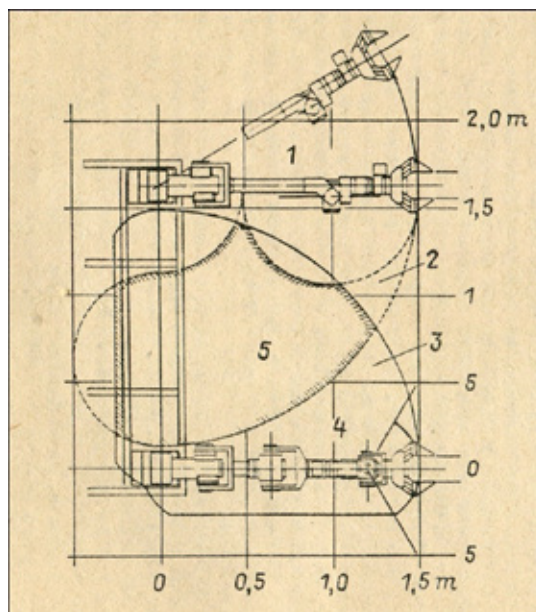


Рис. 4. Основной и поддерживающие манипулятор: 1 — поддерживающие манипуляторы; 2 — рабочая зона поддерживающего манипулятора; 3 — рабочая зона основного манипулятора; 4 — основной манипулятор; 5 — область взаимодействия.

сложную операцию, требующую участия нескольких манипуляторов (например, вставление болтов и закручивание гаек). Двустороннее силовое ощущение дает возможность управлять очень плавными движениями.

Литература:

1. Поезжаева, Е. В.//Теория механизмов и механика систем машин. Промышленные роботы: учеб. пособие: в 3 ч./Е.В. Поезжаева. — Пермь: Изд-во Перм. Гос. техн. ун-та, 2009.-Ч. 2—185.
2. Поезжаева, Е. В.//Теория механизмов и механика систем машин. Учеб. Пособия/Е.В. Поезжаева. — Пермь: Изд-во Пермского национального исследовательского политехнического университета. 2014.—400
3. Поезжаева, Е. В.//Теория механизмов и механика систем машин. Промышленные роботы: учеб. пособие: в 3 ч./Е.В. Поезжаева. — Пермь: Изд-во Перм. Гос. техн. ун-та, 2009.-Ч. 3—164.

В результате робот может перемещать даже хрупкие стеклянные стержни и выполнять другие операции, требующие высокой точности и осторожности.

## Малогабаритный робот для транспортировки инструмента и материалов

Чудинов Владислав Александрович, студент

Пермский национальный исследовательский политехнический университет

*Транспортировка детали в процессе ее обработки на «безлюдных» предприятиях осуществлялась чаще всего различными комбинациями конвейеров, стационарных роботов и роботов-тележек. Однако ни одна из этих комбинаций не была достаточно гибкой. Система транспортировки должна четко реагировать на выход из строя элементов производства и так изменять маршрут перемещения детали, чтобы влияние отказа сводилось к минимуму.*

**Ключевые слова:** робот, модель, транспортировка.

## Small robot for tool and material handling

Chudinov Vladislav Alexandrovich

Для решения подобных задач был разработан транспортный робот (рис. 1), который состоит из трех модулей: ходовой платформы, среднего отсека и турели.

В ходовой платформе используется сравнительно новый принцип синхронного привода и управления всеми колесами. Когда роботу нужно сделать поворот, все колеса поворачиваются в унисон, так что сама платформа даже не вращается. Благодаря этому робот очень быстро поворачивается на месте.

Для передачи приводных усилий в работе применяется система концентрических валов. Благодаря симметрии в приводе отсутствуют недостатки цепной или ременной передачи. Погрешность позиционирования меньше 0,5% почти для любой поверхности пола.

Поскольку его платформа неподвижна при поворотах, то для навигации робота используется вращающаяся турель, монтируемая с помощью быстросъемного фланца. Фланец приподнят над стойкой, позволяя устанавливать средний модуль между турелью и платформой робота. Средний отсек не вращается относительно робота и может использоваться либо для дополнительных бортовых систем, либо как грузовое отделение.

На прикрепленной к турели арке смонтирована инфракрасная навигационная и коммуникационная аппаратура. С помощью этой аппаратуры транспортный робот запоминает при обучении фактическую траекторию движения, по которой он затем перемещается. Такой способ управления движением имеет ряд существенных преимуществ по сравнению с перемещением вдоль высокочастотного кабеля, проложенного под полом, главное отличие заключается в возможности в любое время быстрого ввода новой траектории и возможности отклонения от программной траектории, чтобы обойти препятствия или другие движущиеся объекты.

При обычном движении робот следит за фиксированными настенными маяками и осуществляет непрерывную связь с центральной ЭВМ, которая управляет всеми транспортными средствами. Когда транспортный робот подходит к стационарному оборудованию, маяк используется для обмена припарковочными сигналами, чтобы избежать столкновения (например, с рукой стационарного робота и т. п.), а также для точного позиционирования транспортного робота в месте парковки. Обмен информацией позволяет также уточнить положение перемещаемых объектов.

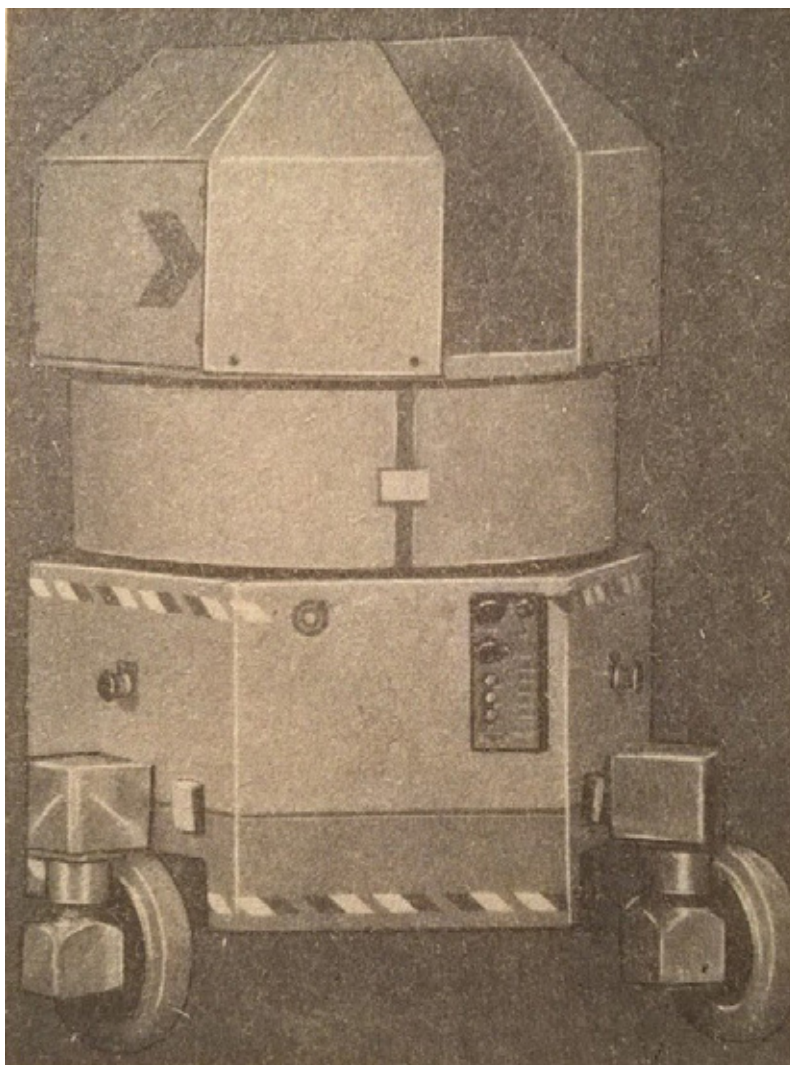


Рис. 1. Транспортный робот

Когда транспортный робот неподвижен, вращающаяся турель может быть использована как дополнительная степень подвижности для смонтированных на ней систем.

Турель и средний модуль разработаны для транспортировки различных инструментов и деталей, а также, для выполнения производственных заданий.

Свободно перемещающийся автономный транспортный робот обладает чрезвычайно высокой манев-

ренностью, позволяющей использовать их как элементы системы перевозки грузов от одного рабочего места к другому. Транспортный робот повышает эффективность производства не только за счет перемещения предметов по произвольным маршрутам, но также благодаря возможности создать систему автономной оптимизации трассы в случае обнаружения неисправности оборудования рабочего места или самого транспортного робота.

#### Литература:

1. Поеджаева, Е. В//Теория механизмов и механика систем машин. Промышленные роботы: учеб. пособие: в 3 ч./Е. В. Поеджаева. — Пермь: Изд-во Перм. Гос. техн. ун-та, 2009.-Ч. 2—185.
2. Поеджаева, Е. В//Теория механизмов и механика систем машин. Промышленные роботы: учеб. пособие: в 3 ч./Е. В. Поеджаева. — Пермь: Изд-во Перм. Гос. техн. ун-та, 2009.-Ч. 3—164.
3. Поеджаева, Е. В., Юртаев Р. И., Чудинов В. А., Идентификация геометрических параметров роботов //Молодой ученый № 15 (93) 2015

## Гидроиспытания стальных труб на прочность на заводе. Труба с «донышками»

Шинкин Владимир Николаевич, доктор физико-математических наук, профессор  
 Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС»

Представлен аналитический метод расчета технологических параметров процессов гидроиспытания труб большого диаметра: критического давления в трубе и размеров пластической и упругой зон в стенке трубы при закритических давлениях. На всех стадиях процесса рассматривается модель упругопластической среды. Результаты исследования могут быть использованы при разработке технологии производства стальных труб большого диаметра для магистральных трубопроводов.

**Ключевые слова:** сварные стальные трубы большого диаметра, гидроиспытания, модель упругопластической среды, магистральные трубопроводы.

Производство труб большого диаметра для магистральных трубопроводов. За рубежом основными производителями прямошовных одношовных труб для магистральных газопроводов диаметром  $\geq 1220$  мм являются фирмы «Манесманн Демаг Меег» (Германия), «Ytalsider» (Италия) и «Син ниппон сэйтэцу» (Япония). В России производство сварных одношовных труб диаметром  $\geq 1220$  мм для магистральных газопроводов осуществляется на Выксунском (ВМЗ), Ижорском (ИжТЗ), Волжском (ВТЗ) и Челябинском (ЧТПЗ) заводах [1–65]. В таблице 1 приведены сравнительные характеристики сварных одношовных труб большого диаметра.

Таблица 1. Сравнительные характеристики сварных труб большого диаметра

Характеристики	Производители					
	Зарубежные		Отечественные			
	Европа	Япония	АО «ВМЗ»	ОАО «ИжТЗ»	ОАО «ВТЗ»	ОАО «ЧТПЗ»
Диаметр, мм	530–1420	406–1420	530–1420	530–1420	530–1420	508–1420
Толщина стенки, мм	7,0–40	6,0–44,5	7,0–48	7,0–40	7,0–42	7,0–48
Длина, м	10,5–11,6; 18	10,5–11,6; 18,0	10,5–11,6	До 18	До 12,5	До 18,3
Класс прочности	X60–X100	X60–X100	X60–X100	X60–X100	До 80	До 100

Обязательным технологическим процессом производства труб большого диаметра является гидроиспытание трубы на прочность. При этом внешние наружные торцы трубы фиксируются гидрозаглушками (труба с «донышками») и внутрь трубы подается вода под большим давлением. Гидроиспытания проводят в упругой зоне деформации стенки трубы. Однако, при чрезмерном внутреннем давлении стенка трубы может испытывать пластическую деформации и даже разорваться. Разрыв труб также может произойти при наличии дефектов в стенке труб [1–12, 20, 24, 33, 52–65].

**Напряжения и деформации в стенке трубы при внутреннем давлении.** Рассмотрим длинную толстостенную трубу под действием внутреннего давления  $p_a$  (рис. 1), стенка которой находится в состоянии однородного растяжения.

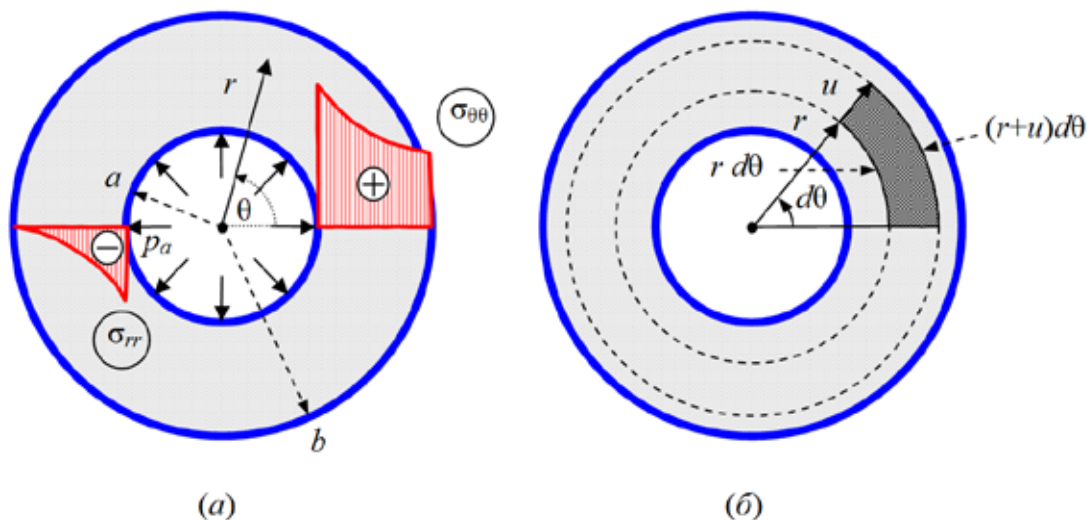


Рис. 1. Эпюры радиальных и тангенциальных нормальных напряжений в стенке трубы (а) и радиальные перемещения точек и внутри трубы (б)



Пусть  $h, D, d = D - 2h, a = d/2, b = D/2 = a + h \gg h$  – толщина стенки трубы, внешний и внутренний диаметры трубы, внутренний и внешний радиусы трубы. В цилиндрической системе координат  $(r, \theta, z)$  уравнения равновесия трубы, граничные условия и решение задачи имеют вид [6–8]

$$\frac{\partial \sigma_{rr}}{\partial r} + \frac{1}{r} \frac{\partial \sigma_{r\theta}}{\partial \theta} + \frac{\sigma_{rr} - \sigma_{\theta\theta}}{r} = 0, \quad \frac{1}{r} \frac{\partial \sigma_{\theta\theta}}{\partial \theta} + \frac{\partial \sigma_{r\theta}}{\partial r} + \frac{2\sigma_{r\theta}}{r} = 0; \quad \sigma_{rr}(a) = -p_a, \quad \sigma_{rr}(b) = 0;$$

$$\sigma_{rr}(r) = \frac{p_a a^2}{b^2 - a^2} \left( 1 - \frac{b^2}{r^2} \right), \quad \sigma_{\theta\theta}(r) = \frac{p_a a^2}{b^2 - a^2} \left( 1 + \frac{b^2}{r^2} \right),$$

$$\sigma_{r\theta}(r) = 0, \quad \sigma_{rr}(r) + \sigma_{\theta\theta}(r) = \frac{2p_a a^2}{b^2 - a^2} = \text{const},$$

$$\sigma_{rr}(a) = -p_a, \quad \sigma_{rr}(b) = 0, \quad \sigma_{\theta\theta}(a) = \frac{p_a(a^2 + b^2)}{b^2 - a^2}, \quad \sigma_{\theta\theta}(b) = \frac{2p_a a^2}{b^2 - a^2},$$

$$\sigma_{rr} + \sigma_{\theta\theta} \approx \frac{p_a D}{2} \left( 1 - 3 \frac{h}{D} \right), \quad \sigma_{rr} \left( a + \frac{h}{2} \right) \approx -\frac{p_a}{2} \left( 1 - 3 \frac{h}{D} \right), \quad \sigma_{\theta\theta} \left( a + \frac{h}{2} \right) \approx \frac{p_a D}{2} \left( 1 - 2 \frac{h}{D} \right),$$

$$\sigma_{\theta\theta}(a) \approx \frac{p_a D}{2} \left( 1 - \frac{h}{D} \right), \quad \sigma_{\theta\theta}(b) \approx \frac{p_a D}{2} \left( 1 - 3 \frac{h}{D} \right),$$

где  $\sigma_{rr}, \sigma_{\theta\theta}$  и  $\sigma_{r\theta}$  – радиальное, окружное (тангенциальное) и касательное напряжения.

Для «бесконечно» длинной трубы (рис. 2, а)  $\sigma_z = 0$ .

Для длинной трубы с «донышками» (длина трубы  $l \gg b$ ) (рис. 2, б)

$$\sigma_z = \frac{p_a a^2}{b^2 - a^2} = \frac{p_a D \left( 1 - 2 \frac{h}{D} \right)^2}{4h \left( 1 - \frac{h}{D} \right)} = \text{const} \approx \frac{p_a D}{4} \left( 1 - 3 \frac{h}{D} \right).$$

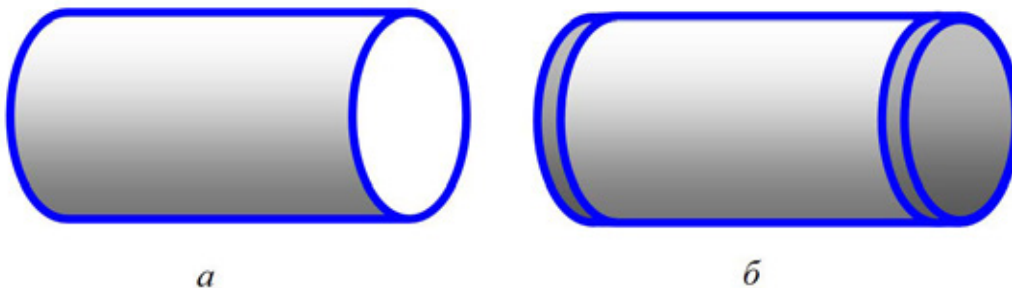


Рис. 2. Бесконечно длинная труба (а) и труба с «донышками» (б)

Компоненты тензора деформаций и обобщенный закон Гука имеют вид [6–8]

$$\varepsilon_{rr} = \frac{\partial u_r}{\partial r}, \quad \varepsilon_{\theta\theta} = \frac{u_r}{r}, \quad \varepsilon_{r\theta} = \frac{1}{2} \left( \frac{\partial u_\theta}{\partial r} - \frac{u_\theta}{r} \right);$$

$$\varepsilon_{rr} = \frac{1}{E} (\sigma_{rr} - \nu \sigma_{\theta\theta} - \nu \sigma_z), \quad \varepsilon_{\theta\theta} = \frac{1}{E} (\sigma_{\theta\theta} - \nu \sigma_{rr} - \nu \sigma_z), \quad \varepsilon_{r\theta} = \frac{(1 + \nu)}{E} \sigma_{r\theta} = 0,$$

где  $E$  – модуль Юнга,  $\nu$  – коэффициент Пуассона,  $u_r$  и  $u_\theta$  – радиальное и окружное перемещения точек стенки трубы.

Для бесконечно длинной трубы ( $\sigma_z = 0$ ) радиальное перемещение

$$u_r = r \varepsilon_{\theta\theta} = \frac{r}{E} (\sigma_{\theta\theta} - \nu \sigma_{rr}); \quad u_r(r) = \frac{p_a a^2}{E(b^2 - a^2)} \left( (1 - \nu)r + (1 + \nu) \frac{b^2}{r} \right);$$

$$u_r(a) = \frac{p_a a \left( (1 - \nu)a^2 + (1 + \nu)b^2 \right)}{E(b^2 - a^2)}; \quad u_r(b) = \frac{2p_a a^2 b}{E(b^2 - a^2)}, \quad u_r(a) \approx \frac{p_a D^2}{4Eh} \left( 1 + (-3 + 2\nu) \frac{h}{D} \right),$$

$$u_r\left(a + \frac{h}{2}\right) \approx \frac{p_a D^2}{4Eh} \left(1 + (-3 + \nu) \frac{h}{D}\right), \quad u_r(b) \approx \frac{p_a D^2}{4Eh} \left(1 - 3 \frac{h}{D}\right).$$

Для длинной трубы с «донышками» (длина трубы  $l \gg b$ )

$$\sigma_z = \frac{p_a a^2}{b^2 - a^2} = \text{const}; \quad u_r = r\varepsilon_{\theta\theta} = \frac{p_a a^2}{E(b^2 - a^2)} \left( (1 - 2\nu)r + (1 + \nu) \frac{b^2}{r} \right),$$

$$u_r = r\varepsilon_{\theta\theta} = \frac{p_a a^2}{E(b^2 - a^2)} \left( (1 - 2\nu)r + (1 + \nu) \frac{b^2}{r} \right),$$

$$u_r(a) \approx \frac{p_a D^2}{4Eh} \left( \left(1 - \frac{\nu}{2}\right) + \left(-3 + \frac{3\nu}{2}\right) \frac{h}{D} \right), \quad u_r\left(a + \frac{h}{2}\right) \approx \frac{p_a D^2}{4Eh} \left( \left(1 - \frac{\nu}{2}\right) + \left(-3 + \frac{\nu}{2}\right) \frac{h}{D} \right),$$

$$u_r(b) \approx \frac{p_a D^2}{4Eh} \left( \left(1 - \frac{\nu}{2}\right) + \left(-3 - \frac{\nu}{2}\right) \frac{h}{D} \right).$$

**Условия возникновения пластической деформации на внутренней поверхности трубы.** По *третьей теории прочности* (теории наибольших касательных напряжений) внутренняя поверхность трубы будет находиться в пластическом состоянии, если

$$\sigma_{\theta\theta}(a) - \sigma_{rr}(a) = \frac{2p_a b^2}{b^2 - a^2} \geq \sigma_T, \quad p_a^{\text{критич}} = \sigma_T \frac{(b^2 - a^2)}{2b^2} = 2\sigma_T \frac{h}{D} \left(1 - \frac{h}{D}\right),$$

где  $p_a^{\text{критич}}$  – критическое давление на внутренней поверхности трубы, где  $\sigma_T$  – предел текучести материала трубы.

Критические давления для трубы диаметром  $D = 1420$  мм с пределом текучести  $\sigma_T = 500$  МПа приведены в таблице 2.

Таблица 2 Критические давления трубы

h, мм	12	16	20	24	28	32	36	40	44
$p_a^{\text{критич}}$ , МПа	8,38	11,14	13,89	16,62	19,33	22,03	24,71	27,38	30,03
$p_a^{\text{критич}}$ , Бар	83,8	111,4	138,9	166,2	193,3	220,3	247,1	273,8	300,3
$p_a^{\text{критич}}$ , атм	82,7	109,9	137,0	164,0	190,8	217,4	243,9	270,2	296,3

Для бесконечно длинной трубы (гидроиспытания трубы на трассе) по *четвертой теории прочности* (энергетической теории прочности) внутренняя поверхность трубы будет находиться в пластическом состоянии, если выполняется критерий Мизеса:

$$(\sigma_{\theta\theta}(a) - \sigma_{rr}(a))^2 + \sigma_{\theta\theta}(a)^2 + \sigma_{rr}(a)^2 \geq 2\sigma_T^2,$$

$$\left(\frac{2p_a b^2}{b^2 - a^2}\right)^2 + \left(\frac{p_a(a^2 + b^2)}{b^2 - a^2}\right)^2 + p_a^2 \geq 2\sigma_T^2, \quad \frac{p_a^2}{(b^2 - a^2)^2} (3b^4 + a^4) \geq \sigma_T^2,$$

$$p_a^{\text{IV,критич}} = \sigma_T \frac{(b^2 - a^2)}{\sqrt{3b^4 + a^4}} = \sigma_T \frac{4}{\sqrt{3 + \left(1 - 2\frac{h}{D}\right)^4}} \frac{h}{D} \left(1 - \frac{h}{D}\right) \approx 2\sigma_T \frac{h}{D},$$

где  $p_a^{\text{IV,критич}}$  – критическое давление на внутренней поверхности «бесконечно» длинной трубы.

Критические давления для трубы диаметром  $D = 1420$  мм с пределом текучести  $\sigma_T = 500$  МПа приведены в таблице 3.

Таблица 3 Критические давления трубы

h, мм	12	16	20	24	28	32	36	40	44
$p_a^{\text{IV,критич}}$ , МПа	8,45	11,26	14,08	16,89	19,70	22,51	25,31	28,11	30,91
$p_a^{\text{IV,критич}}$ , Бар	84,5	112,6	140,8	168,9	197,0	225,1	253,1	281,1	309,1
$p_a^{\text{IV,критич}}$ , атм	83,4	111,2	138,9	166,7	194,4	222,1	249,8	277,4	305,1

Для трубы с доньшками (гидроиспытания трубы на заводе) по *четвертой теории прочности* (энергетической теории прочности) внутренняя поверхность трубы будет находиться в пластическом состоянии, если выполняется критерий Мизеса:

$$(\sigma_{\theta\theta}(a) - \sigma_{rr}(a))^2 + (\sigma_{\theta\theta}(a) - \sigma_z(a))^2 + (\sigma_{rr}(a) - \sigma_z(a))^2 \geq 2\sigma_T^2,$$

$$\left(\frac{2p_a b^2}{b^2 - a^2}\right)^2 + \left(\frac{p_a b^2}{b^2 - a^2}\right)^2 + \left(\frac{p_a b^2}{b^2 - a^2}\right)^2 \geq 2\sigma_T^2, \quad \frac{p_a b^2}{b^2 - a^2} \geq \frac{1}{\sqrt{3}}\sigma_T,$$

$$p_a^{IV, критич} = \frac{1}{\sqrt{3}}\sigma_T \frac{b^2 - a^2}{b^2} = \frac{4}{\sqrt{3}}\sigma_T \frac{h}{D} \left(1 - \frac{h}{D}\right) \approx 2,309 \sigma_T \frac{h}{D} \left(1 - \frac{h}{D}\right),$$

где  $p_a^{IV, критич}$  – критическое давление на внутренней поверхности трубы с доньшками.

Критические давления для трубы диаметром  $D = 1420$  мм с пределом текучести  $\sigma_T = 500$  МПа приведены в таблице 4.

Таблица 4 Критические давления трубы

$h, \text{ мм}$	12	16	20	24	28	32	36	40	44
$p_a^{IV, критич}, \text{ МПа}$	9,68	12,86	16,03	19,19	22,32	25,44	28,53	31,61	34,67
$p_a^{IV, критич}, \text{ Бар}$	96,8	128,6	160,3	191,9	223,2	254,4	285,3	316,1	346,7
$p_a^{IV, критич}, \text{ атм}$	95,5	127,0	158,2	189,4	220,3	251,0	281,6	312,0	342,2

Из четвертой теории прочности следует важный вывод, что при гидроиспытаниях на заводе (труба с доньшками) труба может выдержать большее внутреннее давление, чем при гидроиспытаниях той же трубы на трассе (труба без доньшек). Этот факт следует, учитывать при гидроиспытаниях магистральных трубопроводов.

**Предел пластического сопротивления трубы по теории Сен-Венана – Мизеса.** Условие пластичности по третьей теории прочности (теории наибольших касательных напряжений) имеет вид  $\sigma_{\theta\theta} - \sigma_{rr} = \sigma_T$ . Пусть труба находится в идеально пластическом состоянии (теория Сен-Венана – Мизеса, диаграмма Прандтля):

$$\sigma_{\theta\theta} - \sigma_{rr} = \sigma_T = \text{const.}$$

Уравнение равновесия трубы в радиальном направлении, граничные условия и решение задачи имеют вид [6–8]

$$r \frac{d\sigma_{rr}}{dr} = \sigma_{\theta\theta} - \sigma_{rr} = \sigma_T = \text{const}, \quad \sigma_{rr}(a) = -p_a, \quad \sigma_{rr}(b) = 0;$$

$$p_T = p_a = \sigma_T \ln \frac{b}{a} = \sigma_T \ln \frac{D}{d} = \sigma_T \ln \frac{D}{D-2h} = \sigma_T \ln \frac{1}{\left(1 - 2\frac{h}{D}\right)}, \quad p_T = p_a \approx 2\sigma_T \frac{h}{D} \left(1 + \frac{1}{2} \frac{h}{D}\right),$$

где  $p_T$  – предел пластического сопротивления трубы, нагруженной только внутренним давлением. При  $p_a < p_T$  наблюдается устойчивое упругопластическое равновесие трубы. При  $p_a \geq p_T$  равновесие трубы становится неустойчивым.

Предел пластического сопротивления для трубы диаметром  $D = 1420$  мм с пределом текучести  $\sigma_T = 500$  МПа приведен в таблице 5.

Таблица 5 Пластическое сопротивление трубы

$h, \text{ мм}$	12	16	20	24	28	32	36	40	44
$p_T, \text{ МПа}$	8,52	11,40	14,29	17,19	20,12	23,06	26,02	28,99	31,99
$p_T, \text{ Бар}$	85,2	114,0	142,9	171,9	201,2	230,6	260,2	289,9	319,9
$p_T, \text{ атм}$	84,1	112,5	141,0	169,7	198,5	227,6	256,8	286,1	315,7
$(p_T - p_a^{критич})/p_T, \%$	1,7	2,2	2,8	3,4	3,9	4,5	5,0	5,6	6,1

Из вышеприведенной таблицы видно, что предел пластического сопротивления трубы  $p_T$  мало отличается от критического давления  $p_a^{критич}$ , при котором внутренняя поверхность трубы переходит в пластическое состояние (отличие составляет менее 2–6 %).

**Упругопластическое состояние стенки толстостенной трубы.** Рассмотрим случай, когда внутреннее давление в трубе меньше предела пластического сопротивления трубы, но больше предела упругого сопротивления (рис. 3). В этом случае в поперечном сечении труба будет иметь две зоны: пластическую внутреннюю ( $a \leq r \leq c$ ,  $c = a + \Delta c$ ,  $\Delta c \ll a$ ) и упругую наружную ( $c < r \leq b$ ).

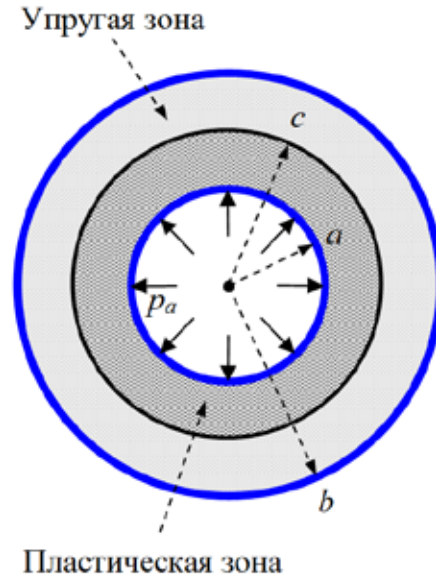


Рис. 3. Внутренняя пластическая и внешняя упругая зоны трубы

Уравнение для границы между упругой и пластической зонами имеет вид [6–8]

$$p_a = \sigma_T \left( \ln \left( \frac{b \cdot c}{a \cdot b} \right) - \frac{1}{2} \left( \frac{c}{b} \right)^2 + \frac{1}{2} \right).$$

Численно решив это нелинейное уравнение относительно  $c/b$ , найдем границу  $r = c$  между пластической и упругой зонами.

Из вышеполученных результатов следует, что разрушение стенки трубы под действием внутреннего давления начинается на внутренней поверхности трубы и далее распространяется в сторону внешней ее поверхности.

**Критерий разрыва стенки трубы по теории пластического течения.** По теории упругопластического течения деформацию элементов сплошной среды можно представить как сумму упругой деформации и пластической деформации (рис. 4). При этом упругая деформация подчиняется обобщенному закону Гука [7]:

$$\sigma_{ij} = 2G \left( \varepsilon_{ij} + \left( \frac{3K}{2G} - 1 \right) \varepsilon g_{ij} \right),$$

а пластическая деформация подчиняется теории Сен-Венана–Мизеса:

$$\dot{\varepsilon}_{ij} = \frac{3}{2} \frac{\dot{\varepsilon}_i}{\sigma_T} (\sigma_{ij} - \sigma g_{ij}),$$

где  $\sigma_{ij}$  – компоненты тензора напряжений,  $G$  – модуль сдвига,  $\varepsilon_{ij}$  – компоненты тензора деформаций,  $K$  – модуль объемного сжатия,  $\varepsilon$  – средняя деформация,  $g_{ij}$  – метрические коэффициенты,  $\dot{\varepsilon}_{ij}$  – компоненты тензора скоростей деформаций,  $\dot{\varepsilon}_i$  – интенсивность скоростей деформаций,  $\sigma$  – среднее напряжение.

В этом случае по третьей теории прочности разрушение внутренней поверхности трубы (значительное резкое уменьшение толщины стенки трубы и появление на внутренней поверхности трубы трещин, приводящих к разрыву трубы) начнется, когда максимальные касательные напряжения на ней достигнут предела прочности материала трубы  $\sigma_b$  (критерий разрыва трубы Шинкина):

$$\sigma_{\theta\theta}(a) - \sigma_{rr}(a) = \frac{2p_a b^2}{b^2 - a^2} \geq \sigma_b, \quad p_{sh}^{разрыва} = \sigma_b \frac{(b^2 - a^2)}{2b^2} = 2\sigma_b \frac{h}{D} \left( 1 - \frac{h}{D} \right).$$

Давления разрыва для трубы диаметром  $D = 1420$  мм с пределом текучести  $\sigma_b = 600$  МПа приведены в таблице 6.

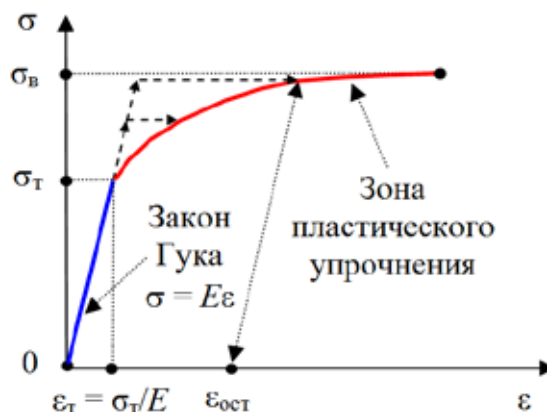


Рис. 4. Реологическая модель упругопластической среды и ее аппроксимация по теории пластического течения (пунктирные линии)

Таблица 6 Давление разрыва трубы

<i>h</i> , мм	12	16	20	24	28	32	36	40
$p_{sh}^{разрыва}$ , МПа	10,06	13,37	16,66	19,94	23,20	26,43	29,65	32,85
$p_{sh}^{разрыва}$ , Бар	100,6	133,7	166,6	199,4	232,0	264,3	296,5	328,5
$p_{sh}^{разрыва}$ , атм	99,2	131,9	164,5	196,8	228,9	260,9	292,6	324,2
$p_T$ ( $\sigma_T = 500$ МПа), атм	84,1	112,5	141,0	169,7	198,5	227,6	256,8	286,1
$p_{sh}^{разрыва} - p_T$ , атм	15,1	19,4	23,5	27,1	30,4	33,3	35,8	38,1
$(p_{sh}^{разрыва} - p_T) / p_{sh}^{разрыва}$ , %	15,2	14,7	14,3	13,8	13,3	12,8	12,2	11,8

Из вышеприведенной таблицы следует, что предел пластического сопротивления трубы дает заниженную оценку критического давления (на 11–15% или на 15–40 атм ниже), при котором реально разрушается труба. Это объясняется тем фактом, что реально стенка трубы при внутреннем давлении  $p_a = p_T$  находится не в идеально пластическом состоянии (диаграмма Прандтля, теория Сен-Венана – Мизеса), как предполагается при выводе предела пластического сопротивления трубы  $p_T$ , а в упругопластическом состоянии. Поэтому при  $p_a = p_T$  упругие составляющие упругопластической деформации стенки трубы не дают ей разрушиться. Реальное разрушение трубы происходит при несколько больших внутренних давлениях трубы  $p_a$ , когда максимальные касательные напряжения на внутренней поверхности трубы достигают предела прочности материала трубы  $\sigma_T$ .

**Заключение.** Предложена модель пластического формоизменения толстостенной трубы большого диаметра при гидроиспытаниях, которая позволяет производить расчет основных технологических параметров до и после распруживания трубы в зависимости от геометрических размеров и механических свойств материала трубы. Результаты исследования могут быть использованы при разработке технологических режимов и успешного освоения технологии производства стальных труб большого диаметра до 1420 мм, толщиной стенки до 40 мм и длиной до 18,3 м, которые применяются для строительства современных магистральных трубопроводов [62–65].

Литература:

1. Шевакин, Ю. Ф., Глейберг А. З. Производство труб. — М.: Металлургия, 1968. — 440 с.
2. Виноградов, А. Г. Трубное производство. — М.: Металлургия, 1981. — с. 344.
3. Потапов, И. Н., Коликов А. П., Данченко В. Н. и др. // Технология производства труб. — М.: Металлургия, 1994. — с. 528.
4. Шевакин, Ю. Ф., Коликов А. П., Райков Ю. Н. Производство труб. — М.: Интермет Инжиниринг, 2005. — 568 с.
5. Осадчий, В. Я., Вавилин А. С., Зимовец В. Г., Коликов А. П. Технология и оборудование трубного производства. — М.: Интермет Инжиниринг, 2007. — 560 с.
6. Шинкин, В. Н. Сопротивление материалов для металлургов. — М: Изд. Дом МИСиС, 2013. — 655 с.
7. Шинкин, В. Н. Механика сплошных сред для металлургов. — М: Изд. Дом МИСиС, 2014. — 628 с.
8. Шинкин, В. Н. Сопротивление материалов. Простые и сложные виды деформаций в металлургии. — М: Изд. Дом МИСиС, 2008. — 307 с.

9. Шинкин, В. Н. Теоретическая механика для металлургов. — М: Изд. Дом МИСиС, 2012. — 679 с.
10. Буланов, Э. А., Шинкин В. Н. Механика. Вводный курс. — М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2013. — 172 с.
11. Шинкин, В. Н. Подгибка кромок стального листа по эвольвенте // Молодой ученый. 2015. № 18 (98). с. 231–237.
12. Шинкин, В. Н. Остаточные напряжения при экспандировании стальной трубы // Молодой ученый. 2015. № 20 (100). с. 88–93.
13. Шинкин, В. Н. Математическая модель правки стальной полосы на пятироликовой листопрямильной машине фирмы Fagor Arrasate // Молодой ученый. 2015. № 8 (88). с. 344–349.
14. Шинкин, В. Н. Правка толстой стальной полосы на одиннадцатироликовой листопрямильной машине линии поперечной резки фирмы Fagor Arrasate // Молодой ученый. 2015. № 9 (89). с. 359–365.
15. Шинкин, В. Н. Расчет технологических параметров правки тонкой стальной полосы на пятнадцатироликовой листопрямильной машине фирмы Fagor Arrasate // Молодой ученый. 2015. № 10 (90). с. 361–366.
16. Шинкин, В. Н. Холодная правка толстого стального листа на девятироликовой машине фирмы SMS Siemag на металлургическом комплексе стан 5000 // Молодой ученый. 2015. № 11 (91). с. 467–472.
17. Шинкин, В. Н. Четырехроликовый режим холодной правки толстого стального листа на пятироликовой листопрямильной машине фирмы Fagor Arrasate // Молодой ученый. 2015. № 12 (92). с. 356–361.
18. Шинкин, В. Н. Упругопластическая деформация металлического листа на трехвалковых вальцах // Молодой ученый. 2015. № 13 (93). с. 225–229.
19. Шинкин, В. Н. Шестироликовый режим предварительной правки стальной полосы на листопрямильной машине фирмы Fagor Arrasate // Молодой ученый. 2015. № 14 (94). с. 205–211.
20. Шинкин, В. Н. Гофр продольной кромки листа при его формовке на кромкогибочном прессе // Машиностроение и безопасность жизнедеятельности. 2009. Вып. 6. с. 171–174.
21. Шинкин, В. Н., Уандыкова С. К. Гибка стальной листовой заготовки на кромкогибочном прессе при производстве труб большого диаметра // Известия Кыргызского государственного технического университета им. И. Раззакова. 2009. № 16. с. 110–112.
22. Шинкин, В. Н., Коликов А. П. Моделирование процесса формовки заготовки для труб большого диаметра // Сталь. 2011. № 1. с. 54–58.
23. Шинкин, В. Н., Коликов А. П. Моделирование процесса пластического формоизменения листовой заготовки для производства труб большого диаметра // Обработка металлов давлением, 2011. № 3 (28). с. 7–11.
24. Шинкин, В. Н., Коликов А. П. Формовка листовой заготовки в кромкогибочном прессе и условие возникновения гофра при производстве труб магистральных трубопроводов // Производство проката. 2011. № 4. с. 14–22.
25. Шинкин, В. Н. Математическое моделирование процессов производства труб большого диаметра для магистральных трубопроводов // Вестник Саратовского государственного технического университета. 2011. № 4 (62). Вып. 4. с. 69–74.
26. Шинкин, В. Н., Коликов А. П. Упругопластическое формоизменение металла на кромкогибочном прессе при формовке труб большого диаметра // Сталь. 2011. № 6. с. 53–56.
27. Шинкин, В. Н., Коликов А. П. Модель пластического формоизменения кромок листовой заготовки при производстве труб большого диаметра для магистральных трубопроводов // Известия вузов. Черная металлургия. 2011. № 9. с. 45–49.
28. Шинкин, В. Н., Коликов А. П. Моделирование процессов экспандирования и гидроиспытания труб большого диаметра для магистральных трубопроводов // Производство проката. 2011. № 10. с. 12–19.
29. Шинкин, В. Н., Коликов А. П., Барыков А. М. Технологические расчеты процессов производства труб большого диаметра по технологии SMS Meer // Металлург. 2011. № 11. с. 77–81.
30. Shinkin, V. N., Kolikov A. P. Simulation of the shaping of blanks for large-diameter pipe // Steel in Translation. 2011. Vol. 41. No. 1. P. 61–66.
31. Shinkin, V. N., Kolikov A. P. Elastoplastic shaping of metal in an edge-ending press in the manufacture of large-diameter pipe // Steel in Translation. 2011. Vol. 41. No. 6. P. 528–531.
32. Шинкин, В. Н., Коликов А. П., Мокроусов В. И. Расчет максимальных напряжений в стенке трубы при экспандировании с учетом остаточных напряжений заготовки после трубоформовочного пресса SMS Meer // Производство проката. 2012. № 7. с. 25–29.
33. Шинкин, В. Н. Критерий перегиба в обратную сторону свободной части листовой заготовки на трубоформовочном прессе SMS Meer при производстве труб большого диаметра // Производство проката. 2012. № 9. с. 21–26.
34. Shinkin, V. N., Kolikov A. P. Engineering calculations for processes involved in the production of large-diameter pipes by the SMS Meer technology // Metallurgist. 2012. Vol. 55. Nos. 11–12. P. 833–840.

35. Шинкин, В. Н., Барыков А. М. Расчет формы трубной заготовки при гибке на кромкогибочном и трубоформовочном прессах фирмы SMS Meeg при производстве труб большого диаметра по схеме JCOE // Производство проката. 2014. № 12. с. 13–20.
36. Шинкин, В. Н., Барыков А. М. Гибка стального листа на трубоформовочном прессе при производстве труб большого диаметра // Сталь. 2015. № 4. с. 38–42.
37. Шинкин, В. Н. Производство труб большого диаметра по схеме JCOE фирмы SMS Meeg для магистральных трубопроводов // Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук. 2015. № 3–1. с. 64–67.
38. Шинкин, В. Н. Расчет технологических параметров кромкогибочного пресса фирмы SMS Meeg // Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук. 2015. № 4–1. с. 114–119.
39. Шинкин, В. Н. Математический критерий возникновения гофра при формовке стальной листовой заготовки на кромкогибочном прессе SMS Meeg // Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук. 2015. № 5–1. с. 96–99.
40. Шинкин, В. Н. Расчет усилий трубоформовочного пресса SMS Meeg при изгибе плоской толстой стальной заготовки при производстве труб большого диаметра // Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук. 2015. № 6–1. с. 115–118.
41. Шинкин, В. Н. Оценка усилий трубоформовочного пресса SMS Meeg при изгибе стальной цилиндрической заготовки // Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук. 2015. № 7–1. с. 74–78.
42. Шинкин, В. Н., Барыков А. М. Сила давления пуансона трубоформовочного пресса SMS Meeg при изгибе частично изогнутой толстой стальной заготовки // Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук. 2015. № 8–1. с. 78–83.
43. Шинкин, В. Н., Барыков А. М. Математический критерий перегиба стальной заготовки на трубоформовочном прессе SMS Meeg // Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук. 2015. № 9–1. с. 73–77.
44. Шинкин, В. Н. Влияние остаточных напряжений на прочность металла при экспандировании стальной заготовки // Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук. 2015. № 10–1.
45. Шинкин, В. Н., Барыков А. М. Правка толстой стальной полосы на пятироликовой листопрямильной машине // Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук. 2015. № 11–1.
46. Шинкин, В. Н. Расчет кривизны стального листа при холодной правке на одиннадцатироликовой машине // Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук. 2015. № 12–1.
47. Шинкин, В. Н., Федотов О. В. Расчет технологических параметров правки стальной горячекатаной рулонной полосы на пятироликовой машине линии поперечной резки фирмы Fagor Arrasate // Производство проката. 2013. № 9. с. 43–48.
48. Шинкин, В. Н., Барыков А. М. Расчет технологических параметров холодной правки стального листа на девятироликовой машине SMS Siemag металлургического комплекса стан 5000 // Производство проката. 2014. № 5. с. 7–15.
49. Шинкин, В. Н. Расчет технологических параметров правки стального листа на одиннадцатироликовой листопрямильной машине линии поперечной резки фирмы Fagor Arrasate // Производство проката. 2014. № 8. с. 26–34.
50. Шинкин, В. Н., Борисевич В. Г., Федотов О. В. Холодная правка стального листа в четырехроликовой листопрямильной машине // В сборнике: Глобализация науки: проблемы и перспективы. Том 2. — Уфа: Башкирский государственный университет, 2014. — с. 119–121.
51. Шинкин, В. Н. Математическая модель правки тонкого стального листа на пятнадцатироликовой листопрямильной машине линии поперечной резки фирмы Fagor Arrasate // Производство проката. 2015. № 1. с. 42–48.
52. Шинкин, В. Н., Барыков А. М., Коликов А. П., Мокроусов В. И. Критерий разрушения труб большого диаметра при несплавлении сварного соединения и внутреннем давлении // Производство проката. 2012. № 2. с. 14–16.
53. Шинкин, В. Н. Оценка критических давлений при разрушении стальных труб магистральных газонефтепроводов при несплавлении сварного соединения // Современная наука: актуальные проблемы теории и практики. Серия: Естественные и технические науки. 2015. № 5–6. с. 7–11.
54. Шинкин, В. Н. Дефект перегиба стальной заготовки на трубоформовочном прессе // Молодой ученый. 2015. № 17 (97). с. 318–323.
55. Шинкин, В. Н. Критерий образования гофра при формовке стального листа на кромкогибочном прессе SMS Meeg // Молодой ученый. 2015. № 19 (99). с. 238–243.
56. Шинкин, В. Н. Определение критических давлений магистральных газонефтепроводов при частичном несплавлении продольного сварного шва стальных толстостенных труб // Молодой ученый. 2015. № 15 (95). с. 222–227.
57. Шинкин, В. Н. Критерий разрушения труб при дефекте раскатной пригар // Молодой ученый. 2015. № 16 (96). с. 261–265.

58. Шинкин, В. Н. Разрушение стальных труб при дефекте «раскатанный пригар с риской» // Молодой ученый. 2015. № 22 (102).
59. Мокроусов, В. И. К вопросу о разрушении стальных труб большого диаметра при дефекте риска на внешней поверхности трубы // Молодой ученый. 2015. № 18 (98). с. 168–172.
60. Мокроусов, В. И. Влияние на прочность стальных толстостенных труб дефекта риска на внутренней поверхности // Молодой ученый. 2015. № 19 (99). с. 148–153.
61. Мокроусов, В. И. Прочность стальных труб при дефекте внешней фаски продольного сварного шва // Молодой ученый. 2015. № 20 (100). с. 44–49.
62. Мазур, И. И., Иванцов О. М. Безопасность трубопроводных систем. — М: ИЦ «ЕЛИМА», 2004. — 1104 с.
63. Демченко, В. Г., Демченко Г. В. Магистральные трубопроводы. Надежность. Условия работы и разрушений. — М.: Недра, 2007. — 304 с.
64. Коршак, А. А., Нечваль А. М. Проектирование и эксплуатация газонефтепроводов. — СПб.: Недра, 2008. — 488 с.
65. Тетельмин, В. В., Язев В. А. Магистральные нефтегазопроводы. — Долгопрудный: Изд. Дом «Интеллект», 2010. — 352 с.

## Управление мощностью в системах электроснабжения

Шойимова Солиха Пардаевна, ассистент

Бухарский инженерно-технологический институт (Узбекистан)

*В статье рассмотрены проблемы неустойчивости электроснабжения, пути компенсации мощности электроснабжения, особенности установок реактивной мощности и возникающие проблемы установок.*

**Ключевые слова:** электроэнергия, характеристики энергии, мощность энергии, электроснабжение, реактивная мощность.

Важнейшей задачей в электрических сетях является уменьшение потерь электроэнергии. Одним из способов энергосбережения является компенсация реактивной мощности (КРМ). Для повышения эффективности использования электрической энергии с целью минимизации потерь в условиях ограничений на максимальную потребляемую мощность большая роль отводится новым техническим средствам, позволяющим улучшить энергетические характеристики: повысить  $\cos(\varphi)$  до заданных значений и уменьшить содержание гармоник в питающем напряжении. Одним из мероприятий по компенсации реактивной мощности является подключение к устройству с постоянной нагрузкой компенсирующего конденсатора соответствующей мощности, включаемого одновременно устройством. В остальных случаях рекомендуется использовать автоматические конденсаторные установки. Компенсацию реактивной мощности в полной мере можно отнести к энергосберегающим технологиям. Повышение  $\cos(\varphi)$  позволяет уменьшить потребление из сети реактивной энергии и увеличить за счет разгрузки по мощности срок службы оборудования. Необходимо поддерживать  $\cos(\varphi)$  в диапазоне 0,90,95 для того, чтобы избежать платежей за потребление реактивной мощности, снизить нагрузку на кабели и трансформаторы и в тоже время застраховаться от перекомпенсации, возможной при  $\cos(\varphi) = 0,97$  и выше. Более того, при повышении  $\cos(\varphi)$  от 0,9 до 0,99 полный ток уменьшается

всего на 3%, а мощность конденсаторной установки, необходимой для этого, увеличивается в 2 раза, ее стоимость в 1,5 раза, что экономически нецелесообразно [1]. Компенсация реактивной мощности может быть общей (централизованной) и индивидуальной. Индивидуальная компенсация — компенсация реактивной мощности каждой нагрузки отдельно (например, на клеммах двигателя). Индивидуальная компенсация — это более простое техническое решение. Конденсатор подбирается по мощности и  $\cos(\varphi)$  двигателя, поэтому реактивная мощность двигателя компенсируется постоянно в течение всего дня,  $\cos(\varphi)$  достаточно высок. Дополнительное преимущество индивидуальной компенсации реактивной мощности заключается в том, что затраты на нее самые низкие. Общая (централизованная) компенсация — компенсация реактивной мощности с помощью одной конденсаторной установки, устанавливаемой на КТП или в составе главного распределительного щита (ГРЩ).

Индивидуальная компенсация становится очень дорогим решением при большом количестве оборудования и, соответственно, большом числе устанавливаемых конденсаторов. Большинство этих конденсаторов не будут задействованы долгий период времени. Индивидуальная компенсация наиболее эффективна, когда большая часть реактивной мощности генерируется небольшим числом нагрузок, потребляющих наибольшую мощность доста-



точно длительный период времени. Централизованная компенсация применяется там, где нагрузка перемещается между разными потребителями в течение дня [2]. При этом потребление реактивной мощности в течение дня меняется, поэтому использование автоматических конденсаторных установок предпочтительнее, чем нерегулируемых. Из-за постоянного роста тарифов на электроэнергию, компенсация реактивной мощности все чаще становится обычным явлением. В большинстве случаев стоимость оборудования по компенсации реактивной мощности окупается в течение нескольких месяцев. Можно назвать следующие технико-экономические преимущества установки конденсаторной батареи: уменьшение потерь в электрической сети и в трансформаторах, вследствие уменьшения потребляемого тока; уменьшение просадок напряжения в электрических линиях; уменьшение расчетной мощности системы. Использование конденсаторных установок для компенсации реактивной мощности позволяет: разгрузить питающие линии электропередачи, трансформаторы и распределительные устройства; снизить расходы на оплату электроэнергии; при использовании определенного типа установок снизить уровень высших гармоник; подавить сетевые помехи, снизить несимметрию фаз; сделать распределительные сети более надежными и экономичными. Зачем внедрять системы КРМ?

Наличие в электросети реактивной мощности снижает качество электроэнергии, а именно: приводит к потерям мощности в электрических линиях, к перепадам напряжения в электрических линиях, необходимости завышения мощности силовых трансформаторов и сечения кабелей, просадкам напряжения в электросети. Также имеет место увеличение платы за электроэнергию, что само по себе является серьезной проблемой, которая

приводит к дополнительным финансовым затратам. Применение установок компенсации реактивной мощности (УКРМ) позволяет снизить объем потребляемой реактивной мощности, добиться энергосбережения и экономического эффекта, а это в свою очередь дает возможность использования сэкономленных денежных средств на улучшение и обновление необходимого промышленного оборудования [1].

Проблемы, возникающие вследствие эксплуатации УКРМ:

1. Гармонические искажения. В сетях электроснабжения из-за нелинейности нагрузки возникают высшие гармоники, которые являются ключевой причиной выхода из строя «конденсаторных установок». Самыми опасными считаются — 3-я; 5-я; 7-я; 9-я и 12-я высшие гармоники.

2. Резонанс. Резонанс — явление, возникающее на определенной частоте, когда индуктивная и ёмкостная составляющие системы уравновешены, что позволяет энергии циркулировать между магнитным полем индуктивного элемента и электрическим полем конденсатора.

3. Перекос фаз. Менее заметным, но немало важным фактором влияния на долговечность работы УКРМ является перекас фаз. Перекас фаз это несимметрия токов и напряжения, явление при котором амплитуды фазных напряжений 0А, 0В и 0С не равны между собой и сдвинуты друг относительно друга [2].

Прежде чем приступать к внедрению конденсаторных установок для компенсации реактивной мощности на предприятии, а также фильтров гармоник необходимо провести всесторонние измерения параметров сети: активную реактивную, полную мощность, величину и уровни гармоник тока и напряжения, провалы и перенапряжения в линии, фликкеры.

#### Литература:

1. Бирюлин, В. И., Хорошилов Н. В., Ларин О. М., Горлов А. Н Перспективы экономии электроэнергии в осветительных системах. Энергобезопасность и энергосбережение. 2010. № 3. с. 11—13.
2. Сибиркин, Ю. Д. Технология энергосбережения. — Москва: Форум, 2012 г. — 234 с. 3. Примакова, Л. В., Энергосбережение в сфере ЖКХ. — Москва: Форум, 2011 г. — 508 с.

## Потери электроэнергии и способы борьбы с ними

Шойимова Солиха Пардаевна, ассистент  
Бухарский инженерно-технологический институт (Узбекистан)

*В статье представлены основные проблемы электроэнергетики, такие как потери электрической энергии. Проведён анализ источников потерь в электрических сетях.*

**Ключевые слова:** электроэнергия, электрическая сеть, источники энергии, нагрузки сети, мощность энергии.

Электрическая энергия является единственным видом продукции, для перемещения которого от мест производства до мест потребления не используются другие ресурсы. Для этого расходуется часть самой передаваемой электроэнергии, поэтому ее потери неизбежны, задача состоит в определении их экономически обоснованного уровня. Снижение потерь электроэнергии в электрических сетях до этого уровня одно из важных направлений энергосбережения [1]. Рост потерь энергии в электрических сетях определен действием вполне объективных закономерностей в развитии всей энергетики в целом. Основными из них являются: тенденция к концентрации производства электроэнергии на крупных электростанциях; непрерывный рост нагрузок электрических сетей, связанный с естественным ростом нагрузок потребителей и отставанием темпов прироста пропускной способности сети от темпов прироста потребления электроэнергии и генерирующих мощностей. Потери электроэнергии в электрических сетях являются экономическим показателем состояния сетей. По мнению международных экспертов, в области энергетики относительные потери электроэнергии при ее передаче в электрических сетях не должны превышать 4%. Потери электроэнергии на уровне 10% можно считать максимально допустимыми [2]. На основании уровня потерь электроэнергии можно сделать выводы о необходимости и объеме внедрения энергосберегающих мероприятий. Фактические потери определяют как разность электроэнергии, поступившей в сеть отпущенной из сети потребителям, их можно разделить на три составляющие: 1) технические потери электроэнергии, обусловленные физическими процессами в проводах и электрооборудовании, происходящими при передаче электроэнергии по электрическим сетям, включают в себя расход электроэнергии на собственные нужды подстанций; 2) потери электроэнергии, обусловленные погрешностью системы учета, как правило, представляют недоучет электроэнергии, обусловленный техническими характеристиками и режимами работы приборов учета электроэнергии на объекте; 3) коммерческие потери, обусловленные несанкционированным отбором мощности электроэнергии, несоответствием оплаты за электроэнергию бытовыми потребителями показаниям счетчиков и другими причинами в сфере организации контроля за потреблением энергии. Коммерческие потери не имеют самостоятельного матема-

тического описания и, как следствие, не могут быть рассчитаны автономно. Их значение определяют как разницу между фактическими потерями и суммой первых двух составляющих, представляющих собой технологические потери. Потери электроэнергии в сетях определяются тремя основными факторами [1]: 1. За счёт погрешности изменений фактически отпущенной в сеть энергии и полезно отпущенной электроэнергии для потребителей. 2. За счёт занижения полезного отпуска в результате технических потерь. 3. За счёт неучтённых подключений потребителей (в частности, хищений электроэнергии). Высокие потери электроэнергии в сетях, как правило, говорят либо о каких-либо накапливающихся проблемах сетей электропередачи, либо о неэффективной работе оборудования. По сути, любые потери электроэнергии в сетях, выходящие за рамки некой минимальной планки — это сигнал для специалиста, означающий, что требуется реконструировать или же технически переоснащать имеющийся комплекс. Если уровень потерь электроэнергии слишком высок, это говорит об очевидных проблемах, связанных со следующими вопросами: 1. Медленное развитие электросети; 2. Устаревшее техническое оборудование; 3. Несовершенство методов управления сетью; 4. Несовершенство методов учета электроэнергии; 5. Неэффективность процесса сбора платы за поставляемую электроэнергию. Разумеется, в идеальном состоянии потери электроэнергии в сетях должны полностью отсутствовать, однако всегда существуют невозполнимые технические потери (из-за физических процессов передачи электроэнергии, её трансформации и распределения), определяемые расчётом с некоторой погрешностью [2]. В случае, если погрешность высока, как правило, такая сеть малоэффективна, так как вызывает высокие коммерческие потери.

Способы борьбы с потерями: Первый способ основан на снижении сопротивления нулевого провода. Как известно ток течет по двум проводам: нулевому и фазному. Если увеличение сечения фазного провода достаточно затратное (стоимость меди или алюминия плюс работы по демонтажу и монтажу), то сопротивление нулевого провода можно уменьшить достаточно просто и очень дешево. Этот способ использовался с момента прокладки первых линий электропередач, но в настоящее время часто не используется. Заключается он в повторном заземлении нулевого провода

на каждом столбе электролинии или (и) на каждой нагрузке. В этом случае параллельно сопротивлению нулевого провода подключается сопротивление земли между нулем трансформатора подстанции и нулем потребителя. Второй простейший способ тоже основан на снижении сопротивления. Только в этом случае необходимо проверять оба провода ноль и фазу. В процессе эксплуатации воздушных линий из-за обрыва проводов образуются места локального повышения сопротивления — скрутки, сrostки и т.д. В процессе работы в этих местах происходит локальный разогрев и дальнейшая деградация провода, грозящая разрывом. Такие места видны ночью из-за искрения и свечения. Необходимо периодически визуально проверять электролинию и заменять особо плохие ее отрезки или линию целиком. Для ремонта лучше всего применить самонесущие алюминиевые изолированные кабели СИП. Они называются самонесущими, т.к. не требуют стального троса для подвески и не рвутся под тяжестью снега и льда. Такие кабели долговечны, есть специальные аксессуары для легкого и удобного крепления их к столбам и зданиям. Третьим способом является замена отслу-

жившей воздушной линии на новую. 4. Способ основан на применении специальных стабилизаторов напряжения на входе в дом или другой объект. Такие стабилизаторы бывают как однофазного, так и трехфазного типа. Они увеличивают  $\cos \varphi$  и обеспечивают стабилизацию напряжения на выходе в пределах  $\pm 5\%$ , при изменении напряжения на входе  $\pm 30\%$ . Их мощностной ряд может быть от сотен Вт до сотен кВт [1]. 5. Способ компенсации потерь электроэнергии. Это способ использования устройств компенсации реактивной мощности. Если нагрузка индуктивная, например, различные электромоторы, то это конденсаторы, если емкостная, то это специальные индуктивности. Самым эффективным решением является вынос электросчетчика из здания и установка его на опоре линии электропередачи в специальном герметичном боксе. В этом же боксе устанавливаются вводный автомат с пожарным УЗО и разрядники защиты от перенапряжений. Этот способ снижения потерь за счет использования трехфазного подключения. При таком подключении снижаются токи по каждой фазе, а, следовательно, потери в линии и можно равномерно распределить нагрузку.

#### Литература:

1. Артемьев, А.В., Савченко О.В. Расчет, анализ и нормирование потерь электроэнергии в электрических сетях: Руководство для практических расчетов. — М.: Изд-во НИЦ ЭНАС, 2004. — с. 280.: ил.
2. Железко, Ю.С. Потери электроэнергии. Реактивная мощность. Качество электроэнергии: Руководство для практических расчетов. — М.: ЭНАС, 2009. — с. 456.

## Мониторинг железобетонных конструкций на основе неразрушающих испытаний бетона

Якубовский Роман Юрьевич, директор;  
Буланов Илья Александрович, начальник отдела  
ООО «РСФ «Высота»

Олипер Игорь Александрович, директор  
ООО «Стиль-Транс»

Клепикова Наталья Анатольевна, начальник отдела экспертизы;  
Казakov Александр Александрович, ведущий инженер  
ООО «ИЦ «АЭ-системы»

*В статье рассматриваются современные методы неразрушающего контроля, используемые при оценке прочности бетона и железобетонных конструкций. Отмечается, что бетон является самым древним и самым широко используемым строительным материалом. Важно отметить, что современные методики часто комбинируются, что позволяет оптимизировать результаты оценочных испытаний.*

**Ключевые слова:** бетон, железобетонные конструкции, механические методы, градуировочная зависимость.

## Monitoring of reinforced concrete structures on the basis of non-destructive testing of concrete

Yakubovski Roman Yurievich, director;  
Bulanov Ilya Aleksandrovich, head of the department  
ООО «RSF «Height»

Oliper Igor Aleksandrovich, director  
ООО «Style-Trans»

Klepikova Nataly Anatolevna, head of the department;  
Kazakov Alexander Aleksandrovich, chief engineer  
ООО «ИЦ» AE system»

*The article deals with modern NDT methods used in assessing the strength of concrete and reinforced concrete structures. It is noted that concrete is the oldest and most widely used building material. It is important to note that modern techniques are often combined to optimize the results of benchmark tests.*

**Keywords:** concrete, reinforced concrete structures, mechanical methods, the calibration dependence.

Бетон является самым распространенным строительным материалом, который используется в инженерных сооружениях, а соответственно его надежность является объективной необходимостью. Обеспечение безопасности требует постоянного контроля. Неразрушающий метод контроля дефектности и прочности бетона по параметрам электрического отклика на упругое ударное воздействие является эффективным средством осуществления мониторинга.

Метод неразрушающего контроля, регламентирован ГОСТ 16504–81 «Испытания и контроль качества продукции» [1]. Согласно ГОСТ 22690–88 прочность бетона определяется механическими методами НК [2] по предварительно установленным градуировочным зависимостям между прочностью контрольных бетонных образцов по ГОСТ 10180 [3] и косвенным характеристикам проч-

ности, выдаваемыми прибором. На момент выхода ГОСТ 22690–88 для проведения неразрушающего контроля механическими методами применялись приборы, не имеющие электронно-вычислительных процессоров. Практика неразрушающих испытаний бетона показывает, что даже строгое следование нормативным методикам построения градуировочных зависимостей не гарантирует адекватности результатам прессовых испытаний изъятых из массива образцов [4].

Современные приборы по неразрушающему контролю, в большинстве своем, снабжены электронно-вычислительными процессорами, выполняющими функции настройки перед измерениями, обработки результатов измерения, хранения результатов измерения в памяти прибора.

Основная проблема неразрушающих испытаний бетона конструкций заключается в том, что измерительные

процессы известных неразрушающих методов испытания прочности бетона не являются адекватными напряженно-деформированному состоянию бетона в зоне контроля ни друг другу, ни процессу прессового испытания бетонного образца на одноосное сжатие. Распространение неразрушающего контроля бетона в конструкциях и накопленная статистика результатов испытаний заставляет обратить особое внимание на используемые методы испытаний и принятые оценочные критерии.

Косвенные параметры неразрушающих методов испытаний в разной степени подвержены влиянию изменений физико-механических свойств контролируемого бетона. Это значит, что оценки прочности неразрушающими методами будут зависеть не только от фактической прочности бетона (определяемой прессовыми испытаниями образцов), но и от других его характеристик: модуля упругости, динамической вязкости, структурной неоднородности и др. Безусловно, вариации физико-механических свойств бетона оказывают влияние и на результаты метода прессовых испытаний. Но поскольку этот метод принят в качестве эталонного, то его результат рассматривается как «истинная» оценка прочности бетона, а все остальные методы должны на нее «равняться». Другой специфичной проблемой в практике неразрушающего контроля железобетонных конструкций является обоснование выбора критериев соответствия фактической прочности бетона нормативным показателям.

Качество железобетонных изделий устанавливают на основании результатов контрольных испытаний нагружением до разрушения в соответствии с требованиями нормативных документов и рабочей документации. В процессе испытаний контролируются: деформации в середине пролета, момент образования и ширина раскрытия трещин в растянутой зоне бетона, разрушающая нагрузка.

Фактические параметры качества конструкций сравнивают с их контрольными значениями и гарантируется величина расчетной нагрузки, которая приводится в рабочих чертежах на изготовление и, как правило, указывается в маркировке изделия. Однако деформации конструкций в составе здания с учетом их совместной работы отличается от расчетных схем нагружения, а в процессе длительной эксплуатации изменяются физико-механические характеристики материалов бетона и стали, порой теряется проектная документация, исполнительные схемы, изменяются требования нормативных документов с их переизданием.

Определение фактических параметров качества становится актуальной задачей при реконструкции эксплуатируемых зданий, изменения их назначения и особенно с увеличением эксплуатационных нагрузок, включая разработку способа усиления конструкций при неизвестных текущих значений параметров их качества. Косвенными методами неразрушающего контроля можно опреде-

лить механические характеристики материалов и выполнить поверочный расчет согласно требованиям нормативной литературы на обследование конструкций, однако история воздействий постоянных и временных нагрузок и соответственно накопившиеся деформации остаются неизвестными. Разработка методов определения прочности бетонных изделий и конструкций на сжатие, без значительной потери точности измерений является актуальной задачей.

В РФ стандартизованы следующие методы механического поверхностного действия: метод упругого отскока, метод ударного импульса, метод пластической деформации, метод скола, отрыва диска и отрыва со скалыванием.

Сущность методов заключается в следующем: боек имеющий сферическую поверхность ударника, под действием пружины выбрасывается и ударяется о поверхность бетона, при этом вся энергия удара (не считая тепловых потерь) расходуется на упругие и пластические деформации бетона.

Для измерения силы  $F$  и времени действия удара в конструкции бойка приборов, реализующих метод ударного импульса, включают электромеханический преобразователь (пьезоэлектрический или магнитострикционный), который механическую энергию удара преобразует в электрический импульс. Амплитуда  $A$  электрического импульса будет пропорциональна силе  $F$ , а время  $t$  пропорционально длительности действия удара. Следовательно, амплитуда  $A$  и время  $t$  могут служить косвенными характеристиками прочности бетона на основе зависимости  $f(A/t)$ .

Конструкция приборов, реализующих метод отскока, бывает разной. В первых моделях приборов высота отскока бойка отображалась перемещением плунжера при отскоке, который перемещался вместе с бойком при отскоке. В более поздних моделях с помощью оптического датчика измеряется скорость бойка перед ударом и после удара. Полученные значения скоростей используются для определения доли  $Q$  начальной кинетической энергии, оставшейся у бойка после удара об исследуемую поверхность.

При оценке свойств бетон следует рассматривать как материал со значительной случайной составляющей характеристических параметров, подчиняющейся нормальному распределению, основной причиной которой являются вариации состава бетона и технологии бетонирования. Систематическая составляющая в оценке характеристической прочности бетона неразрушающими методами испытаний обусловлена двумя факторами: неадекватностью напряженно — деформированного состояния бетона в зоне контроля при неразрушающих и прессовых испытаниях и неполной адекватностью процессов неразрушающих испытаний в железобетонной конструкции и малоразмерных образцах бетона.

Неразрушающий контроль может быть применен во время специальных и предпроектных обследований



конструкций сооружений и, при необходимости, в рамках приемочных обследований после выполнения ремонта и реконструкции. По результатам диагностики определяются прочностные характеристики конструкции, которые, в свою очередь, позволяют оценить регламентируемый эксплуатационный показатель согласно критериям технического состояния сооружения. Знание актуальной категории состояния дает возможность назначать безопасный режим эксплуатации объекта в создавшихся условиях.

Таким образом, комплексный подход, включающий неразрушающий контроль железобетонной конструкции

и оценку по результатам обследования прочностных показателей, дает возможность уточнить актуальные характеристики технического состояния объекта. В итоге профильные службы получают информацию, которая может быть использована для коррекции режима эксплуатации сооружения и при назначении восстановительных мероприятий. Повышение надежности в оценке характеристик прочности бетона возможно на основе комбинирования стандартизированных методов неразрушающих испытаний. Подводя итоги, следует отметить ГОСТ 22690–88 на текущий момент времени устарел и вопрос его пересмотра вполне актуален.

#### Литература:

1. ГОСТ 16504–81 «Испытания и контроль качества продукции»
2. ГОСТ 22690–88 Бетоны. Определение прочности механическими методами неразрушающего контроля. Введ. 01.01.91. М.: Стандартинформ, 2010. 18 с.
3. ГОСТ 10180–2012 Бетоны. Методы определения прочности по контрольным образцам. Введ. 01.07.2013. М.: Стандартинформ, 2013. 35 с.
4. Снежков, Д. Ю., Леонович С. Н. Неразрушающий контроль бетона монолитных конструкций // Строительная наука и техника. Минск. 2009. № 4. с. 76–84.

## Методы обследования металлических, железобетонных и каменных конструкций

Якубовский Роман Юрьевич, директор;  
Буланов Илья Александрович, начальник отдела  
ООО «РСФ «Высота»

Олипер Игорь Александрович, директор  
ООО «Стиль-Транс»

Салахов Равиль Гакильевич, начальник ЛНК;  
Казаков Александр Александрович, ведущий инженер  
ООО «ИЦ «АЭ-системы»

*В статье рассматриваются проблемы оценки устойчивости конструкций из различных материалов. Отмечается, что на современном этапе не существует эталонного метода неразрушающего контроля, что актуализирует исследовательскую работу в этой области.*

**Ключевые слова:** неразрушающий контроль, методы оценки, метод упругого отскока, акустический контроль

## Methods of examination of metal, concrete and masonry structures

Yakubovski Roman Yurievich, director;  
Bulanov Ilya Aleksandrovich, head of the department  
ООО «RSF «Height»

Oliper Igor Aleksandrovich, director  
ООО «Style-Trans»

Salahov Ravil Gakilevich, head of the LNC;  
Kazakov Alexander Aleksandrovich, chief engineer  
ООО «IC» AE system»

*In this article, I discussed the problem of assessing the sustainability of structures of various materials. It is noted that at present there is no standard method of non-destructive testing, which updates the research in this field.*

**Keywords:** non-destructive testing, evaluation methods, the method of elastic rebound, acoustic control

Проблема обеспечения надежности различных конструкций с каждым годом становится все более актуальной, так как старение объектов во многих отраслях промышленности значительно опережает темпы технического перевооружения. Отдельные силовые элементы конструкции различных сооружений подвергаются статическому, циклическому и случайному нагружению. Разрушение конструкций может происходить как из-за развития дефектов, полученных в процессе изготовления конструкций, так и в результате накопления дефектов на микроуровне с последующим образованием макротрещины. Необходимо также принимать во внимание, что многие элементы конструкций работают в условиях воздействия коррозионной среды, которая приводит к их ускоренному разрушению.

Весь процесс разрушения на два основных этапа

- этап зарождения;
- этап распространения трещин [1].

При статическом растяжении пластическую деформацию и повреждения, накопленные до начала образования шейки, определяют как период зарождения трещин, а шейкообразование с последующим разрушением —

как период распространения трещин (заштрихованная область на рисунке 1).

Авторы, изучающие основные элементы контроля, акцентируют внимание на двух стадиях разрушения: докритической и закритической. На первой, наиболее продолжительной, протекает пластическая деформация, ведущая к зарождению и медленному вязкому подрастанию микротрещины. На второй стадии происходит лавинообразное разрушение, в большинстве случаев представляющее собой быстрый рост макротрещины, предельная скорость распространения которой по отношению к скорости звука для сталей составляет 0,2—0,9.

Рассматривая контрольные мероприятия при проведении оценки металла, важно отметить, что усталостное разрушение металлов — это разрушение вследствие воздействия циклически изменяющихся напряжений, более низких, чем предел прочности. Усталость металла усугубляется воздействием агрессивной среды в которой эксплуатируются конструкции.

Особую роль в качестве основы производственно-технологического контроля приобретают оперативные неразрушающие методы определения прочностных пока-

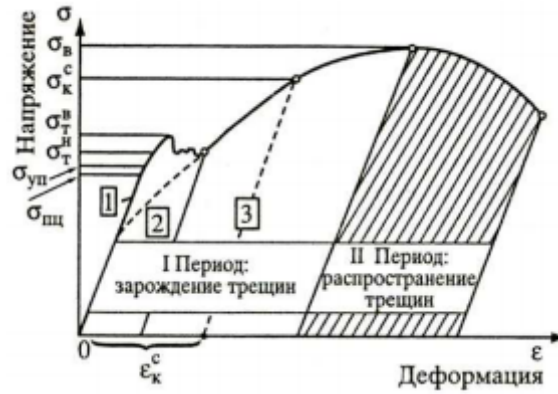


Рис. 1. Диаграмма напряжение-деформация при статическом растяжении [2]:  $\sigma_{щ}$  — предел пропорциональности,  $\sigma_{уп}$  — предел упругости,  $\sigma_{н}$  — нижний предел текучести,  $\sigma_{т}$  — верхний предел текучести,  $\epsilon_{с к}$  и  $\sigma_{с к}$  — деформация и напряжение соответствующие окончанию периода зарождения трещины,  $\sigma_{в}$  — временное сопротивление разрушению

зателей железобетонных и каменных конструкций: они могут использоваться на стадии возведения. Например при оценке распалубочной прочности и в процессе выдерживания, обеспечивая сплошной контроль строительной продукции, так и при выполнении мониторинга прочностных параметров бетона наиболее ответственных монолитных конструкций, до достижения ими проектных значений. Не менее важна роль неразрушающего контроля при обследовании эксплуатируемых зданий и сооружений, особенно эксплуатируемых в условиях динамических нагрузок, а также при выполнении работ связанных с реконструкцией. Сильной стороной неразрушающих методов испытаний является возможность их многократного применения даже на ограниченных участках поверхности испытываемой конструкции. Это позволяет получить достаточную репрезентативность выборки для корректного применения статистических методов обработки результатов испытаний и, соответственно, — статистически обоснованную оценку класса прочности.

Основная проблема неразрушающих испытаний конструкций из различных материалов заключается в том, что измерительные процессы известных неразрушающих методов испытания прочности бетона не являются адекватными по напряженно-деформированному состоянию бетона в зоне контроля ни друг другу, ни процессу прессового испытания бетонного образца на одноосное сжатие по ГОСТ 10180–90 [3]. Проявляется это в том, что косвенные параметры неразрушающих методов испытаний в разной степени подвержены влиянию изменений физико-механических свойств контролируемого бетона. Это значит, что оценки прочности неразрушающими методами будут зависеть не только от фактической прочности бетона (определяемой прессовыми испытаниями образцов), но и от других его характеристик: модуля упругости, динамической вязкости, структурной неоднородности и др.

Вариации физико-механических свойств испытываемых конструкций оказывают влияние и на результаты метода прессовых испытаний. Но поскольку этот метод принят в качестве эталонного, то его результат рассматривается как «истинная» оценка прочности испытываемого материала, а все остальные методы должны на нее «равняться». Соответствие их результатов данным прессовых испытаний достигается подбором градуировочных зависимостей под конкретные условия испытаний. Используемый термин «подбор» не случаен.

Распространенным и наиболее безопасным методом контроля является акустический метод неразрушающего контроля (АМНК), который основан на применении упругих колебаний. К положительным отличительным свойствам акустического вида контроля можно отнести: возможность контроля при одностороннем доступе к объекту контроля (ОК); относительно высокую дефектоскопическую чувствительность; возможность дефектоскопии многих материалов в широком диапазоне толщин; малые массогабаритные характеристики аппаратуры и низкое энергопотребление; санитарную и экологическую безопасность; относительно невысокую стоимость процедур контроля.

Необходимость решения проблемы максимального продления сроков безаварийной работы основных конструктивных элементов зданий и сооружений, и оценка их технического состояния привели к активизации использования средств АМНК как наиболее экономичных и эффективных. АМНК позволяют определять прочностные характеристики конструкций, обнаруживать поверхностные дефекты, визуализировать внутреннюю структуру изделий с целью поиска инородных включений, пустот и трещин внутри материала.

Практика неразрушающих испытаний различных конструкций показывает, что даже строгое следование указанным в нормативах методикам построения градуи-



ровочных зависимостей совершенно не гарантирует адекватности результата неразрушающего определения прочности бетона в конструкциях, данным прессовых испытаний изъятых из массива образцов. В частности, оценки прочности бетонного массива ультразвуковым импульсным методом получаются, как правило, несколько заниженными, методом упругогоотскока (молоток Шмидта) — завышенными.

Литература:

1. Гуревич, С.Е. Критерии оценки повреждаемости при термопластическом деформировании/С.Е. Гуревич, Т.С. Марьяновская // Физика и химия обработки материалов. — 1969. — № 2. — с. 106
2. Терентьев, В.Ф. Усталость металлических материалов: научное издание/В.Ф. Терентьев. — М.: Наука, 2003. — 254 с.
3. Бетоны. Методы определения прочности по контрольным образцам: ГОСТ 10180–90. — Введ. 01.01.91. — М.: 1991. — 16 с

# Молодой ученый

Научный журнал  
Выходит два раза в месяц

№ 23 (103) / 2015

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

**Главный редактор:**

Ахметов И. Г.

**Члены редакционной коллегии:**

Ахметова М. Н.  
Иванова Ю. В.  
Каленский А. В.  
Куташов В. А.  
Лактионов К. С.  
Сараева Н. М.  
Авдеюк О. А.  
Айдаров О. Т.  
Алиева Т. И.  
Ахметова В. В.  
Брезгин В. С.  
Данилов О. Е.  
Дёмин А. В.  
Дядюн К. В.  
Желнова К. В.  
Жуйкова Т. П.  
Жураев Х. О.  
Игнатова М. А.  
Коварда В. В.  
Комогорцев М. Г.  
Котляров А. В.  
Кузьмина В. М.  
Кучерявенко С. А.  
Лескова Е. В.  
Макеева И. А.  
Матроскина Т. В.  
Матусевич М. С.  
Мусаева У. А.  
Насимов М. О.  
Прончев Г. Б.  
Семахин А. М.  
Сенцов А. Э.  
Сенюшкин Н. С.  
Титова Е. И.  
Ткаченко И. Г.  
Фозилов С. Ф.  
Яхина А. С.  
Ячинова С. Н.

**Ответственные редакторы:**

Кайнова Г. А., Осянина Е. И.

**Международный редакционный совет:**

Айрян З. Г. (Армения)  
Арошидзе П. Л. (Грузия)  
Агаев З. В. (Россия)  
Бидова Б. Б. (Россия)  
Борисов В. В. (Украина)  
Велковска Г. Ц. (Болгария)  
Гайич Т. (Сербия)  
Данатаров А. (Туркменистан)  
Данилов А. М. (Россия)  
Демидов А. А. (Россия)  
Досманбетова З. Р. (Казахстан)  
Ешиев А. М. (Кыргызстан)  
Жолдошев С. Т. (Кыргызстан)  
Игиснинов Н. С. (Казахстан)  
Кадыров К. Б. (Узбекистан)  
Кайгородов И. Б. (Бразилия)  
Каленский А. В. (Россия)  
Козырева О. А. (Россия)  
Колпак Е. П. (Россия)  
Куташов В. А. (Россия)  
Лю Цзюань (Китай)  
Малес Л. В. (Украина)  
Нагервадзе М. А. (Грузия)  
Прокопьев Н. Я. (Россия)  
Прокофьева М. А. (Казахстан)  
Рахматуллин Р. Ю. (Россия)  
Ребезов М. Б. (Россия)  
Сорока Ю. Г. (Украина)  
Узаков Г. Н. (Узбекистан)  
Хоналиев Н. Х. (Таджикистан)  
Хоссейни А. (Иран)  
Шарипов А. К. (Казахстан)

**Художник:** Шишков Е. А.

**Верстка:** 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 «Бук», 420029, г. Казань, ул. Академика Кирпичникова, 25