

МОЛОДОЙ

ISSN 2072-0297

УЧЁНЫЙ

международный научный журнал

VORLESUNGEN

$$k = 1,38064852(79) \times 10^{-23}$$

ÜBER

MAXWELLS THEORIE DER ELEKTRICITÄT UND DES LICHTES

VON

DR. LUDWIG BOLTZMANN,

PROFESSOR DER THEORETISCHEN PHYSIK AN DER UNIVERSITÄT MÜNCHEN

$$\frac{\partial f}{\partial t} + \frac{\partial f}{\partial x} \cdot \frac{p}{m} + \frac{\partial f}{\partial p} \cdot F = \frac{df}{dt} \Big|_{coll}$$

I. THEIL

ABLEITUNG DER GRUNDGLEICHUNGEN FÜR RUHENDEN
HOMOGENE, ISOTROPE KÖRPER.

MIT FIGUREN IN ZWEI FOLGEN AUF ZWEI TAFELN

die Größe als auch die Richtung
materiellen Punktes, welcher
hat, so daß x'_r, x'_{r+1}, x'_{r+2}
in den drei Koordinatenrichtungen
und u'_h die Richtungen und die drei
lierten Größender Geraden
 B'_h bezeichnet wurden.
auch in der Form

δt wachsen würde,
nen der p werden un
 $\sigma = 5,670367(13) \cdot 10^{-8}$

$$\sum_k \xi_k^l \delta x_k = 0.$$

$$f(x, p, t) d^3x d^3p$$

$$\frac{\partial f}{\partial t} \Big|_{coll} = \int_{v'} [f(t, r, v') W(v', v) - f(t, r, v) W(v, v')] d^3v'$$

$$\hat{L}_{GR} = \sum_{\alpha} p^{\alpha} \frac{\partial}{\partial x^{\alpha}} - \sum_{\alpha\beta\gamma} \Gamma^{\alpha}_{\beta\gamma} p^{\beta} p^{\gamma} \frac{\partial}{\partial p^{\alpha}}$$

16+

Ludwig Boltzmann

2
2016
Часть II

ÜBER DIE

PRINZIPE DER MECHANIK

VON

LUDWIG BOLTZMANN,

PROFESSOR DER THEORETISCHEN PHYSIK AN DER UNIVERSITÄT WIEN.

$$\sigma = \frac{8\pi^5 k^4}{15c^3 h^3}$$

Es ergibt sich also

$$\frac{dq_h}{dt} = P_h + \frac{\partial T}{\partial p_h}$$

ann v_r sowie
heit des

d^3v'

ISSN 2072-0297

Молодой учёный

Научный журнал

Выходит два раза в месяц

№ 2 (106) / 2016

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

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

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

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

Учредитель и издатель: ООО «Издательство Молодой ученый».

Тираж 500 экз. Дата выхода в свет: 01.02.2015. Цена свободная.

Отпечатано в типографии издательства «Молодой ученый», 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».

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)

Руководитель редакционного отдела: Кайнова Галина Анатольевна

Ответственный редактор: Осянина Екатерина Игоревна

Художник: Шишков Евгений Анатольевич

Верстка: Бурьянов Павел Яковлевич, Голубцов Максим Владимирович

На обложке изображен Людвиг Больцман (1844–1906) — австрийский физик-теоретик, основатель статистической механики и молекулярно-кинетической теории.

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

- Абдуганиев А., Соатов А. М., Мухитдинов А. Б., Айнакулов Х. А., Мухитдинов А. А.**
Отбор объектов для практических работ студентов по черчению 113
- Альжанов М. К., Турсынбекова А. У.**
Вопросы совершенствования конструкции трубосварочного оборудования на основе ферритовых нагревателей 117
- Беляев Д. В., Курнашов С. И., Исследование д. п., Бибутов Н. С., Хожиев А. Х.**
Влияние жесткости оборудования на стойкость фрез с мелкогабаритным периодическим профилем 121
- Бибутов Н. С., Хожиев А. Х.**
Исследование деформации почвы 125
- Бибутов Н. С., Хожиев А. Х.**
Изучение деформации почвы в зависимости от основных параметров рыхлительной лапы 127
- Гаффаров Х. Р., Гаффаров Л. Х.**
Агротехническая эффективность рыхления подпахотного слоя почвы 129
- Гаффаров Х. Р.**
Тяговое сопротивление центрального рабочего органа глубокорыхлителя 130
- Гозун А. А., Макаров С. В.**
Автоматизированная система слежения за внутренним герметизирующим устройством ... 132
- Курангышев А. В., Дедушкин А. В., Казначеев А. В.**
Устранение ошибочно найденных векторов движения при кодировании видеoinформации в стандарте MPEG-4 135
- Дроздов А. С., Садомский Я. А., Шарапов С. В.**
К вопросу оценки скорости коррозии технических устройств нефтехимических и нефтеперерабатывающих производств 140
- Жуков Е. М., Кропотов Ю. И., Лугинин И. А., Полошков С. И.**
Классификация трещин и расслоений пород кровли по степени опасности с точки зрения возможности обрушения кровли в горных выработках 142
- Жуков Е. М., Кропотов Ю. И., Лугинин И. А., Чижик Ю. И.**
Перспективы применения подземной газификации в старопромышленных районах Кузбасса 146
- Жумаев К. К., Камолов Р., Садуллаев Р.**
Исследования по извлечению нефти из нефтяного шлама мощными средствами 148
- Жумаев К. К., Саидов М.**
Влияние гидратообразования на пропускную способность газопровода 150
- Жумаев К. К., Саноев М., Яхшимуратов Д.**
Исследование воздействия магнитной обработки на свойства нефтяного сырья 151
- Жумаев К. К., Хабибов Х.**
Причины образования водонефтяных эмульсий 153
- Иванова А. А.**
Температурный режим и другие простые правила как залог успеха при строительстве дорожных одежд 155
- Игамбердиев Х. Х., Эгамназаров Г. Г., Гаппаров Б. Н., Набиходжаева Н. Т., Игамбердиев Д. Х.**
Обоснование параметров очёсывающего аппарата кенафоуборочного комбайна 161
- Клименков Б. Д.**
Исследование кинетики фазообразования в сегнетоэлектрических пленках 162
- Конюшков О. В., Вилков А. В., Душкин И. Е., Баринев М. Ю., Шувалов С. С.**
Подземные хранилища газов и промышленная безопасность 166

Конюшков О. В., Вилков А. В., Душкин И. Е., Баринов М. Ю., Шувалов С. С. Безопасная эксплуатация сетей газопотребления и газораспределения газотурбинных и парогазовых установок 168	Петин С. В., Сидоренко В. Г. Обзор методов дефектоскопии при обследовании трубопроводов 194
Лебедев В. А., Доильницын В. А., Пискунов В. М., Попонина С. А. Экономическая эффективность инновационной технологии кондиционирования РАО в матрицы из магнезиальных вяжущих 171	Поезжаева Е. В., Закиров Е. А., Малёв М. В. Роботы трансформируют медицинскую практику без вмешательства врачей..... 199
Миллер Д. Э., Лаптева М. Д., Ходакова Е. Е., Быстрова А. А. Особенности проведения тепловой кулинарной обработки мясных блюд с использованием пароконвектомата 176	Поезжаева Е. В., Закиров Е. А., Малёв М. В. Наноробот с динамической обратной связью... 201
Мирзаев С. С., Асадов И. А., Яминов Ф. Ф. Изучение физико-химических свойств ароматических углеводородов 179	Поезжаева Е. В., Поликарпова К. Н., Новикова А. А., Сайкинова В. А. Робот для проверки качества бытовой химии на складах предприятий..... 203
Мирзаев С. С., Ортиков Ж. Ж., Яминов Ф. Ф. Основные химотологические требования к смазочным нефтяным маслам и улучшение их качеств 180	Поезжаева Е. В., Поликарпова К. Н., Новикова А. А., Сайкинова В. А. Система управления движения ступни робота, участвующего при диагностике производственных помещений..... 205
Мирзаев С. С., Фозилов О. Фазовые равновесия в многокомпонентных смесях, содержащих компоненты природного газа, воду, метанол, гликоли 182	Приходьков К. В., Турченков С. С., Авдюк Д. Н. Исследование влияния количества электродов на эксплуатационные характеристики двигателя..... 207
Мухаметшин Р. Р. Разработка тома экологической и техносферной безопасности проектной документации торгового центра и прилегающей территории. Дополнения 183	Рашидов А. В., Бозоров Г. Р. Обоснование выбора метода выделения ароматических углеводородов в дизельном топливе 210
Мухаммедова Р. Б. Роль отображения теней в изображении объемов и видов предметов 185	Рузиев И. С., Курамбаев Ш. Р., Шарипов П. Р., Рахимов У. Б., Самандаров А. И. Влияние параметров режущего элемента на процесс резки мыла 213
Мухаммедова Р. Б. Способ создания линии пересечения поверхностей вращения..... 187	Сапронов О. А., Токарев Д. А., Доронин С. Е., Китаев О. О. Технологические трубопроводы из пластмассовых труб — особенности проведения экспертизы промышленной безопасности 215
Офрим А. В., Черепанов К. В., Хижняков П. В. О неразрушающем контроле сварных швов газгольдеров 189	Сапронов О. А., Токарев Д. А., Доронин С. Е., Китаев О. О. Антикризисная политика промышленных предприятий 217
Офрим А. В., Черепанов К. В., Хижняков П. В. Совершенствование систем автоматики паровых котлов: залог их надежной эксплуатации 191	Сатторов М. О. Особенности состава и свойств устойчивых водонефтяных эмульсий местных нефтей 219

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

Отбор объектов для практических работ студентов по черчению

Абдуганиев Абдуманнон, старший преподаватель;
 Соатов Анвар Махкамович, старший преподаватель;
 Мухитдинов Абдували Бурханович, старший преподаватель;
 Айнакулов Хусниддин Абдухамидович, ассистент;
 Мухитдинов Абдувахоб Абдувалиевич, ассистент
 Джизакский политехнический институт (Узбекистан)

В статье авторы поделятся своими соображениями и опытом отбора объектов для практических работ студентов по черчению в политехническом обучении.

Ключевые слова: отбор объектов, зубчатки, рыхлитель почвенной корки, легкоразборных шпал.

В системе политехнического обучения и подготовки студентов к практической деятельности, одной из важных частей работы института является, привитие студентам знаний, умений и навыков по черчению.

В процессе обучения черчению важно, как и при изучении других предметов, формировать у студентов мировоззрение, основанное, на целостном восприятии окружающего нас материального мира, т.е. учить их рассматривать явления, предметы и их формы не изолированно, а во взаимосвязи с другими явлениями и предметами. Поэтому при подборе объектов для работы студентов необходимо исходить от сборочной единицы (узел, приспособление), а также проводить графический анализ элементов каждой детали и объяснять их необходимость и конструктивную целесообразность.

Исходить именно от сборочной единицы важно еще и потому, что детали в изолированном виде встречаются чрезвычайно редко, так же как и геометрическая форма в «чистом виде».

Программа по черчению предусматривает ознакомление студентов с геометрическими формами постепенно, в определенной последовательности. Это затрудняет подбор конкретных объектов для работы, потому что большинство деталей представляют собой сочетание различных геометрических форм.

Анализ сборочной единицы и отдельных ее деталей позволит использовать для обучения студентов именно те детали или их части (элементы), которые будут соответствовать программе. При этом можно ознакомить студентов с механизмом или узлов до изучения ими всех геометрических форм, которые могут встретиться в данном объекте, и предложить им вычертить лишь доступные формы деталей.

При подборе объектов исходить от сборочной единицы полезно еще и потому, что это позволяет преподавателю убедительно объяснить студентам каждую деталь, ее название и работу, ее место и назначение в узле, из какого материала она изготовлена, а также назначение сборочной единицы в целом. Сообщение этих сведений будет способствовать расширению политехнического кругозора студентов.

Кроме того, подбор объектов в виде сборочных единиц позволяет студентам рассмотреть типичные разъемные и неразъемные соединения отдельных деталей в узлы или предметы (соединения деревянных элементов, резьбовые соединения, шпоночные соединения, сварные соединения, пайка, заклепочные соединения и др.).

При подборе сборочных единиц для черчения необходимо стремиться к тому, чтобы узел:

- 1) состоял из двух, трех, но не более десяти деталей;
- 2) был небольшого размера и несложным, а его детали должны иметь четко выраженные геометрические формы;
- 3) был типичным и интересным для изучения в конструктивном и проекционном отношениях;
- 4) давал возможность сообщить студентам политехнические сведения и основные правила условных и упрощенных изображений и обозначений, применяемых при выполнении чертежей по ГОСТу.

Наличие в распоряжении преподавателя большого количества специально подобранных сборочных единиц отнюдь не означает, что их надо использовать только для составления сборочных чертежей. Имея в виду, что в процессе обучения черчению необходимо дать студентам элементарные значения основ технического черчения и привить им практические навыки выполнения эскизов, нужно

имеющиеся в узлах детали использовать для составления самых разнообразных заданий. Правильно составленные задания позволят научить студентов приемам измерения предметов, анализу их формы и пониманию конструкций, а также обучить наиболее важным условным изображениям и обозначениям, которые установлены ГОСТом для чертежей.

При составлении заданий необходимо ставить такие вопросы, которые могут встретиться у студентов в их практической деятельности.

Наблюдения и опыты показывают, что для развития политехнического кругозора студентов важно при составлении заданий руководствоваться следующими соображениями:

1. Сведения, сообщаемые преподавателем об объекте и содержании задания, должны способствовать расширению политехнического кругозора студентов. Следовательно, объект и содержание задания должны позволить, прежде всего ознакомить студентов с назначением данного объекта в жизни и технике, с его практическим применением, характером и значением конструктивных решений и степенью их типичности, с технологией изготовления деталей и процессом их сборки, с применяемыми материалами и методами их механической и термической обработки, а также с другими производственными сведениями.

При этом необходимо особое внимание студентов обращать на особенности и способы обозначения на чертежах важнейших производственных сведений о предмете.

2. Для развития интеллектуальных качеств личности студента необходимо, чтобы предлагаемые работы носили характер конкретных задач, которые студенты должны решить самостоятельно.

3. Задания должны соответствовать учебной программе по черчению, а объекты их следует выбирать из различных областей профессиональной деятельности.

Рассмотрим некоторые конкретные примеры.

Объекты из оборудования учебных кабинетов

С помощью преподавателей физики, химии и машиноведения в их кабинетах можно подобрать особенно много интересных объектов для составления заданий по черчению.

Пополнение кабинета черчения чертежами объектов этого раздела должно быть предметом особой заботы преподавателя черчения. Материалы этого раздела доступны и понятны студентам.

Студенты с большим удовлетворением и пользой для себя будут вычерчивать подъемные стойки, различные блоки, разновесы к аптекарским весам и сами весы, грузы по механике, краны и горелки газовые лабораторные, уровни и др.

Учебные кабинеты машиноведения (черчений) располагают большим количеством самых разнообразных деталей машин и принадлежностей.

Содружество в работе преподавателя черчения с преподавателями машиноведения и основ промышленного производства обеспечит наиболее эффективное использование объектов этой группы. Вопрос об изучении

элементов техники в курсе черчения требует самостоятельной и детальной разработки, приводить которые в данной статье не представляется возможным.

Объекты из области сельскохозяйственного производства

Объекты из области сельскохозяйственного производства целесообразно подбирать по следующим группам:

а) детали и узлы сельскохозяйственных машин и орудий;

б) инструменты для мастерских МТС;

в) мелкий сельскохозяйственный инвентарь, имеющийся в личном пользовании фермеры.

В качестве примера использования этих объектов рассмотрим чертеж зубчатки для рыхления почвенной корки (рис. 1). Познавательная ценность его заключается в том, что он позволяет объяснить правила оформления сборочных чертежей, изображения зубчаток и зубчатых колес.

Объекты из технических узлов, различных приборов и механизмов

Изображения этих объектов составляют основное содержание разделов составления и детализации сборочных чертежей во многих учебниках по черчению.

Подбор этих объектов в натуре представляет особые затруднения, ибо детали и узлы общетехнического назначения всегда имеются в ремонтных цехах шефствующих предприятий.

В этой группе объектов представляют интерес узлы и детали металлорежущих станков (задние бабки, суппорты, резцедержатели) различные подшипники скольжения, запорные устройство трубопроводов (краны, вентили, задвижки), разные тормозные устройства, муфты всех видов и назначения, маслоуказатели, предохранительные клапаны, буксы, насосы (поршневые, клапанные), регуляторы давления, форсунки, фильтры, подъемные механизмы и приспособления (блоки, домкраты, лебедки), шкивы и другие.

Однако, ограничиваться этими объектами было бы неправильно. Необходимо подбирать также объекты из области новейших конструкций, которые способствовали бы расширению кругозора студентов.

Примером такой конструкции могут служить легко-разборные шпалы (рис 2), предназначенные для быстрой укладки путей при проходке подготовительных выработок, а также для временных путей в шахтах и на поверхности. Для укладки пути на трассе раскладывают шпалы на необходимых расстояниях друг от друга. Затем на шпалы между неподвижным шипом и прижимом укладывают рельсы и закрепляют их поворотом прижимов. Настилка путей с применением таких шпал производится в три раза быстрее, чем обычным способом, а прочность пути вполне достаточна для движения даже большегрузных вагонеток.

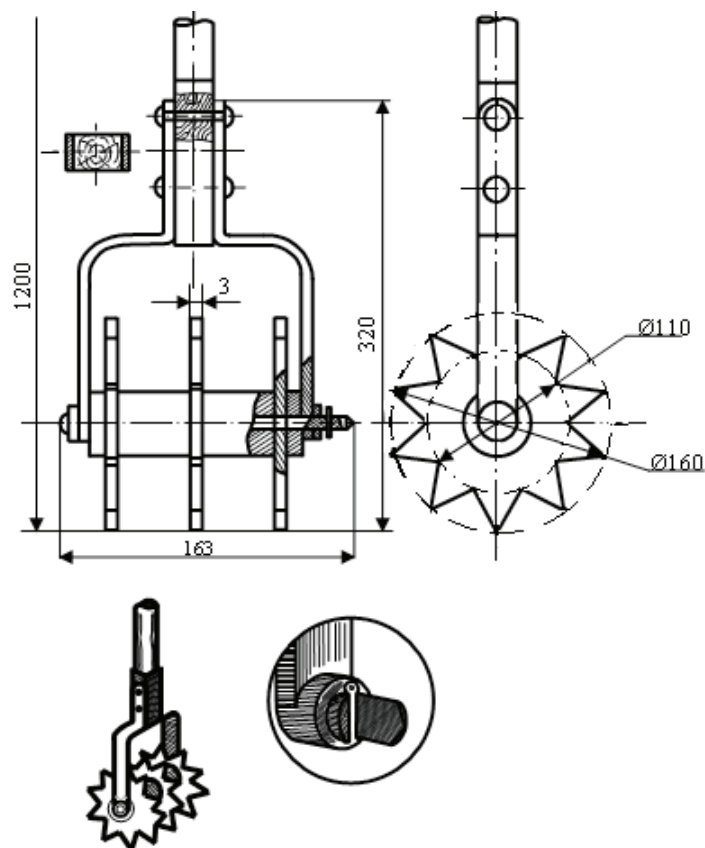


Рис. 1. Чертеж зубчатки для рыхления почвенной корки

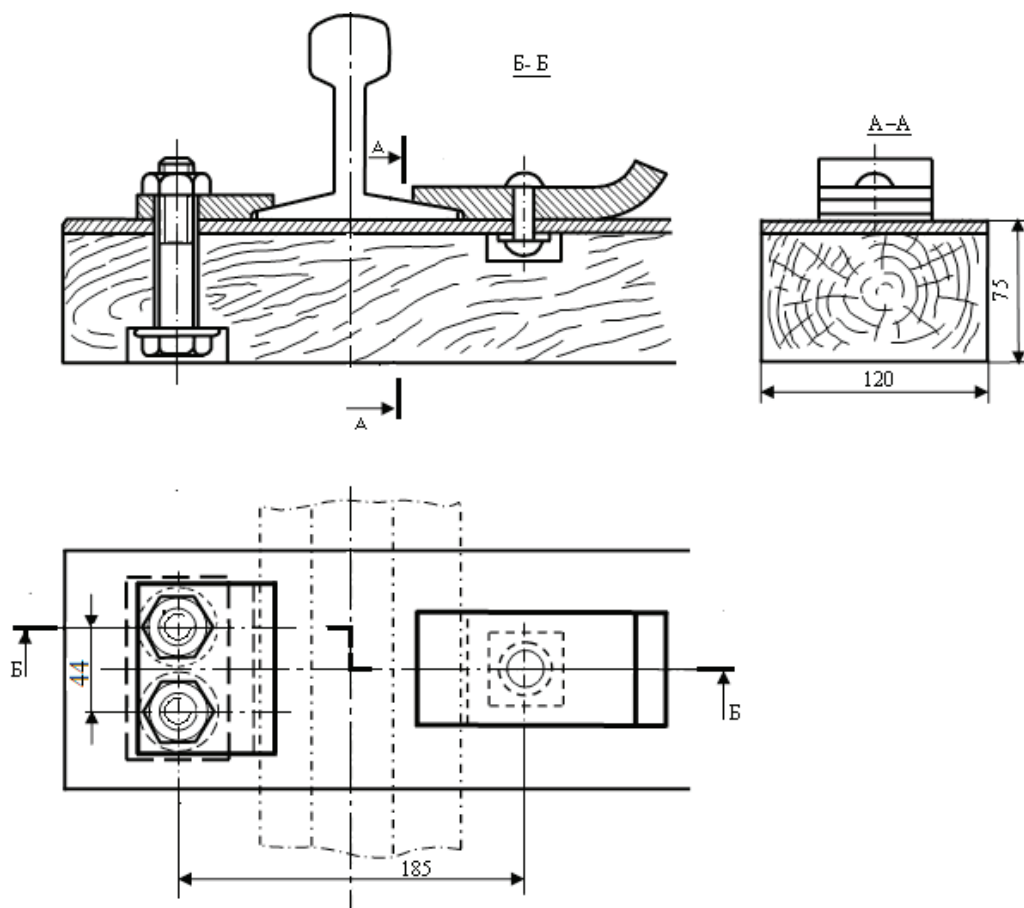


Рис. 2. Чертеж легкоразборных шпал

Ценность этого чертежа еще и в том, что он содержит изображения типичных разъемных и неразъемных соединений, простых и сложных разрезов, а также изображения контуров пограничной детали, имеющей вспомогательное значение, и другие условности.

Объекты из электрорадио и фотопринадлежностей

Эта группа изделий представляет чрезвычайно большое многообразие различных, весьма интересных объектов. Ознакомление студентов с конструктивными особенностями различных выключателей, штепсельных

вилков, патронов и их деталей имеет большую учебную практическую ценность.

Большинство из этих объектов студенты могут принести в институт, так как в каждой семье имеет большое количество отдельных деталей от различных электронно-гревательных или осветительных приборов, предохранители, фотопринадлежности и т.д. Полезно, например, дать задание студентам на вычерчивание узла крепления линзы телевизора (рис 3).

Выполнение этого задания позволит ознакомить студентов с особенностями изображения линий перехода, армированных деталей и с целым рядом других условностей.

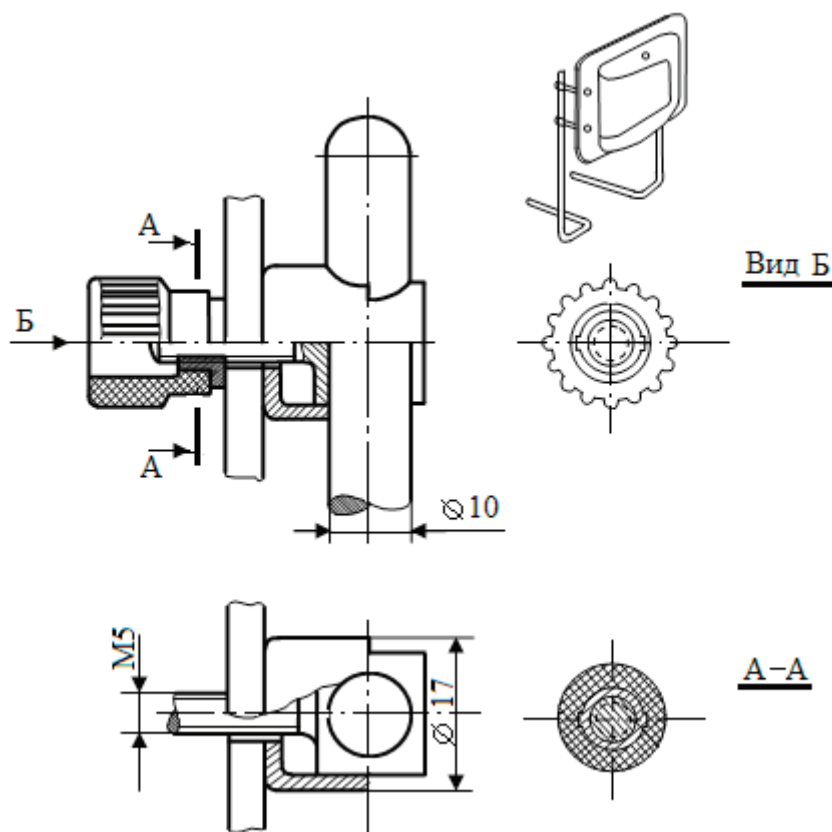


Рис. 3. Чертеж узла крепления линзы телевизора

В заключение необходимо сказать, что в статье упомянуты лишь некоторые области техники, производства, строительства и быта, которые могут служить источниками для подбора объектов. Окружающая действительность чрезвычайно богата различными интереснейшими объектами для составления чертежей, эскизов и наглядных изображений. Важно, чтобы каждый преподаватель вдумчиво и систематически проводил с студентами

работу по подбору наиболее полезных для обучения объектов по выбранной специальности.

Сообщение студентам политехнических сведений об объектах работ, решение студентами практических задач по выбранной специальности, оснащение уроков всевозможными наглядными пособиями помогут повысить качество обучения черчению и привить студентам практические навыки, необходимые им для непосредственного участия в материальном производстве.

Литература:

1. Вышнепольский, И. С. Техническое черчение. — М: Высшая школа, 1981.
2. Вяткин, Г. П. Машиностроительное черчение. — М: Машиностроение, 1985.

Вопросы совершенствования конструкции трубосварочного оборудования на основе ферритовых нагревателей

Альжанов Марат Кайдарович, кандидат технических наук, доцент;
Турсынбекова Айгерим Уалихановна, магистрант
Карагандинский государственный технический университет (Казахстан)

В статье рассматривается вопрос о роли ферритовых сердечников для сварки трубосварочных агрегатов. В этой связи изучаются все свойства ферритов, существующие в данный момент геометрические формы которыми по сей день пользуются и выясняются их недостатки. Формы ферритов которые мы предлагаем изменить могут улучшить качество сварки, а так же повысить производительность.

Ключевые слова: конструкция; трубосварочный агрегат; феррит; токоподвод; проводник; кромка.

Интенсивное развитие трубосварочного производства обусловлено как преимуществами сварных труб, так и высокими экономическими показателями процессов их производства. Сварные трубы отличаются малой разностенностью, неограниченной длиной и могут выпускаться с различными специальными покрытиями, предварительно нанесенными на исходную полосовую заготовку. Высокая экономическая эффективность трубосварочного производства основана на сравнительно низких капитальных затратах и себестоимости производства за счет резкого снижения трудоемкости и повышения выхода годного. Различают несколько основных способов сварки труб: сварка давлением и сварка сплавлением. К первой группе относят высокочастотную сварку с контактным или индукционным токоподводом при частоте сварочного тока до 450 кгц и индукционную сварку током частотой 8–10 кгц. Последний метод эффективен при сварке толстостенных труб большого диаметра, но пока еще не нашел широкого промышленного применения.

Высокочастотной сваркой изготавливают прямошовные трубы диаметром 9–220 мм с толщиной стенки 0,5–6 мм, причем указанный сортамент не является предельным для данного метода производства труб. Высокочастотная поверхностная сварка нашла применение для образования продольного шва труб по всей их длине [1, с. 51]. Труба формируется из ленты специальными гибочными валками (шов при этом остается открытым) и затем сдавливается группой обжимных роликов (рис.1). Дальнейшее совершенствование конструкции трубосварочного оборудования на основе использования в качестве источников нагрева ферритовых изделий следует связывать с изменением геометрической формы ферритов, что позволит, управляемо воздействовать на прогресс прогресса кромок свариваемого металла. Высокочастотный способ основан на протекании тока по пути с минимальным результирующим электрическим сопротивлением. Соответственно, для успешной реализации высокочастотной поверхностной сварки необходимо выполнение двух условий:

- по возможности минимальный зазор между нагреваемой заготовкой свариваемого металла и поверхностью ферритового сердечника;

- избирательного нагрева определенных участков свариваемой трубной заготовки.

Эффект близости выражается в том, что при прохождении по проводникам двух разнонаправленных токов происходит перераспределение плотности тока по сечению проводников таким образом, что линии токов стремятся сблизиться; в случае одинаково направленных токов — линии токов стремятся разойтись [2, с.64]. «Поверхностный эффект» выражается в вытеснении тока при прохождении его по проводникам из центральных частей на периферию. С повышением частоты данные эффекты проявляются более резко. Для повышения концентрации тока на свариваемых кромках и устранения вредных потерь при растекании тока по побочным цепям внутрь трубы вводят магнитный сердечник из феррита, его применение особенно эффективно при сварке труб малого диаметра. Используя необходимое взаимное расположение трубной заготовки и ферритового сердечника, можно добиться избирательного протекания тока по проводникам, а за счет этого — избирательного нагрева частей проводников и, соответственно, высокоскоростного концентрированного нагрева свариваемых кромок трубы. При этом немаловажное значение приобретают вопросы конструктивной формы и относительного размещения ферритовых сердечников в свариваемой трубной заготовке.

Высокочастотный нагрев кромок под сварку обладает рядом достоинств:

- узкая зона нагреваемого металла;
- высокая скорость нагрева, что позволяет производить сварку без применения защитной атмосферы.
- низкий удельный расход электроэнергии.

Техническое осуществление процесса высокочастотной сварки требует выполнения трех основных условий:

- наличия V-образного сходящегося зазора между свариваемыми кромками;
- обеспечения передачи тока высокой частоты для равномерного разогрева свариваемых кромок;
- обеспечения требуемых силовых и скоростных параметров сварки, диктуемых свариваемым материалом.

При высокочастотной сварке [1, с. 69] возможны три варианта ведения сварочного процесса:

- разогрев кромок ниже температуры плавления;
- разогрев кромок с оплавлением в точке схождения кромок;
- разогрев кромок с оплавлением до точки схождения кромок.

Высокочастотный ток, проходя по свариваемой трубной заготовке, концентрируется на кромках, вызывая интенсивный их нагрев. Металл доводится до оплавления.

Выбор частоты тока диктуется следующими факторами:

- шириной зоны нагрева под сварку;

– теплофизическими и электромагнитными свойствами материала;

- толщиной свариваемого материала; диапазоном частот, выделенных для промышленного использования.

Находит применение сварочный ток частотой от 70 кгц до 1,76 мгц, но большая часть установок работает на частоте 440–450 кгц.

При высокочастотной сварке формирование сварного шва осуществляется по одному из трех вариантов соединения кромок (рис. 1):

- встык;
- внахлестку;
- встык с отбортовкой кромок.

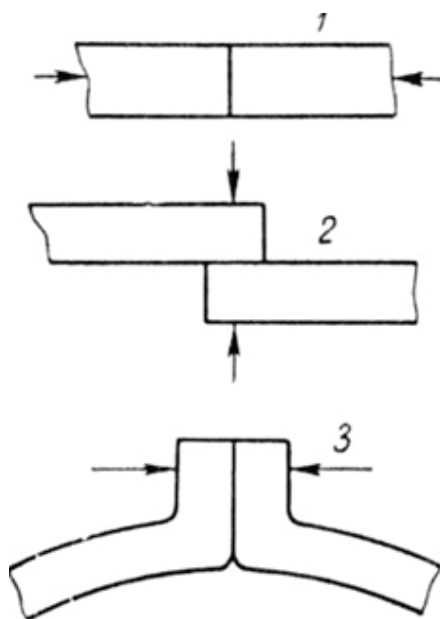


Рис.1. Схемы формирования сварного шва
1 — встык; 2 — внахлест; 3 — встык с отбортовкой

Технологический процесс высокочастотной сварки труб включает:

- подготовку штрипса (ленточной заготовки);
- формовку трубной заготовки;
- операцию сварку;
- калибровку и правку;
- контроль продукции.

Исходным материалом служат рулоны холоднокатаной ленты. Резку на требуемую ширину производят на дисковых агрегатах продольной резки. Максимальное отклонение ширины ленты от номинала не должно превышать 0,3 мм. К качеству реза предъявляют высокие требования, так как в дальнейшем кромки не подвергаются дополнительной обработке и дефекты резки сказываются на качестве сварки и работе сварочного оборудования.

Правке при необходимости подвергаются только ленты толщиной более 2,5 мм.

Формовку трубной заготовки производят на валковых многоклетевых станах методом холодного профилиро-

вания. Число клеток зависит от материала, размера трубы и величины отношения диаметра к толщине стенки. Профиль валков каждой клетки выполняют на основании разработанной калибровки. Наиболее широкое распространение в практике заводов имеют калибровки двух типов. Первый тип калибровок дает малое удлинение кромок, валки относительно просты в изготовлении. Калибровки отличаются высокой степенью универсальности и взаимозаменяемости. Второй тип калибровок дает большую устойчивость ленты в поперечном направлении и позволяет проектировать валки несколько меньших габаритов. Для труб малого диаметра в основном применяют калибровки первого типа. Разработку калибровки валков и их изготовление производят в следующей последовательности. Устанавливают тип калибровки, количество формовочных и калибровочных клеток и ширину исходной заготовки в зависимости от размера и материала трубы. Затем определяют профиль валков. Радиус и конструкцию закрытых калибров горизонтальных валков

либо определяют по заданному углу подгибки с последующим расчетом толщины шайбы, либо используют прак-

тические данные по расстановке шайб в закрытых клетях и затем определяют радиус калибров (рис.2).

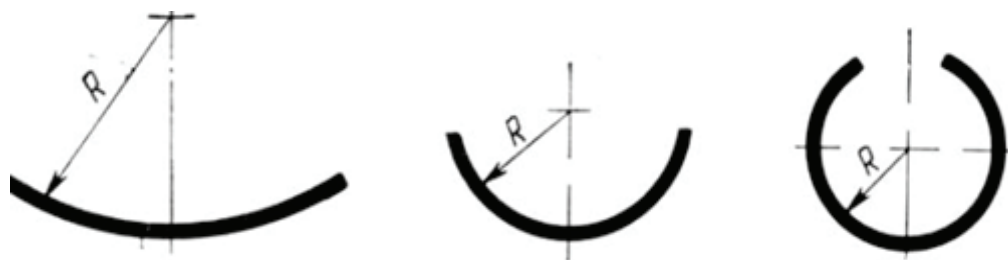


Рис. 2. Типы калибровок инструмента для формовки трубной заготовки

Катающий диаметр нижнего валка первой клетки выбирают из конструктивных соображений, а все последующие проектируют с учетом создания натяжения между клетями. Обычно от клетки к клетям диаметр увеличивают на 0,5–1 мм.

Валки формовочного и калибровочного станков изготавливают из стали X12M с закалкой на твердость HRC = 58–60. Чистота обработки рабочих поверхностей валков не ниже у 9. Качество поверхности валков имеет особое значение в связи со склонностью алюминия и его сплавов к налипанию. Точность рабочего профиля валка контролируют по шаблону, и отклонения не должны превышать 0,05 мм.

Высокочастотная сварка характеризуется большими удельными давлениями в сварочном узле, высокими скоростями сварки и ведением процесса в режиме непрерывного оплавления. Высокие скорости сварки являются обязательным условием получения качественного соединения, причем качество шва с увеличением скорости повышается.

Качество сварного шва определяется следующими параметрами:

- давлением в сварочном узле;
- углом схода кромок;
- скоростью сварки трубы;
- подводимой мощностью для нагрева кромок.

Давление в сварочном узле регулируют установкой сварочных валков, скоростью сварки и углом схода кромок. С увеличением угла схода давление возрастает.

Скорость сварки труб лимитируется, прежде всего, работой механического оборудования и может достигать на тонкостенных трубах 120–150 м/мин. Потребляемая для нагрева кромок мощность зависит в значительной степени от расположения индуктора относительно сварочных валков, зазора между индуктором и трубой, конструкции и расположения ферритового сердечника. Ферритовый сердечник обычно устанавливают на расстоянии 15–25 мм от оси сварочных валков.

Принципиальное устройство сварочного узла трубосварочного агрегата на основе высокочастотной сварки приведено на рис.3.

Набор ферритовых элементов, размещенных на держателе, помещается в рабочую зону (зону сварки). Эта зона характеризуется высокими температурами и большими уровнями высокочастотных электромагнитных полей. Ферритовые элементы в этой зоне растрескиваются, выгорают.

Высокочастотные магнитные потоки внутри сердечника распределяются неравномерно, что приводит к неравномерному его разогреву. Наиболее сильно (до 150–190 С) разогреваются участки ферритового сердечника,

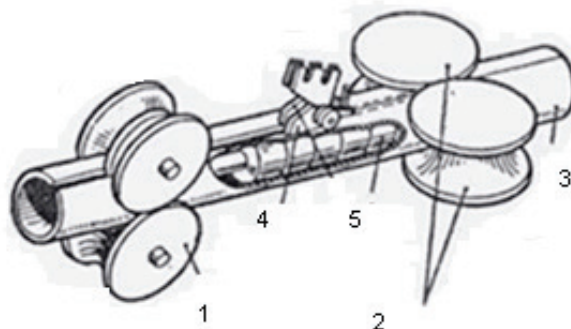


Рис. 3. Принципиальное устройство узла сварки трубосварочного агрегата. 1, 2 — обжимные ролики, 3 — трубная заготовка, 4, 5 — ферритовый сердечник в сборе

находящиеся между индуктором и точкой схождения кромок трубной заготовки.

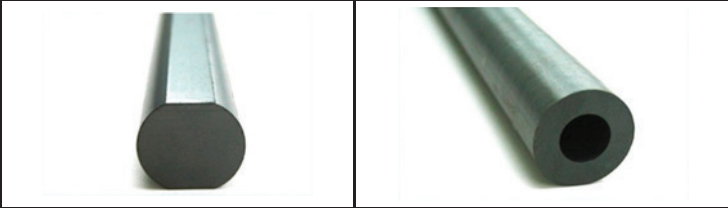

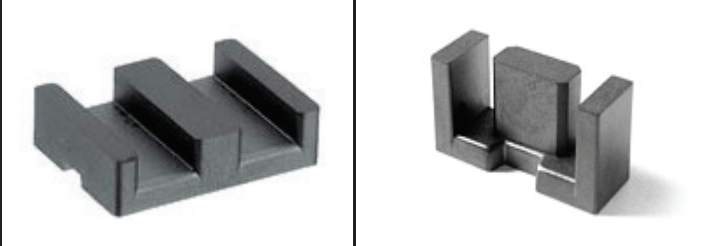
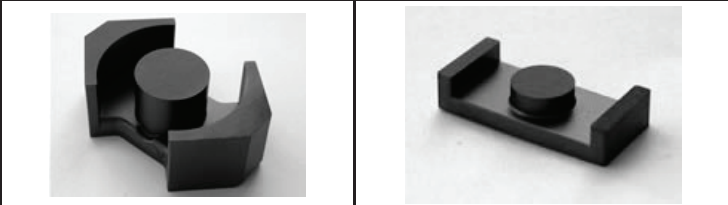
Поскольку наблюдается сильная зависимость технологических свойств ферритов от температуры и, соответствующее, уменьшение магнитной проницаемости и индукции насыщения феррита происходит снижение эффективности передачи высокочастотной мощности к свариваемым кромкам металла [3, с.88]. Учитывая, что теплопроводность феррита невысока, какие-либо средства и способы их охлаждения будут неэффективными. Охлаждение ферритов водой или эмульсией приводит лишь к поверхностному эффекту. Внутренние участки ферритов не успевают охлаждаться. В подобных условиях эксплуатации срок службы ферритов весьма сильно сокращается. Известны предложения по увеличению срока эксплуатации трубосварочного оборудования путем устранения местного перегрева ферритового сердечника за счет придания сердечнику возвратно-поступательного движения вдоль оси трубной заготовки. Практическая реализация подобного предложения вызывает массу технических

сложностей, особенно при сварке труб малых диаметров. Эффективность охлаждения ферритов также весьма сомнительна.

Высокочастотная сварка применяется при изготовлении сварных труб. Металл нагревается пропусканием через него токов высокой частоты (ТВЧ). При ТВЧ-сварке труба перед сварочным узлом формируется в виде заготовки, у которой кромки расположены под острым углом и сходятся в точке сварки. ТВЧ подводится к кромкам посредством индуктора или вращающегося контактного ролика таким образом, чтобы он проходил от одной кромки к другой через точку соприкосновения. Заготовка трубы поступательно перемещается направляющими роликами и сдавливается обжимными роликами (рис.3).

Качество сварного соединения и расход электроэнергии обусловлены особенностями протекания ТВЧ по проводникам. Вследствие поверхностного эффекта и эффекта близости, который усиливается по мере сближения кромок, наибольшая концентрация тока достигается в точке соприкосновения сходящихся кромок. Здесь воз-

Таблица 1. Разновидности ферритовых сердечников

	Сердечники для высокочастотной сварки труб конфигурации Impeder core конфигурации ZR ZRH фирмы TDK
	Стержни для высокочастотной сварки труб конфигурации ZRSH, ZRS фирмы TDK
	Ферритовые сердечники E, EF ETD
	Ферритовые сердечники ELP, EFD
	Ферритовые сердечники ER, RM

никает наивысшая температура и происходит сварка под действием обжимных роликов. Для повышения интенсивности нагрева и уменьшения шунтирования сварочного тока в заготовку трубы вводится ферритовый сердечник, вследствие чего индуктивное сопротивление шунтирующих путей для ТВЧ становится очень большим, а утечка тока между контактами помимо места сварки резко уменьшается.

Характеристики и долговечность используемого сердечника оказывают большое влияние на качество процесса сварки.

В качестве сердечников при производстве труб по данному способу используются ферриты, представляющие собой химические соединения оксида железа Fe_2O_3 с оксидами других металлов [3, с.74]. Ферриты обладают особыми магнитными (ферромагнетики) свойствами, сочетают высокую намагниченность и полупроводниковые или диэлектрические свойства. Большинство ферритовых материалов это окислы металлов (железа, марганца, цинка и т.д.). Окислы выполняют роль изолятора, поэтому ферриты имеют большее удельное сопротивление, чем магнитные сплавы. В результате этого ферриты в преобразовательных устройствах могут работать на значительно более высоких частотах, включая мегагерцовый диапазон. Электрические характеристики ферритов существенно отличаются от металлических и порошковых материалов.

Индукция насыщения ферритов примерно втрое меньше аналогичного параметра металлических сердечников. При температурах свыше $1500^{\circ}C$ магнитные характеристики ферритов заметно ухудшаются.

Компоненты, входящие в состав феррита, смешивают и спекаются. После этого происходит перемалывание частиц, они становятся однородными. Затем происходит прессование материала, и в результате достигается желаемая форма сердечника.

Сердечники, подлежащие сборке, такие как чашечные сердечники, или имеющие E, U или I формы, должны иметь идеально соприкасающиеся поверхности и минимальные зазоры между ними. Современные кольцевые сердечники помещаются в специальный барабан, где происходит обработка острых краев сердечника, затрудняющих намотку.

Существует большое разнообразие форм и типоразмеров выпускаемых ферритовых сердечников (табл. 1). Каждая форма или типоразмер сердечников имеет определенные преимущества в определенных условиях. Например, стоимость типа ЕТД является довольно высокой по сравнению с кольцевыми сердечниками; сравнение же по технологичности намотки могут выигрывать сердечники ЕТД, а не кольцевые. При выборе формы сердечника приходится рассматривать такие факторы, как эффективность отвода тепла, необходимость экранирования и другие.

Литература:

1. Куневич, А. В. Ферриты, каталог М., 1991
2. Куневич, А. В., Подольский А. В. Сидоров И. Н. «Ферриты: Энциклопедический справочник. Магниты и магнитные системы. Том 1» издательство Лик, 2004 г.
3. Бабич, Э. А. и др. Технология производства ферритовых изделий. М.: Высшая школа, 1978, 1978—224 с.

Влияние жесткости оборудования на стойкость фрез с мелкогабаритным периодическим профилем

Беляев Дмитрий Владимирович, старший преподаватель;
Курнашов Сергей Игоревич, студент
Национальный исследовательский Томский государственный университет

Представлены методика измерений зазоров в кинематических цепях оборудования для фрезерования мелкогабаритных периодических профилей, результаты стойкостных испытаний фрез для обработки мелкогабаритных периодических профилей с различными схемами формирования профиля режущей кромки — полнопрофильной и с конструктивной подачей. Даны практические рекомендации по использованию режимов резания для инструментов с конструктивной подачей.

Ключевые слова: зазоры в кинематических цепях оборудования, конструктивная подача, винтовое за- тылование, стойкостные характеристики, мелкогабаритный периодический профиль, фрезерование.

В настоящее время все больший интерес вызывают вопросы, связанные с изготовлением мелкогабаритных деталей для узлов, используемых в мехатронике. Ми-

ниатюризация изделий подобного класса накладывает повышенные требования к точности и качеству обрабатываемых изделий. Несмотря на бурное развитие тех-

нологий трехмерной печати, инструментальная обработка по-прежнему остается основным способом изготовления металлических деталей, тем более, если они изготавливаются из стали.

Высокие требования к точности и качеству особенно жесткими становятся в случае необходимости изготовления деталей с мелкогабаритными периодическими профилями, например, мелкогабаритных зубчатых колес для трансмиссионных узлов, либо пазов со сложным профилем

и т.п. Один из способов получения качественного профиля с периодически повторяющимися элементами малого размера — использование инструмента с отдельной схемой формирования профиля, называемой «конструктивной» подачей Σ_K (рис. 1). Известен способ образования подачи Σ_K , названный «винтовым затылованием», при котором традиционное возвратно-поступательное движение затылования задних поверхностей заменено на совокупность винтовых движений, аналогичных резьбошлифованию.

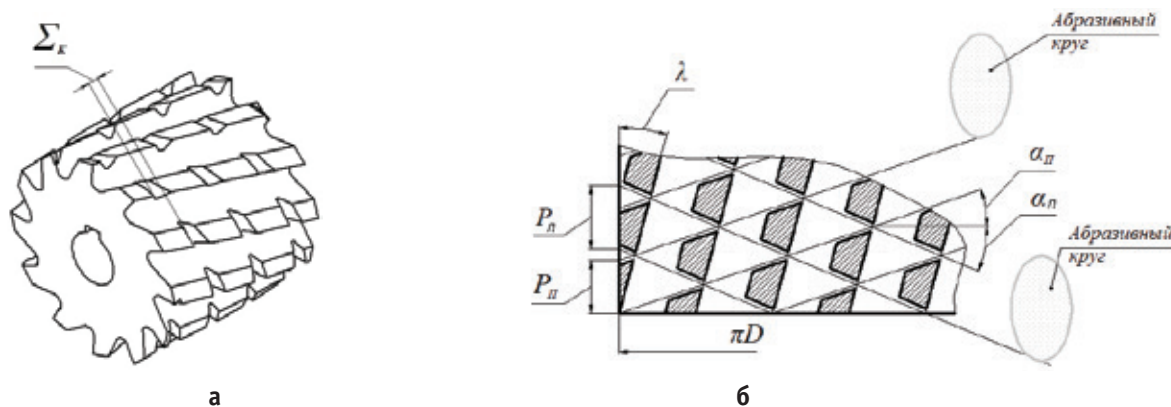


Рис. 1. Пример «конструктивной» подачи Σ_K обдирочной фрезы (а) и образование Σ_K методом «винтового затылования» (б)

Такой инструмент позволяет получать высокую точность обрабатываемого профиля, однако, наряду с преимуществами, должен иметь и недостатки, как с точки зрения эксплуатационных характеристик или динамики процесса обработки, так и с точки зрения физических процессов, протекающих в зоне контакта инструмента с заготовкой.

Исследованиям в области проектирования и эксплуатации инструментов с конструктивной подачей Σ_K посвящен ряд работ [1,2]. Известны работы по определению стойкостных характеристик фрез такого типа [3,4].

Полученная в результате экспериментов зависимость длины пути обработки мелкопериодического профиля от величины подачи на зуб S_z для инструментов с различными схемами расположения периодических элементов режущей кромки немонотонна (рис. 2). Это объясняется целым рядом причин, среди которых следует отметить нестабильность процесса обработки, и как следствие, неравномерность усилий резания, изменяющееся в процессе испытаний значение максимальной толщины срезаемого слоя a_{max} , нестабильность температурных режимов в зоне контакта инструмента с обрабатываемой поверхностью [5].

Как видно из рисунка 1, зависимость $L_{обр} = f(S_z)$ ($L_{обр} = f(a_{max})$) в указанных пределах можно условно разбить на четыре участка. На участке I ($a_{max} = 0,008-0,01$ мм) зависимость и для инструмента с «полнопрофильной» режущей кромкой, и для инструмента с конструктивной подачей Σ_K возрастает, т.е. на данном участке стойкость обоих инструментов растёт, данный участок характеризу-

ется небольшими толщинами срезаемого слоя a_{max} . Учитывая определенную нежесткость системы СПИД, имеющуюся на любом оборудовании, следует предположить, что существуют определенные значения максимальной толщины срезаемого слоя a_{max} , при которых производящая поверхность, контактируя с обрабатываемой поверхностью, не осуществляет резания как такового, а как бы отжимается на величину суммы зазоров во всех кинематических цепях оборудования, задействованных в процессе формообразования. Для определения данной величины (в дальнейшем $\Delta l_{зав}$) у используемого оборудования, были проведены соответствующие измерения (рис. 3). Между поверхностью обрабатываемого изделия и оправкой инструмента устанавливалась динамометрическая скоба, предназначенная для создания усилий, необходимых для выборки имеющихся в цепях станка зазоров.

Направляющие осевой горизонтальной подачи станка (ось Y) условно приняты за жесткую опору. Вращая ручку вертикальной подачи, т.е. изменяя положение рабочего стола (координаты Z), фиксировали показания индикатора, регистрирующего величину перемещения рабочего стола относительно жесткой опоры и индикатора, регистрирующего величину перемещения стола относительно оправки, т.е. относительно инструмента. Разница в показаниях индикаторов составляет искомую величину зазоров в кинематических цепях используемого оборудования. Была проведена серия измерений, в результате которой выяснилось, что данная величина для нашего случая на-

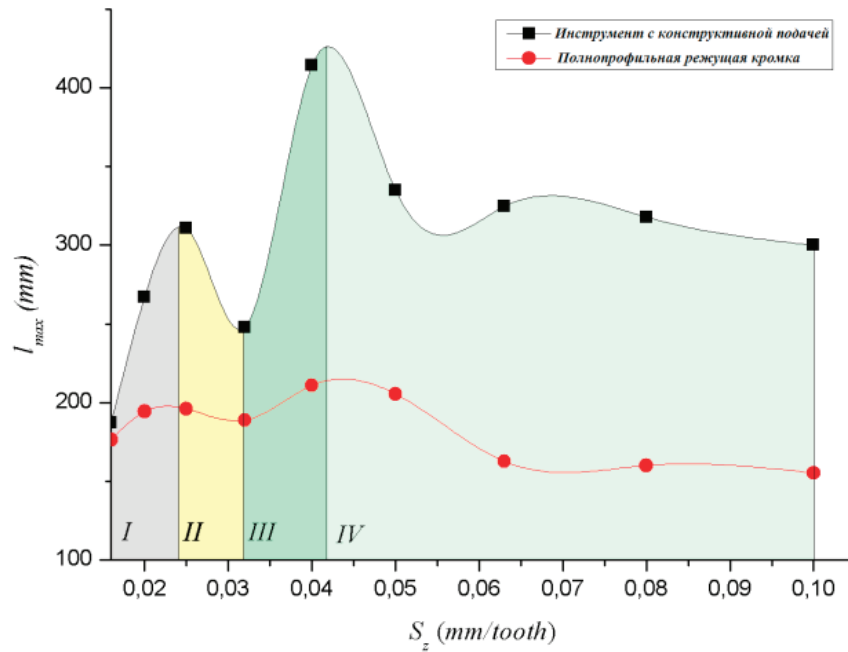


Рис. 2. Зависимость длины пути обработки l_{max} от величины подачи на зуб S_z

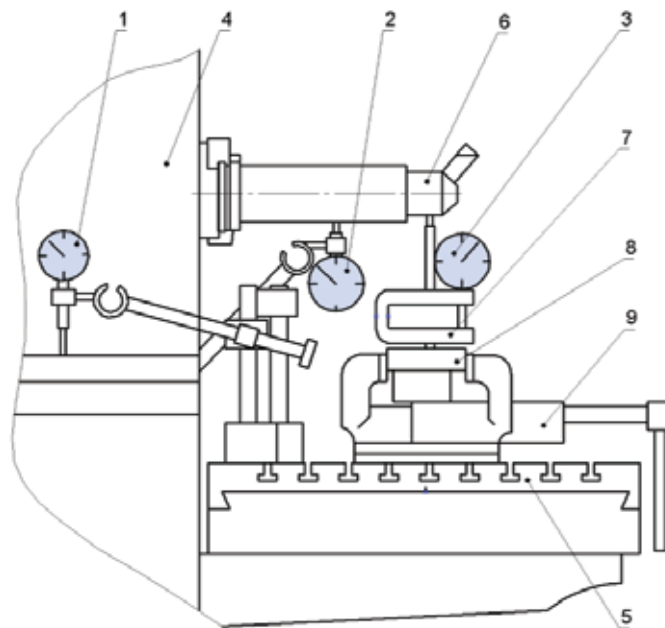


Рис. 3. Схема установки для измерения суммарной величины зазоров в кинематических цепях станка:

- 1 — индикатор для измерения величины перемещения рабочего стола; 2 — индикатор для измерения величины зазоров в кинематических цепях; 3 — индикатор для измерения усилия, требуемого для выборки зазоров;
- 4 — направляющие осевой подачи станка (жесткая опора); 5 — рабочий стол станка; 6 — оправка с инструментом;
- 7 — динамометрическая скоба; 8 — обрабатываемое изделие; 9 — тиски

ходится в пределах 8–9 мкм. Таким образом, можно предположить, что для участка *I* характерно то, что на большей части дуги контакта (рис. 4) инструмент лишь деформирует обрабатываемую поверхность и изнашивание режущей кромки осуществляется за счет «выглаживания» задней поверхности поверхностным слоем материала заготовки (абразивный износ). В этом случае, работа стружко-

образования невелика, следовательно, количество тепла, выделяющегося в зоне контакта, также невелико и значимого влияния на процесс износа инструмента не окажет. Измерение силы резания с помощью динамометра показало, что для *I* участка кривой характерна значительная величина радиальной составляющей P_y силы резания (отношение P_y/P_z составляет приблизительно 0,703–0,708).

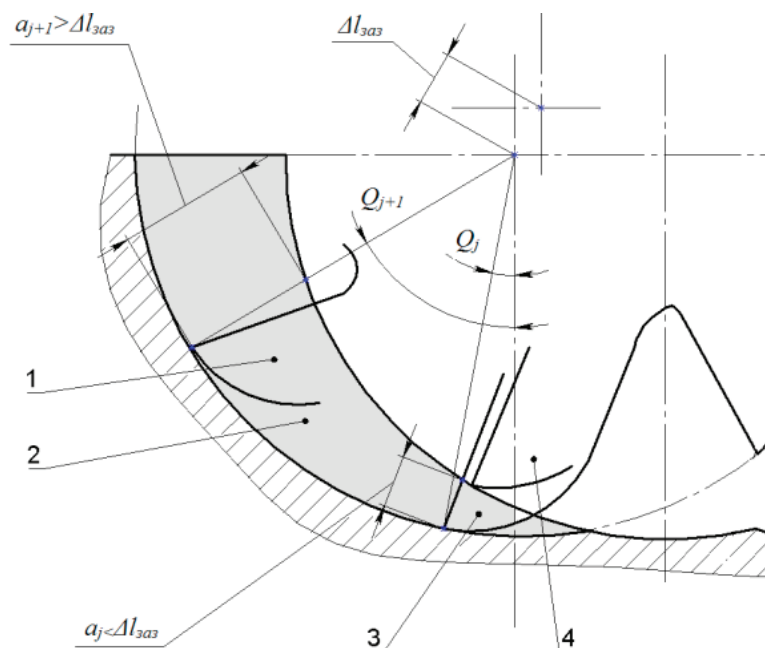


Рис. 4. Изменение длины дуги контакта, вследствие наличия зазоров в кинематических цепях оборудования: 1 — зуб фрезы; 2 — срезаемый слой материала обрабатываемой поверхности; 3 — положение зуба инструмента в случае отсутствия зазоров в цепях станка; 4 — реальное положение зуба инструмента вследствие отжатия от обрабатываемой поверхности при толщине срезаемого слоя меньше суммарной величины зазоров

На участке *II* ($a_{\max} = 0,01-0,012\text{мм}$) (рис. 2) стойкость обоих инструментов падает. Причиной этого снижения является тот факт, что зазоры в используемых цепях станка выбираются, и на большей части дуги контакта осуществляется срезание припуска, а не «подминание» его. Это приводит к увеличению количества тепла, выделяемого в процессе резания, и, как следствие, к увеличению доли адгезионного износа в процессе изнашивания режущей кромки зуба инструмента.

Участки *III* и *IV* зависимости $L_{\text{обр}} = f(S_z)$ (рис. 2) характеризуются толщинами срезаемого слоя ($a_{\max} = 0,012-0,014\text{мм}$ и $a_{\max} = 0,014-0,025\text{мм}$, соответственно), при которых срезание происходит на большей части дуги контакта и, поэтому, жесткость системы СПИД оказывает меньшее влияние на стойкость инструмента, чем происходящие в зоне резания тепловые процессы.

Сравнение полученных в ходе экспериментов стойкостных характеристик инструментов с осевой конструктивной подачей Σ_K и инструментов с «полнопрофильной» режущей кромкой показывает, что стойкость не накладывает ограничений на применение конструктивной подачи, а следовательно, и на использование винтового затылования фрез для обработки мелких периодических профилей, и инструмент с осевой конструктивной подачей Σ_K обладает большим запасом стойкости, чем аналогичный инструмент с «полнопрофильной» режущей кромкой. Обработку мелких периодических профилей фрезами с применением осевой конструктивной подачи наиболее рационально вести в интервале режимов резания, обеспечивающих выборку зазоров в кинематических цепях используемого оборудования ($a_{\max} = 0,01-0,012\text{мм}$, участок *II* зависимости $L_{\text{обр}} = f(S_z)$).

Литература:

1. В. Б. Протасьев, Ю. С. Степанов, М. В. Ушаков Прогрессивные конструкции затылованных инструментов / под ред. Ю. С. Степанова, М.: Машиностроение, 2003, 120 с., ил.
2. В. Б. Протасьев, Е. С. Спиридонов, С. И. Соловьев, Г. М. Терешонков, В. Г. Денисов, В. В. Иванов, А. С. СССР № 1701450, МКП23 V23 G 5/18/ (1991)
3. Ф. А. Симанкин, Г. П. Борисенко. Влияние конструктивной подачи на усталостную прочность цилиндрических резьбовых фрез, Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал), S4 (1) (2013) с. 486–489
4. Simankin, F. A., Protasyev V. B., Simankin A. F., Botova A. L. The Influence of constructive feed on tool resilience tests at milling of small-size periodic profiles. Applied Mechanics and Materials, 2015
5. Ящерицын, П. И., Еременко М. Л., Фильдштейн Е. Э. Теория резания. Физические и тепловые процессы в технологических системах. — Мн.: Выш.шк., 1990. — 512 с., ил.

Исследование деформации почвы

Бибутов Насулло Салимович, доцент;
 Хожиев Азиз Холмуродович, старший преподаватель
 Бухарский инженерно-технологический институт (Узбекистан)

В статье приводятся материалы теоретического и экспериментального изучения деформации староорошаемой почвы зоны хлопкосеяния.

В сельском хозяйстве резание и переворачивание пласта почвы плугом называется вспашкой. Резание и отделение слоев почвы в виде комков или сыпучего материала с объемом пор и пустот значительно большими, чем до разработки или механического разрушения, называется рыхлением.

В процессе рыхления почва разрушается в пределах определенного объема, ширина которого на поверхности поля превышает ширину рыхлящего элемента.

Под зоной разрушения подразумевается слой почвы, где происходит трещинообразование, ведущее к увеличению ее вспушенности и скважности, что является основной задачей рыхления.

В технологическом отношении рыхление почвы является процессом отделения от почвенного массива кусков и слоев инструментом клинообразной формы, а в физическом понимании — механическое разрушение почвенного массива.

Основные геометрические размеры и форма зоны рыхления почвы зависит от физико-механических свойств почвы, количество и очертание рыхлящего элемента, положения лезвия лемеха относительно направления резания и поверхности поля.

Орудия рыхления почвы в поливном земледелии устроены и действуют по принципу резание с отделением стружки. Но из-за разновидности рыхлящих элементов (рис.1) имеются также различные способы резания. Например: в зависимости от положения режущей кромки относительно направления движения агрегата различают

прямоугольное и косоугольное резание. При этом резание может осуществляться прямолинейной или ломанной режущей кромкой с одной или с двумя гранями.

В зависимости от схемы расстановки рабочих органов на раме орудия существуют различные условия процесса резания: заблокированное, деблокированное и свободное.

Для рыхления почвы подпахотного горизонта на глубину 0,3...0,6 м. могут быть применены все виды резания.

Прямоугольное резание осуществляется рыхлящим элементом в виде долота, которое характеризуется параметрами: углом вхождения в почву (угол крошения) α , ширины захвата d и длины рабочей поверхности ℓ_0 . При этом почва деформируется не только в поперечном, но и в продольном направлении, дно зоны рыхления получается ровным, а форма поперечного сечения — трапециодальная.

В продольном направлении зона распространения деформации определяется углом бокового скалывания и длиной ℓ_p , а в поперечном направлении характеризуется углом бокового скалывания и шириной распространения деформации почвы (рис.2).

$$\ell_p = h \cdot \operatorname{ctg} \psi_1; \quad B = d + 2h \cdot \operatorname{ctg} \psi \quad (1)$$

Площадь поперечного сечения трапеции определяется следующей формулой: $A_d = dh + h^2 \operatorname{ctg} \psi$

Косоугольное резание осуществляется рыхлящим элементом в виде лемеха с одним или двумя рабочими гранями, который называется рыхлительная лапа с основ-

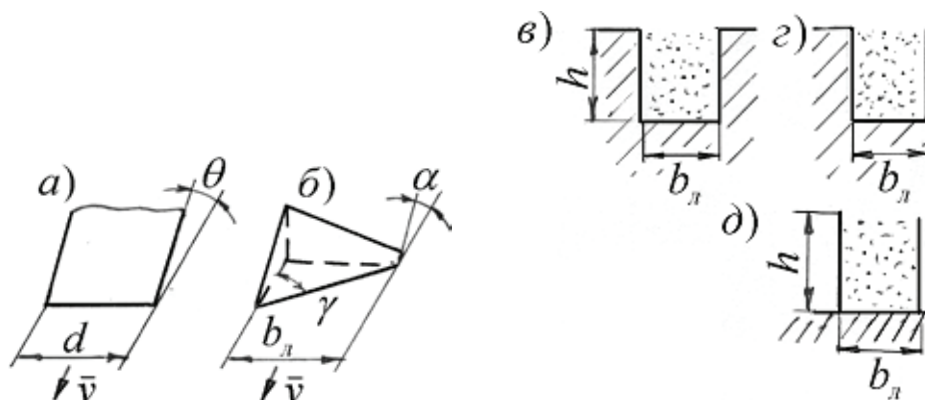


Рис. 1. Разновидности рыхления (резания): а) прямоугольное резание; б) косоугольное резание; в) резание ломанной режущей кромкой; г) заблокированное резание; д) деблокированное резание; е) свободное резание

ными параметрами: ширина захвата — b ; угол груди — θ ; угол раствора — 2γ ; угол крошения — α .

В процессе разрушения почвы рыхлительной лапой дно зоны рыхления получается ровной, а форма поперечного сечения трапециодальная. (рис.2)

Площадь поперечного сечения зоны рыхления определяется по следующей формуле:

$$A = b_E h + h^2 \text{ctg } \psi \tag{2}$$

Формулы (1) и (2) отличаются тем, что в одном случае площадь зоны рыхления зависит от ширины захвата долото — d , а в другом от ширины захвата рыхлительной лапы — b_E . При равных значениях d и b_E (при $h = \text{const}$ и $\psi = \text{const}$) получим, что $A_d = A$, т.е. площадь зоны рыхления произведенного долотом равна площади зоны рыхления, произведенного рыхлительной лапой.

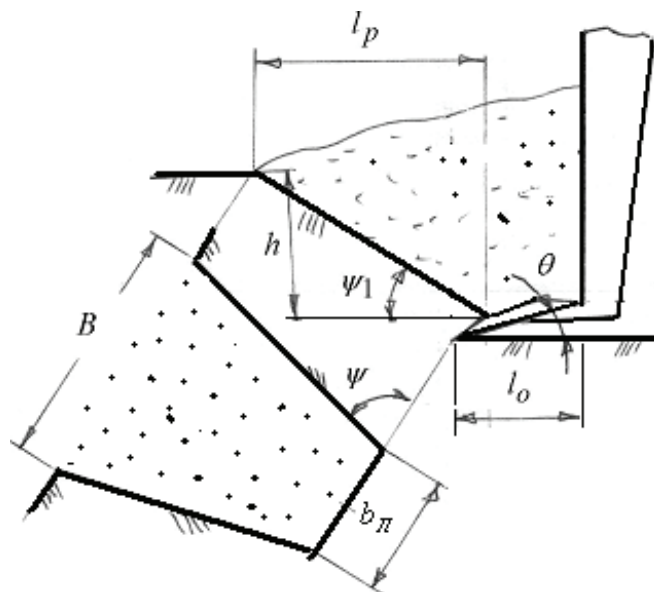


Рис. 2. Схема определения зоны деформации почвы: а) клин; б) зона рыхления; в) поперечное сечение деформированной зоны

Изучение деформации почвы в зависимости от основных параметров рыхлительной лапы проводилось в лабораторно-полевых условиях с применением окрашенных постелей. Для этого в яму размером 3 x 30 м в плане и глубиной 0,7 м засыпалась почва с чередованием окрашенных слоев через каждые 0.1 м (рис.3). Почва для создания однородного фона предварительно просеивалась через решето с размером ячеек 5 мм. После закладки очередного

слоя почва разравнивалась планировщиком. «Постели», но крашенные слои почвы, в течение зимы и осени находились в естественных условиях и по физико-механическим свойствам были идентичны почве полей, предназначенных для рыхления.

Изучение продольной и боковой деформации почвы проводилось в зависимости от угла крошения α и ширины захвата рыхлительной лапы — b_E .

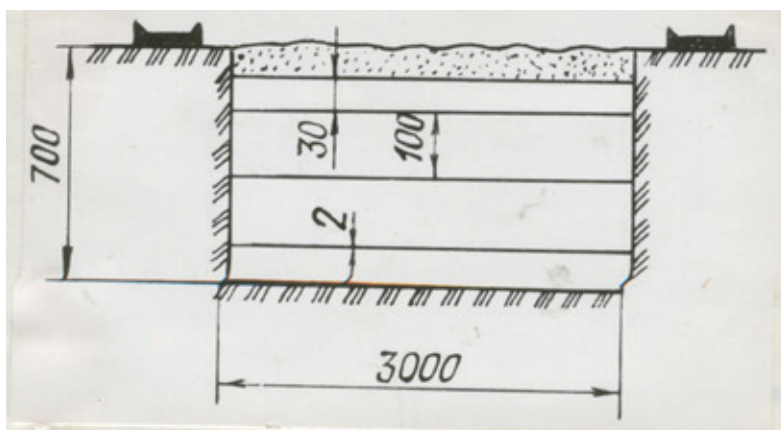


Рис. 3. Поперечный разрез поля с окрашенными слоями почвы

Литература:

1. Н. С. Бибутов — Обоснование параметров рабочего органа глубокорыхлителя для зоны хлопкосеяния. Дис. канд. наук. Янгиюль, 1983 г.

Изучение деформации почвы в зависимости от основных параметров рыхлительной лапы

Бибутов Насулло Салимович, доцент;
 Хожиев Азиз Холмуродович, старший преподаватель
 Бухарский инженерно-технологический институт (Узбекистан)

Изучение деформации почвы в зависимости от основных параметров рыхлительной лапы проводилось в лабораторно-полевых условиях с применением окрашенных постелей. Для этого в яму размером 3 x 30 м в плане и глубиной 0,7 м засыпалась почва с чередованием окрашенных слоев через каждые 0,1 м (рис.3). Почва для создания однородного фона предварительно просеивалась через решето с размером ячеек 5 мм. После закладки очередного слоя почва разравнивалась планировщиком. «Постели», но крашенные слои почвы, в течение зимы и осени находились в естественных условиях и по физико-механическим свойствам были идентичны почве полей, предназначенных для рыхления.

Эти разрезы фотографировали и зарисовали через стекло на кальку. По полученным данным определяли углы продольного и бокового скалывания почвы (рис. — 1).

Углы продольного и бокового скалывания будут равны

$$\operatorname{tg}\psi_1 = \frac{h}{\ell}; \quad \operatorname{tg}\psi = \frac{h}{c} \quad \text{или} \quad \psi_1 = \operatorname{arctg} \frac{h}{\ell};$$

$$\psi = \operatorname{arctg} \frac{h}{c}$$

На продольных разрезах (рис.4) видна продольная плоскость скалывания А-А, а на поперечных получено

направление боковой плоскости скалывания почвы Б-Б (рис.1). Изменение угла крошения лемеха существенно влияет на углы продольного и бокового скалывания. На рис.5 показано изменение углов продольного и бокового скалывания в зависимости от угла крошения лемеха. Из рис. — 5 видно, что с увеличением угла α от 15 до 30° приводит к уменьшению угла ψ_1 от 46°44' до 34°30'. На этом же рисунке показано теоретическое значение угла ψ_1 в зависимости от угла α

$$\psi_1 = \frac{\pi}{2} - \frac{\alpha + \varphi + \rho}{2} \tag{1}$$

Уменьшение угла продольного скалывания приводит к увеличению зоны распространения деформации почвы впереди лапы. Эта зона определяет точку крепления опорного колеса на раме глубокорыхлителя. Если опорные колеса прикрепить на раме внутри зоны деформации, то они будут проваливаться в почву, и не будет выдерживаться заданная глубина хода рыхлительной лапы.

При этом, глубина рыхления увеличивается от заданной, что приводит к увеличению тягового сопротивления глубоко рыхлителя. Поэтому опорное колесо надо устанавливать вне зоны распространения деформации почвы.

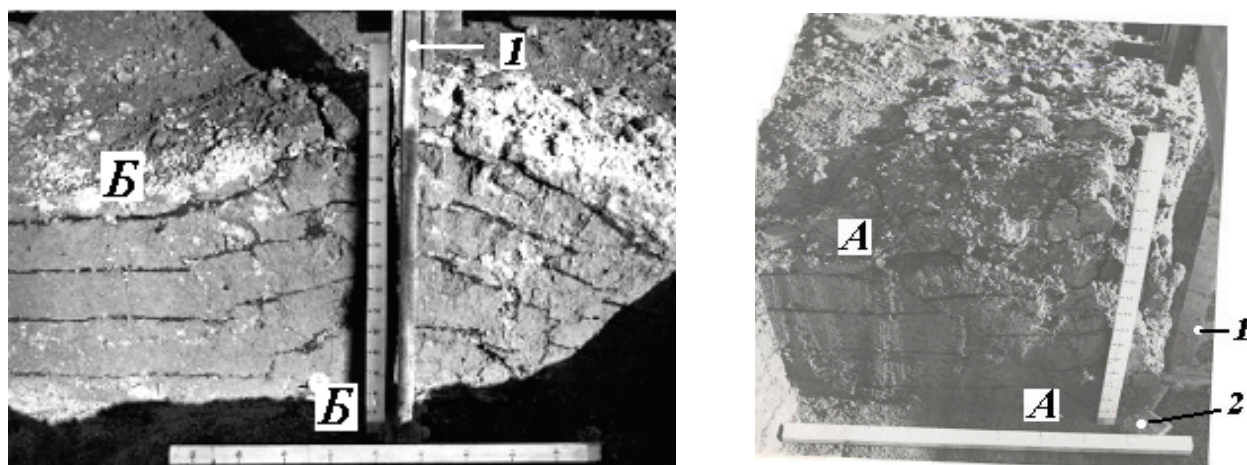


Рис. 1. Продольная и боковая деформации почвы рыхлительной лапой: 1 — стойка, 2 — рыхлительная лапа

Длина распространения деформации почвы впереди лапы зависит от угла груди, в свою очередь который связан с углом крошения рыхлительной лапы.

Расчет длины распространения деформации l_p в зависимости от угла α произведен при глубине рыхления

$h = 0,5$ м. С увеличением угла крошения рыхлительной лапы от 15 до 30° длина деформации почвы впереди лапы возрастает от 0,46 до 0,74 м. Это связано с тем, что с изменением угла α от 15 до 30° уменьшается угол продольного скалывания почвы.

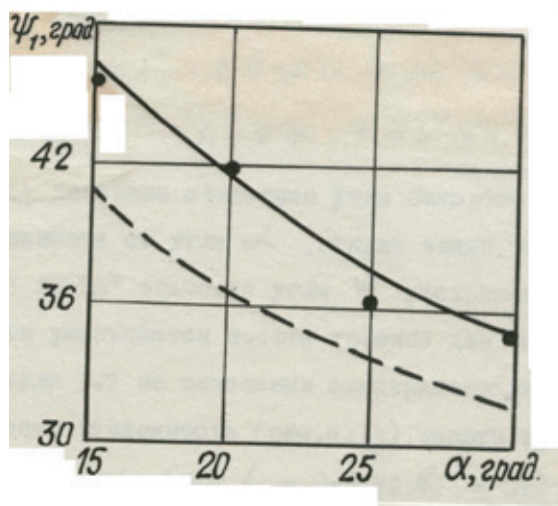


Рис. 2. Изменение углов продольного и бокового скалывания почвы в зависимости от угла крошения лемеха: Экспериментальная кривая — — — Теоретическая кривая —

На основании экспериментальных данных, методом наименьших квадратов выведена эмпирическая формула, характеризующая зависимость углов продольного Ψ_1 и бокового Ψ скалывания почвы от угла крошения рыхлительной лапы α , т.е.

$$\psi_1 = 0,04\alpha^2 - 2,6362\alpha + 76^{\circ}39'$$

$$\psi = 0,01\alpha^2 - 1,63\alpha + 83^{\circ}55'$$

На рис.5 показано изменение угла бокового скалывания почвы в зависимости от угла α , откуда видно, что с увеличением угла α от 15 до 30° значение угла Ψ уменьшается от 61°42' до 44°18'.

Изменение ширины лапы b от 0,4 до 0,7 м (при $\alpha=20^{\circ}$; $L=0,9$ м) не привело к существенному изменению углов Ψ_1 и Ψ .

Элементы деформации почвы в зависимости от угла крошения долото приведены в таблице 1.

Таблица 1. Элементы деформации почвы в зависимости от угла крошения

Угол крошения, град	Угол скалывания, град		Размеры распространения деформации, м		
	Ψ_1	Ψ	l_p	B	H
15	46	62	0,48	1,04	0,64
22	42	53	0,55	1,26	0,69
30	36	44	0,65	1,55	0,73

По выше изложенным данным можно пользоваться при исследовании параметров орудий рыхления подпахотного горизонта почвы зоны хлопкосеяния.

Литература:

1. Н. С. Бибутов. Обоснование параметров рабочего органа глубокорыхлителя для зоны хлопкосеяния. Дис.канд. наук. Янгиюль, 1983 г.

Агротехническая эффективность рыхления подпахотного слоя почвы

Гаффаров Х. Р., доцент

Бухарский инженерно-технологический институт

Гаффаров Л. Х., старший преподаватель

Каракульский сельскохозяйственный колледж (Узбекистан)

Окультиванию подпахотного слоя почвы исследователи уделяли и уделяют большое внимание. Изучение этого вопроса началось с появлением плугов еще в середине, XIX в. в почвенно-климатических условиях Европейской части СНГ, позднее — в Средней Азии, в зоне орошаемого хлопководства. Интерес к этому вопросу был вызван желанием повысить урожай сельскохозяйственных культур, в частности хлопчатника, путем увеличения мощности пахотного слоя.

На значение глубокой обработки почвы обратили внимание такие ученые, как Д.И. Менделеев, К.А. Тимирязев и др. Они, в частности, рекомендовали глубокую обработку почвы в качестве меры борьбы с засухой, средство регулирования запасов влаги, улучшения теплового режима и дыхания почвы и наконец, как средство увеличения мощности пахотного слоя. По данным И.Б. Ревута [1], для поддержания высокого уровня плодородия многих типов почв не следует допускать их переуплотнения, плотность почвы должна находиться в пределах 1,25...1,35 г/см³.

Глубокая обработка почвы достаточно широко распространена в странах Западной Европы, В США и Канада.

По мнению многих американских фермеров и научных работников опытных станций, глубокая обработка, особенно на тяжелых почвах, улучшает условия для развития хлопчатника. В засушливых районах США наиболее перспективным методом борьбы с засолением считается глубокое рыхление, которое дает прибавку урожая не менее 10%.

Если уплотненный подпахотный слой имеет большую толщину, то рыхление на глубину до 0,6...0,7 м обеспечивает образование мощного корнеобитаемого слоя. В то же время рыхление почв, не имеющих уплотненного слоя, может иногда привести к отрицательному эффекту — ухудшению водно-физических свойств почвы и, как следствие, уменьшению урожайности сельскохозяйственных культур.

В Китае под посевы риса, пшеницы, хлопчатника и других культур обработка почвы проводится на глубину 45...60 см, а в Германии глубина обработки почв с глубоким залеганием вредных солей составляет 50 см.

В Англии большое значение придается борьбе с уплотненными прослойками, образовавшимися после естественных осадков, путем глубокого рыхления или химической обработки. Глубокое рыхление проводится на глубину залегания уплотненных прослоек (0,4...0,6 м) и обеспечивает повышение урожайности сельскохозяйственных культур до 30%.

В условиях Средней Азии с жарким сухим летом глубина обработки играет огромную роль, прежде всего как средство накопления и сохранения влаги в обработанном слое почвы. Хлопчатник в период вегетации потребляет большое количество воды, поэтому важным неиспользованным резервом в повышении его урожайности остается окультуривание подпахотного слоя путем разрыхления уплотненной плужной подошвы.

Установлено, что 90% площадей под посевами хлопчатника в зоне хлопководства ежегодно подвергается воздействию колес, гусениц тракторов и рабочих органов сельскохозяйственных машин и орудий, в результате теряется около 20...50% урожая, так как происходит разрушение структуры почвы, ухудшается ее влагоемкость и водопроницаемость. Уплотненный подпахотный слой залегает на глубине 0,35...0,60 м, его плотность доходит до 1,7 г/см³, а скважность уменьшается до 6% в сравнении с аналогичными показателями почвы пахотного слоя.

По данным А.М. Игамбердиева и автора, исследовавших изменение плотности почвы по глубине до ее обработки (рис 1) видно, как интенсивно возрастает плотность почв при переходе от пахотного к подпахотному слою.

В плотных слоях почвы главный и боковые корни хлопчатника развивается в сторону менее уплотненных слоев, корневая система и стебли деформируются, развиваются медленно и оказываются очень слабыми. Поэтому уплотненный подпахотный слой почвы мало участвует в создании урожая хлопка (2).

При глубокой обработке почвы в разрыхленных слоях корневая система хлопчатника не сдавливается, меньше изгибается и по всей длине дает боковые отростки.

Можно утверждать, что в условиях жаркого климата Средней Азии подпахотный уплотненный слой почвы отрицательно влияет на урожайность хлопчатника, Увеличить урожайность хлопчатника представляется возможным за счет его рыхления. Если смещать подпахотные неплодородные слои с плодородным верхним слоем, то они окультуриваются за счет проникновения тепла, воды, воздуха, питательных веществ, так как повышается их скважность и уменьшается плотность.

Корни хлопчатника получают возможность проникнуть на большую глубину, охватить больший объем, тогда формируется более мощный куст, дающий больше корбочек.

Таким образом разрыхление подпахотного слоя почвы получило широкое признание и применяется в практике земледелия ряда стран.

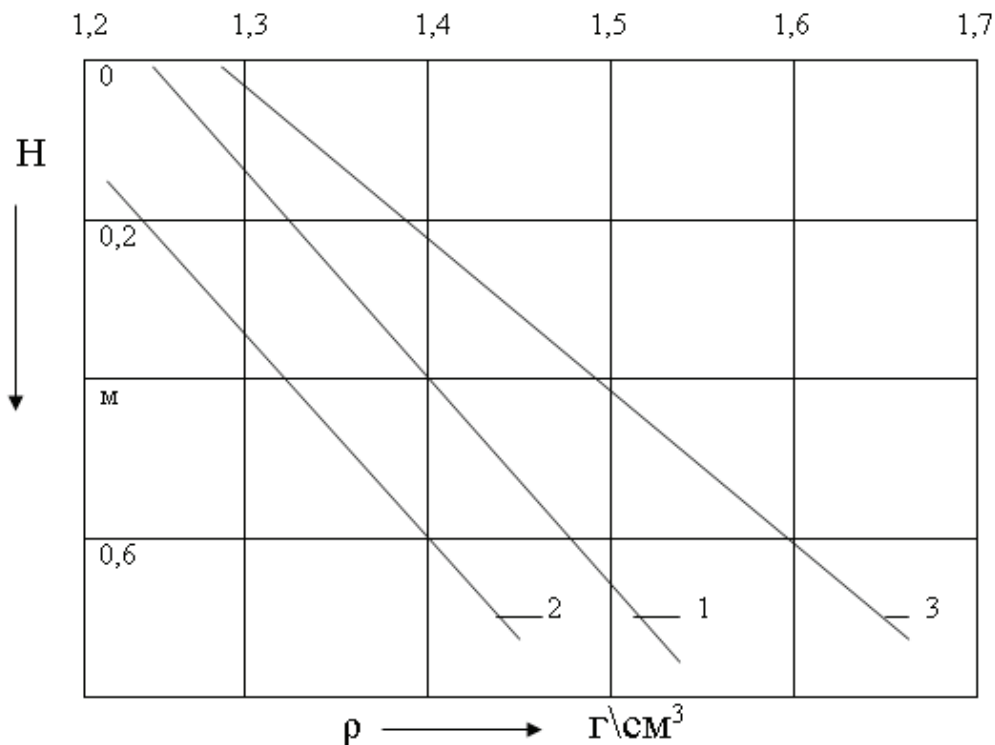


Рис. 1. Плотность почв разных типов по глубине до ее обработки: 1 — серозем орошаемой (А. К. Игамбердиев), 2 — темно-каштановая неорошаемая (А. К. Игамбердиева), 3 — старопашка давнего орошения (данные автора)

Литература:

1. Ревут, И. Б. Физика почв. Л.: Колос, 1972. 368 с.
2. Мухамеджанов, М. В. Корневая система и урожайность хлопчатника. Ташкент.: Узбекистан. 1978. 328 с.

Тяговое сопротивление центрального рабочего органа глубокорыхлителя

Гаффаров Х. Р., доцент
Бухарский инженерно-технологический институт

Суммарное тяговое сопротивление центрального рабочего органа состоит из сопротивления почвы перемещению долота и стойки.

$$R_{\Sigma} = R_d + R_c \quad (1)$$

где: R_d — сопротивление почвы перемещению долота;
 R_c — сопротивление почвы перемещению стойки;

Сопротивление почвы перемещению долота (рис. 1) как плоского двухгранного клина в общем виде описывается выражением (2).

$$R_d = R_1 + R_2 + R_3 + R_4 \quad (2)$$

Схема сил, действующих со стороны почвы на долото.

где: R_1 — сопротивление внедрению лезвия долота в почву;

R_2 — сопротивление почвы деформации (сдвигу);

R_3 — сопротивление, обусловленное силой инерции пласта почвы;

R_4 — сопротивление перемещению и подъёму пласта почвы по рабочей поверхности долота.

Очевидно, что сопротивления, обусловленные внедрением лезвия долота в почву и ее деформацией, возникают только в подпахотном слое, а сопротивления, обусловленные силой инерции пласта и его подъёмом, как в нижнем подпахотном, так и в верхнем слоях. Лезвие долота производит сжатие почвы впереди себя и затем раздвигает ее вверх и вниз, отделяя пласт от массива. Сопротивление почвы его внедрению можно определить из известного (3) выражения

$$R_1 = K_1 \rho t_1 b_1 \quad (3)$$

Где K_1 — коэффициент, учитывающий форму лобовой поверхности лезвия;

ρ — твердость почвы, Па;

t_1 — толщина лезвия, м;

b_1 — ширина лезвия;

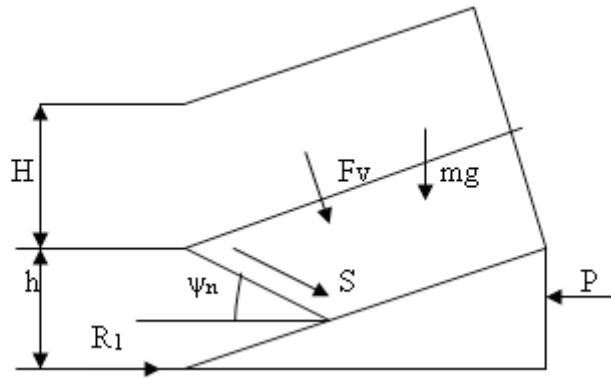


Рис. 1

Второй член уравнения (2) можно определить, спроектировав силу S сдвига и силу трения, возникающую от этой силы, на горизонтальную ось (2), т.е.

$$R_2 = S \cos \psi_n + f S \cos \{90 - (\alpha + \psi_n)\} \cos \alpha = S \{ \cos \psi_n + f \sin (\alpha + \psi_n) \cos \alpha \} \quad (4)$$

Где ψ_n — угол продольного скалывания почвы;

f — коэффициент трения почвы о металл.

Учтя, что $S = f F$, запишем

$$R_2 = f F \{ \cos \psi_n + f \sin (\alpha + \psi_n) \cos \alpha \} \quad (5)$$

где F — площадь плоскости сдвига

Под воздействием долота разрушение почвы в поперечно-вертикальной плоскости происходит и с его боков под углом ψ_2 . С учетом этого площадь плоскости сдвига равна

$$F = (b_d + h \operatorname{ctg} \psi_2) h / \sin \psi_n \quad (6)$$

Подставив значение в (5), находим

$$R_2 = f h (b_d + h \operatorname{ctg} \psi_2) \{ \cos \psi_n + f \sin (\alpha + \psi_n) \cos \alpha \} / \sin \psi_n \quad (7)$$

Согласно исследованию Г.Н. Синеокова, И.М. Панова (1), А.М. Шакирова (3), сопротивление, обусловленное изменением скорости перемещения пласта, можно определить по формуле

$$R_3 = \{ (\operatorname{ctg} \psi_2 + \operatorname{ctg} \psi_2) h \gamma + (2 \operatorname{ctg} \psi_2 + b_d + H \operatorname{tg} \Theta) \gamma^1 \} V^2 \sin \alpha \operatorname{tg} (\alpha + \gamma) \quad (8)$$

Где γ — плотность подпахотного слоя почвы;

γ^1 — плотность пахотного разрыхленного слоя почвы;
 Θ — угол распространения деформации в разрыхленном слое почвы;

V — скорость движения агрегата.

Сопротивление подъёму и перемещению пласта почвы по рабочей поверхности определено по формуле (1)

$$R_4 = b_d (h \gamma + H \gamma^1) h_d \operatorname{tg} (\alpha + \gamma) / \sin \alpha \quad (9)$$

Где h — высота подъёма пласта почвы долотом.

Используя значения R_1 из (1.3), R_2 из (1.7), R_3 из (1.8) и R_4 из (1.9) и (1.2), получаем значение тягового сопротивления долота

$$R_d = K_1 p t_1 b_1 + f h (b_d + h \operatorname{ctg} \psi_2) \{ \cos \psi_n + f \sin (\alpha + \psi_n) \cos \alpha \} / \sin \psi_n + \{ (\operatorname{ctg} \psi_2 + \operatorname{ctg} \psi_2) h \gamma + (2 \operatorname{ctg} \psi_2 + b_d + H \operatorname{tg} \Theta) \gamma^1 \} V^2 \sin \alpha \operatorname{tg} (\alpha + \gamma) + b_d (h \gamma + H \gamma^1) h_d \operatorname{tg} (\alpha + \gamma) / \sin \alpha \quad (10)$$

Проанализировав это выражение приходим к выводу, что тяговое сопротивление долота зависит от ширины захвата, угла установки к дну борозды, глубины хода, скорости движения агрегата и физико-механических свойств почвы.

Стойка рабочего органа взаимодействует с разрушенной долотом почвой и раздвигает ее в стороны. Силу сопротивления ее определяем, пользуясь схемой, приведенной на рис 2.

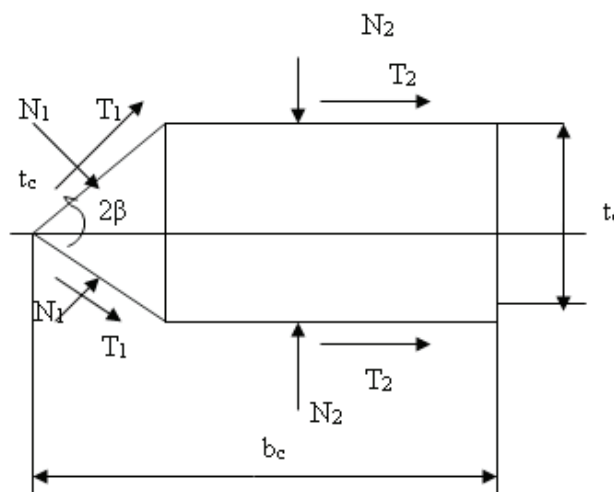


Рис 2. Схема сил, действующих на стойку

$$R_c = 2N_1 \sin \beta + 2T_1 \cos \beta + 2T_2 \quad (11)$$

где N_1 — сила нормального давления почвы на переднюю грань стойки;

$T_1 = fN_1$ — сила трения, возникающая на передней грани стойки;

$T_2 = fN_2$ — сила трения, возникающая на боковой грани стойки;

$$R_c = 2N_1 \sin \beta + 2fN_1 \cos \beta + 2fN_2 \quad (12)$$

Выразим N_1 и N_2 через удельное давление почвы на переднюю грань стойки и ее геометрические размеры

$$R_c = q_n t_c (h+H) (1 + ftg\beta + fq_0 (h+H) (2b_c - t_c ctg\beta)) \quad (13)$$

Где q_n — удельное давление почвы на переднюю грань стойки;

q_0 — удельное давление почвы на боковую грань стойки;

b_c — ширина стойки;

t_c — толщина стойки;

β — половина угла заострения стойки.

Удельное давление почвы на переднюю грань стойки зависит от физико-механических свойств почвы, глубины хода рабочего органа, скорости его движения и других факторов.

Изменение удельного давления почвы на переднюю грань стойки в зависимости от скорости движения можно выразить следующей эмпирической формулой (1):

$$q_n = q_0 (1 + Kv V) \quad (14)$$

где q_0 — удельное сопротивление при скорости движения, близкой 1 м.с;

Kv — коэффициент, учитывающий влияние скорости движения на удельное сопротивление почвы.

Таким образом, тяговое сопротивление центрального рабочего органа равно:

$$R_c = K_1 p t_1 b_1 + \xi h (b_d + h ctg \psi_2) \{ \cos \psi_n + f \sin (\alpha + \psi_n) \} / \sin \psi_n + \{ (h ctg \psi_2 + h ctg \psi_2) h \gamma + (2 h ctg \psi_2 + b_d + H tg \Theta \gamma^1) V^2 \sin \alpha t g (\alpha + \gamma) + b_d (h \gamma + H \gamma^1) h_d g t g (\alpha + \gamma) / \sin \alpha + q_n t_c (h+H) (1 + ftg\beta + fq_0 (h+H) (2b_c - t_c ctg\beta)) \quad (15).$$

Расчеты, проведенные по этой формуле при

$K_1 = 1$; $p = 5,0 \text{ МПа}$; $b_1 = 0,04 \text{ м}$; $\xi = 32,5 \text{ кПА}$; $h = 0,2 \text{ м}$; $b_d = 0,03 \dots 0,06 \text{ м}$; $\psi_2 = 42^\circ$; $\psi_n = 45^\circ$; $f = 0,8$; $\alpha = 20 \dots 30^\circ$; $\gamma = 1700 \text{ кг/м}^3$; $\gamma^1 = 1200 \text{ кг/м}^3$; $H = 0,3 \text{ м}$; $V = 1,1 \dots 1,4 \text{ м/с}$; $\Theta = 30^\circ$; $9,8 \text{ м/с}$; $q_n = 1,92 \text{ Н/см}^2$; $\beta = 45^\circ$; $q_0 = 0,164 \text{ Н/см}^2$ показали, что тяговое сопротивление центрального рабочего органа находится в пределах 4832,18...5550,08 Н.

Литература:

1. Синеоков Г.Н, Панов И. М., Теория и расчет почвообрабатывающих машин. М.: Машиностроение. 1977. 328с.
2. Вагин, А.Т и др. Механизация защиты почв от водной эрозии в нечерноземной полосе. Л.: Колос, 1977. 272с.
3. Шакиров, А. М. Обоснование технологии и параметров рабочего органа для нарезки поливных борозд при возделывании бахчевых культур. Автореферат диссертации канд.техн.наук. Янгиль, 1991, 16с.

Автоматизированная система слежения за внутренним герметизирующим устройством

Гозун Александр Александрович, студент;
Макаров Станислав Владимирович, ассистент
Новосибирский государственный технический университет

В данной статье представлена система, позволяющая осуществлять контроль и слежение за внутренними герметизирующими устройствами, при выполнении огневых работ.

Ключевые слова: автоматизация, огневые работы, внутреннее герметизирующее устройство, газ, газопровод, слежение.

В настоящее время автоматизация технологических процессов широко применяется в нефтегазовой отрасли. Автоматизация процессов используется на всех этапах добычи, переработки и транспортировки газа. В последнее время в связи со строительством новых магистральных газопроводов в Сибирском Федеральном округе и на Дальнем Востоке, а также при ремонте уже существующих газопроводов особую актуальность приобретают вопросы, связанные с безопасностью работ при проведении огневых операций. В этом случае автомати-

зация необходима для: слежения за вторичным уровнем защиты персонала, таким как внутреннее герметизирующее устройство (ВГУ); за уровнем содержания (процентным соотношением) газа в местах производства работ, в случаях утечки газа при неисправной работе запорной арматуры.

Во время эксплуатации газопроводов нередко возникает необходимость в замене участка трубопровода. Причиной тому могут быть некачественная сварка, образование трещин или пор в металле, ржавчина. При замене

участков трубопровода необходимо выполнить огневые работы. Для проведения огневых работ необходимо вырыть котлован, в месте, где был обнаружен дефект, перекрыть запорную арматуру, для предотвращения попадания газа в эту область, стравить оставшийся газ из

трубы, вырезать технологические отверстия, через которые будут установлены датчики газа и ВГУ, только после этого можно приступить непосредственно к работам. На рисунке 1 представлена схема установки ВГУ при проведении огневых работ.

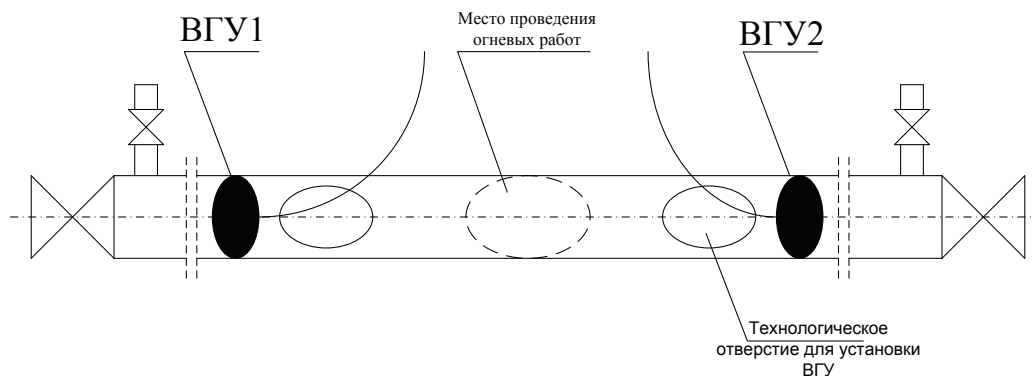


Рис. 1. Схема установки ВГУ

В настоящее время при выполнении огневых работ ВГУ используется только как второстепенная защита. Для их установки необходимо перекрыть задвижки, откачать газ, который остался в трубе, сделать технологические отверстия, установить и накачать ВГУ.

Слежение за ВГУ осуществляется с помощью манометров, установленных на насосах. Данная система не предусматривает установку сигнализации или оповещения персонала, в случае спуска ВГУ. Таким образом, воз-

можен выход природного не одорированного газа в место проведения огневых работ, что неизбежно может привести к взрыву или удушью.

Одним из способов решения проблемы является установка второй пары ВГУ в трубопровод. В зависимости от характера огневых работ вторая пара ВГУ может быть установлена до или после технологического отверстия. На рисунке 2 показана схема установки второй пары ВГУ при проведении огневых работ.

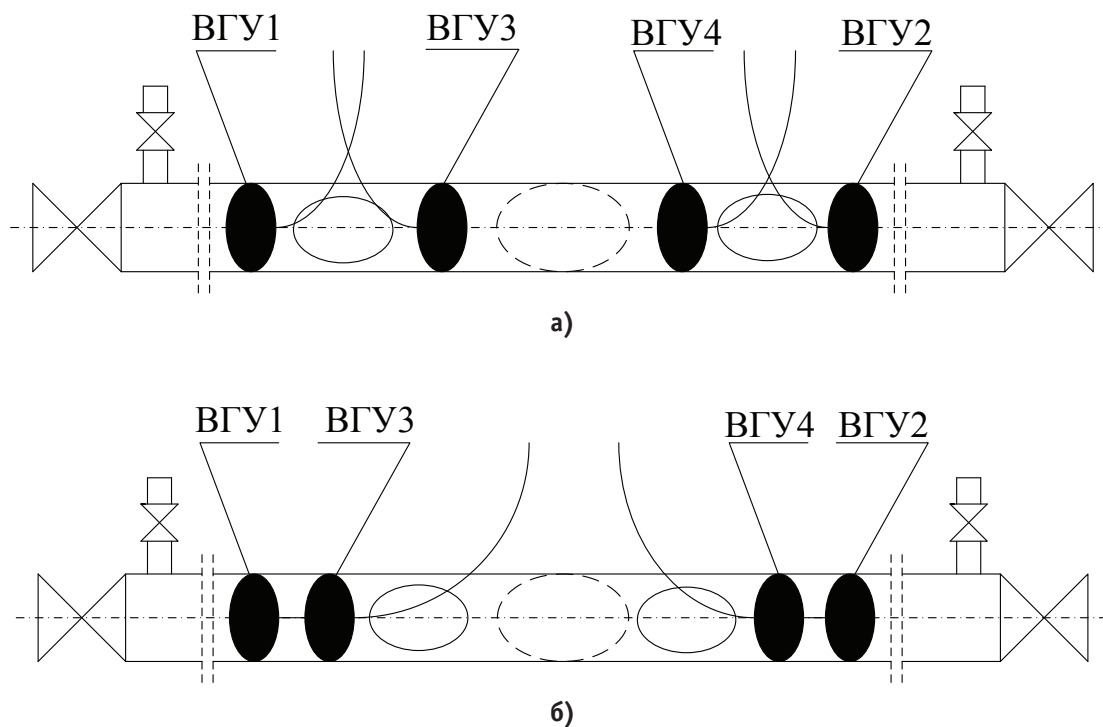


Рис. 2. Схема установка второй пары ВГУ: а) после технологического отверстия; б) до технологического отверстия

Однако предложенный метод является малоэффективным, т.к. требует дополнительного объема в трубопроводе для установки второй пары ВГУ, что представля-

ется невозможным в некоторых случаях с одной стороны, а также полностью не исключает возможности утечки природного газа.

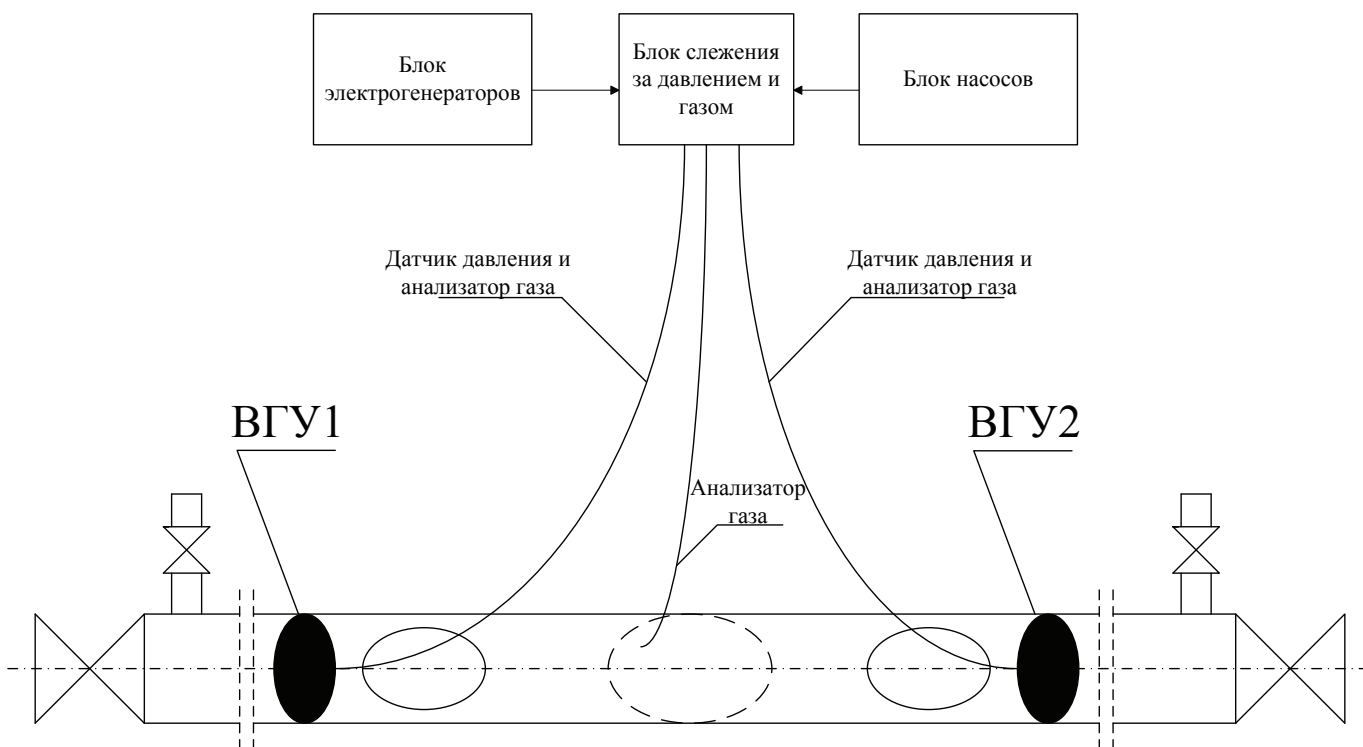


Рис. 3. Схема подключения блоков слежения и управления

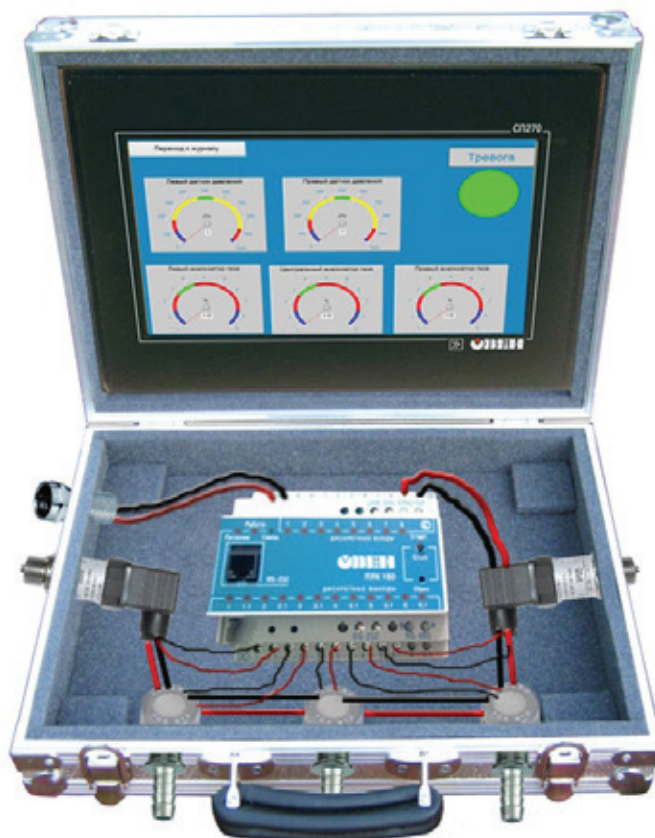


Рис. 4. Блок слежения за давлением и газом

В связи с этим возникает непосредственный интерес к разработке автоматизированной системы слежения за давлением ВГУ и уровнем газа, непосредственно в месте проведения работ. Предложенная система должна строиться по иерархическому принципу. На рисунке 3 представлена схема подключения блоков слежения и управления. Система подразумевает установку двух датчиков давления и трех анализаторов газа, расположенных непосредственно в блоке слежения. Анализ воздуха, на присутствие газа, осуществляется после ВГУ и непосредственно в месте проведения работ.

Предложенная система позволит оповещать персонал о возможном спуске ВГУ, наличии природного газа в участке выполнения огневых работ, так же осуществлять автоматическую подкачку ВГУ в случае уменьшения давления.

Литература:

1. Межотраслевые правила по охране труда при электро- и газосварочных работах/ ПОТ РМ-020—2001.
2. Switching converters development systems for electrostart diesel engine start Makarov S. V., Myatezh A. V., Suslyakov V. D. Applied Mechanics and Materials. 2015. Т. 792. с. 529—535.
3. Некрасов, Ю. И. Справочник молодого газосварщика и газорезчика. — М.: Высшая шк., 1984. — 168 с.

На рисунке 4 представлен внешний вид блока слежения. Для визуального контроля и отслеживания параметров слежения предусматривается установка ЖК-дисплея, на котором отображаются показания датчиков, а также вывод сигналов тревоги в случае превышения содержания газа и падения давления в ВГУ. Управление датчиками и насосами осуществляется при помощи ПЛК, программа для которой написана в среде разработки CoDeSys.

Представленная система управления позволит минимизировать риски, связанные с выходом природного газа в трубопровод, что может привести к отравлению рабочего персонала, а также к взрывам при выполнении огневых работ, тем самым повысить уровень безопасности рабочего персонала.

Устранение ошибочно найденных векторов движения при кодировании видеоинформации в стандарте MPEG-4

Курангышев Андрей Вячеславович, студент;
Дедушкин Андрей Витальевич, магистр;
Казначеев Артем Валерьевич, студент

Казанский национальный исследовательский технический университет имени А. Н. Туполева

Представлен стандарт кодирования видеосигнала MPEG-4. Рассмотрен принцип работы компенсации движения, указаны главные минусы используемых алгоритмов возникновения вектора движения макроблоков и предложен метод устранения этих недостатков.

Ключевые слова: стандарт MPEG-4, межполевое сжатие, кодирование в стандарте MPEG-4, видеокодер MPEG-4, покaдровое сжатие.

The solution entered incorrect motion vectors in video encoding in the MPEG-4

A. V. Kurangishev, A. V. Dedushkin, A. V. Kaznacheev
Kazan National Research Technical University named after A. N. Tupolev

Presented the coding standard MPEG-4 video. Examined The principle of operation of motion compensation, given the major disadvantages of the using algorithms of appearance macroblock motion vector and offered the method of eliminating these drawbacks.

Key words: MPEG-4 standard, interframe compression, encoding in the MPEG-4, MPEG-4 encoder, frame compression.

Появление цифрового способа съемки видео началось с 80-х годов. Видеоинформация тогда была несжатая, чистая, требовавшая носителей информации огромных объемов и ресурсов воспроизводящих систем для проигрывания и хранения данных. Сегодня мы почти уже не имеем проблем, связанных с нехваткой объема хранимой информации на но-

сителях, поскольку нынче существуют различные способы кодирования видеoinформации. Но все это еще не говорит, что любое кодированное видео может быть восстановлено декодерами с высокой точностью.

В процессе кодирования видеосигнала, поток видеoinформации непрерывно анализируется специальными программными средствами, и ненужные фрагменты данных попросту отсекаются, что помогает значительно уменьшить объем видеофайла.

Существует два вида сжатия видеoinформации: покадровое (внутрикадровое) и межкадровое (межполевое) кодирование.

Покадровое сжатие обрабатывает каждый кадр видеозаписи как отдельное неподвижное изображение, на подобии фотографии в jpeg-формате. Данная технология отличается хорошим качеством видео, однако уменьшение размера видеофайла незначительное из-за того, что сохраняются все кадры, даже если не происходит изменений в изображении на протяжении десятка, а то и сотни кадров. Иными словами, из ста одинаковых фотографий сохраняются все сто, а не одна.

Межкадровое сжатие работает по полярно противоположному принципу: при обработке сигнала, анализируется весь кадр, но сохраняются только ключевые изменения из кадра в кадр, как в мультипликации, когда нужно показать движение объекта, но фон заднего плана и окружающая объект обстановка одни и те же. Это позволяет существенно уменьшить размер видеофайла по сравнению с принципом внутрикадрового сжатия [1,2].

В стандарте MPEG-4 используется межкадровое сжатие. При этом передаются только изменяющие свое состояние, размеры и форму детали. Это позволяет существенно уменьшить размер видеофайла, но в некоторых случаях приводит к незначительной потере информации. Понять смысл межкадрового кодирования можно исходя из рисунка 1.



Рис.1. Понятие работы межкадрового кодирования в стандарте MPEG-4

По блочной схеме кодера (рис.2), рассмотрим порядок сжатия данных по стандарту MPEG-4.

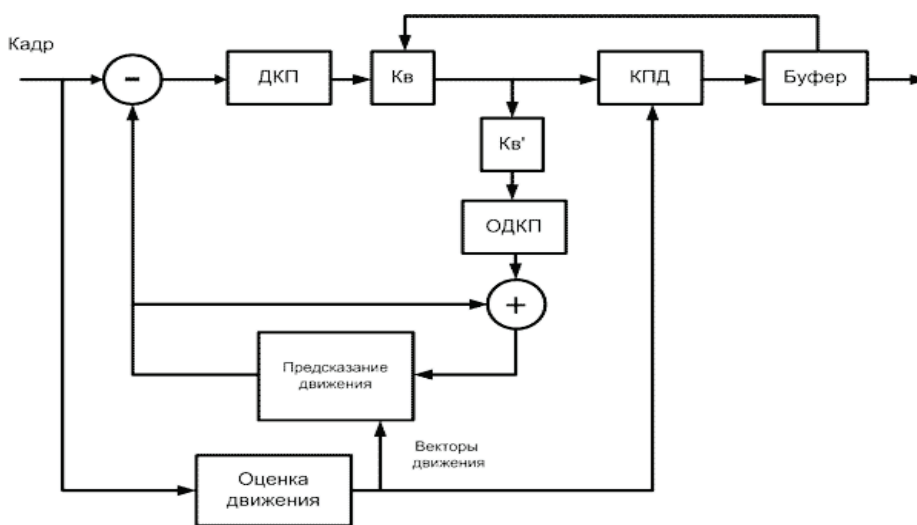


Рис.2. Блочная схема кодера по стандарту MPEG-4

На вход видеокодера поступает входной кадр. Текущий входной кадр сравнивается со ссылочным кадром (блок оценки движения), в качестве которого может быть взят предыдущий закодированный кадр. Несколько предыдущих закодированных кадров хранятся в ЗУ (запоминающем устройстве). Функция оценки движения находит на ссылочном кадре ма-

кроблок, наиболее похожий на выбранный макроблок текущего кадра и смещение текущего макроблока относительно макроблока на ссылочном кадре фиксируется в виде вектора движения. Затем функция компенсации движения строит кадр-прогноз на основе найденного вектора движения и ссылочного кадра, взятого из ЗУ. Далее кадр-прогноз вычитается из текущего кадра. Их разность называется остаточным кадром.

Кадр-остаток поблочно преобразуется с помощью дискретного косинусного преобразования ДКП, после чего каждый блок квантуется. Далее сигнал поступает на вход буферного запоминающего устройства, которое оценивает поток видеоданных. На выходе буферного устройства получается сжатый поток битов.

Помимо кодирования, схема также обеспечивает реконструкцию данных. Она нужна для того, чтобы в кодере использовался точно такой же ссылочный кадр, как и в декодере. В таком случае в декодере не будут возникать дрейфы ошибок от изображения к изображению.

При реконструкции данных, к каждому квантованному макроблоку применяется деквантование и обратное косинусное преобразование. Кадр с компенсированным движением (кадр-прогноз) складывается с полученным остаточным кадром, в результате получается реконструированный кадр, который записывается в ЗУ. Так как процесс квантования необратим, он вносит искажения, и реконструированный кадр не совпадает с текущим.

Объем передаваемой информации сильно снижается за счет кодирования не каждого целого кадра последовательности видеоданных, а разности между кадрами. Энергия остаточного кадра много меньше энергии последовательности видеоданных — это видно на рисунке 3.



Рис. 3. Кадры видеопоследовательности и их разность

На рисунке 3 нейтральный серый цвет соответствует нулевым разностям пикселей, а более яркий или более темный оттенок серого цвета соответствует положительным или отрицательным разностям. Применение компенсации движения позволяют еще больше уменьшить энергию остаточного кадра.

Поскольку движение объектов на видеосцене сконцентрировано вдоль блоков пикселей 16x16, то использование изменяющихся размеров блоков для компенсации и оценки движения принесет хорошую эффективность.

В иных случаях хорошее прогнозирование компенсации движения можно сделать на базе интерполированных (промежуточных) положений сэмплов на ссылочном кадре. Подпиксельный анализ и компенсация движения применяется при отыскании интерполированные пиксельные позиции вместе с целыми позициями. Кодер ищет позицию, обеспечивающее наилучшее совпадение макроблоков (т.е. минимизирует энергию остатка) на основе целых и дробных значений позиций для анализа компенсированного движения.

Рисунок 4 объясняет оценку движения с четвертьпиксельной точностью. На первой стадии отыскивается лучшее совпадение текущего макроблока по целочисленной решетке сэмплов (круги). Затем кодер делает поиск по позициям полупикселей сразу после найденной позиции (квадраты) в целях улучшения совпадения, а затем, если необходимо, совершает поиск с шагом в четверть пикселя (треугольники) для нахождения еще лучшего совпадения. Потом делается вычитание из текущего блока или макроблока его наилучшего прогноза, смещение (вектор компенсации движения) которого может быть кратно целым, половине или четвертям пикселей.



Рис. 4. Четвертьпиксельная интерполяция

Принимая во внимание, малая интерполяция дает отличные показатели компенсации движения, но при значительном повышении объема вычислений. Отыскание годных блоков 4 x 4 с интерполяцией по четвертьпикселям является трудным вопросом по аналогии с использованием блоков 16 x 16 без интерполяции. Кроме значимого возрастания сложности расчетов требуется расплачиваться огромным числом векторов движения для будущей реконструкции изображения. Во время уменьшений размеров блоков, требуется передавать больше векторов. Помимо вышесказанного, еще больше требуется использовать больше битов при представлении векторов по полупикселям и четвертьпикселям.

В любых кодерах, насколько они не были эффективны, все же существует ошибка нахождения векторов движения. Это хорошо видно из рисунка 5.

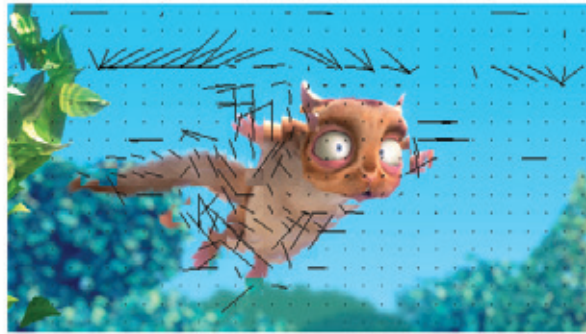


Рис. 5. Ошибочно найденные векторы движения

На неподвижном фоне падающего «объекта» проявляются векторы движения при смещении макроблоков фона, равном нулю. Этот минус при кодировании будет отрицательно сказываться на сжатии видеоинформации.

Рассмотрим частотно-контрастные характеристики телевизионной камеры без применения коррекции (рис.6).

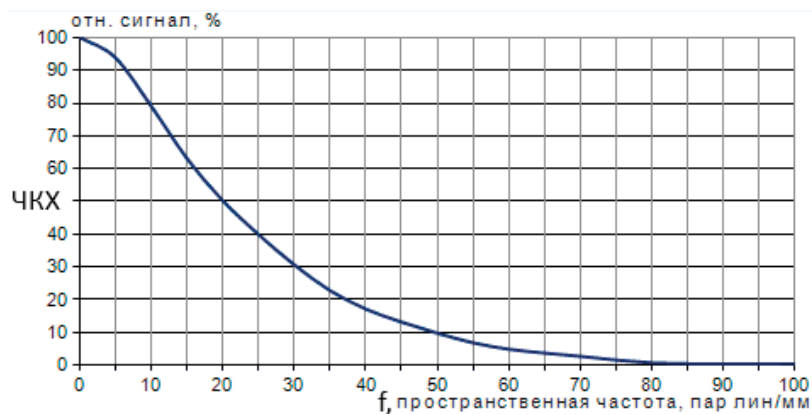


Рис. 6. Частотно-контрастная характеристика телевизионной камеры

Рисунок 6 наглядно показывает, что основная энергия сосредоточена в области низких частот. На высоких частотах, как известно из курса схемотехники, на любые радиотехнические устройства влияют сильные шумы. Поэтому мы наблюдаем спад ЧКХ при увеличении частоты, что приводит к уменьшению четкости при наличии шумов [3].

Пространственные частоты изображения отражают коэффициенты косинусного преобразования, которое использует блоки, например, 8x8. Прямое преобразование FDCT (Forward DCT), примененное к блоку X размером NxN, задается следующей формулой:

$$Y = AXA^T, \quad (1)$$

где X — это матрица сэмплов, Y — матрица коэффициентов, а A — NxN матрица преобразования.

Элементы матрицы A можно найти по формуле:

$$A_{ij} = C_i \cdot \cos \frac{(2j+1) \cdot i \cdot \pi}{2 \cdot N}, \quad (2)$$

где $C_i = \sqrt{\frac{1}{N}}$, при $i = 0$; $C_i = \sqrt{\frac{2}{N}}$, при $i > 0$.

Выражения для X и Y можно переписать в виде сумм (3) и (4):

$$Y_{xy} = C_x C_y \sum_{i=0}^{N-1} \sum_{j=0}^{N-1} X_{ij} \cdot \cos \frac{(2j+1) \cdot y \cdot \pi}{2 \cdot N} \cdot \cos \frac{(2i+1) \cdot x \cdot \pi}{2 \cdot N}; \quad (3)$$

$$X_{ij} = C_i C_j \sum_{x=0}^{N-1} \sum_{y=0}^{N-1} C_x C_y X_{xy} \cdot \cos \frac{(2j+1) \cdot y \cdot \pi}{2 \cdot N} \cdot \cos \frac{(2i+1) \cdot x \cdot \pi}{2 \cdot N}. \quad (4)$$

Выходом двумерного FDCT служит матрица 8x8 коэффициентов, которая представляет блок сэмплов изображения в области преобразования DCT. Как видно из рисунка 7, ненулевые коэффициенты DCT обычно образуют кластер вокруг левого верхнего коэффициента с примерно симметричным распределением вдоль диагонали блока. Левый верхний коэффициент — отражает постоянную составляющую (DC), правый нижний — самую высокую пространственную частоту.



Рис. 7. Коэффициенты дискретно-косинусного преобразователя

Следовательно, для исключения ошибок в нахождении векторов движения требуется искать вектора, начиная с низкочастотной области. Именно в этой области отношение сигнала к шуму много выше, чем в высокочастотной области. С увеличением частоты, будут и увеличиваться шумы, что приведет к увеличению ошибочных векторов движения. Но в данном случае отклонение будет не более чем на 8 элементов изображения, что не сильно скажется на увеличении ошибок. Этот принцип оценки движения может быть принят в последних версиях стандарта кодирования MPEG-4.

Литература:

1. Электронное ресурс, сайт: <http://vidimost.com/shkola-videonabludeniya/statiy-o-videonabludeny/kodirovanie-i-szhatie-tsifrovogo-videosignala/>, дата обращения: 11.01.2016 г.
2. Электронный ресурс, сайт: <http://www.spycams.ru/articles/kodirovanie-i-sjatie-cifrovogo-videosignala>, дата обращения: 11.01.2016 г.
3. А. Н. Куликов, Журнал «Специальная Техника», № 2, 2002 г. (<http://www.bnti.ru/showart.asp?aid=573&lvl=19.01.01.&p=3%E5>).
4. И. В. Власюк., «Метод контроля пространственных характеристик телевизионных камер». Метрология и измерительная техника в связи. — 2005, — № 6. — С.13–16.
5. Ватолин, Д., Ратушняк А., «Методы сжатия данных. Устройство архиваторов, сжатие изображений и видео». — М.: ДИАЛОГ-МИФИ, 2003, 384 с.;
6. Ян Ричардсон, перевод с англ. Чепыжова В. В. «Видеокодирование. H.264 и MPEG-4 — стандарты нового поколения», Москва: Техносфера, 2005, 368 с.;

К вопросу оценки скорости коррозии технических устройств нефтехимических и нефтеперерабатывающих производств

Дроздов Алексей Сергеевич, эксперт, специалист неразрушающего контроля;
Садомский Яков Анатольевич, эксперт, специалист неразрушающего контроля;
Шарапов Сергей Вячеславович, эксперт, специалист неразрушающего контроля
ООО «Эталон» (г. Сыктывкар)

В данной работе рассмотрены методы оценки и определения скорости коррозии технологического оборудования в зависимости от условий его эксплуатации при осуществлении технического диагностирования оборудования в нефтеперерабатывающей и нефтехимической промышленности. Приведены особенности видов коррозионного разрушения основного металла и сварных соединений для сталей разных групп.

Ключевые слова: техническое диагностирование, нефтехимия, нефтепереработка, ультразвуковая толщинометрия, неразрушающий контроль, коррозия.

По мнению специалистов организаций, проводящих экспертизу промышленной безопасности в нефтеперерабатывающей и нефтехимической промышленности, главный фактор, приводящий к снижению работоспособности технических устройств, заключается в коррозионном износе.

Часть специалистов считает, что степень коррозионного уменьшения толщины стенки достаточна для расчетного определения допустимого срока последующей безопасной эксплуатации оборудования, поэтому исключает необходимость проводить осмотр и контроль состояния металла с внутренней стороны корпуса. Другие склоняются к более детальному контролю по результатам толщинометрии и расчета коррозионного износа.

Кто на самом деле прав?

Остановим внимание на самом простом случае общей равномерной коррозии. Простота определения общей равномерной коррозии, расчета скорости износа стенки аппарата по данным замерам лишь кажущаяся, не всегда позволяет получить достоверные данные. Обусловлено это низкой достоверностью исполнительной толщины, также сложностью при учете влияния технологических допусков на прокат, и методическими погрешностями в рамках определения толщины стенки.

Отрасль в настоящее время имеет нормативную документацию по методам оценки коррозионного износа металла. Но следствием применения данной документации экспертами могут быть проблемы интерпретации результатов. Основным методом замера коррозионного износа по нормативам заключается в ультразвуковой толщинометрии, проводящейся по фиксированным точкам, с определением расчета скорости коррозии по разнице толщины стенки в точке контроля за временной период между двумя осуществленными измерениями.

Метрологическая погрешность прибора при контроле в производственных условиях суммируется с погрешностью, которая вызвана производственными условиями (неравномерность коррозии, неравномерность толщины проката, точность калибровки толщиномера, разное качество

подготовки поверхности материала, квалификации специалиста по неразрушающему контролю). В итоге совокупность погрешностей приводит к ошибке в полмиллиметра.

Данная оценка может быть допустимой при проверке прочности стенки аппарата, но не может быть однозначной при оценке глубины коррозионного износа.

Отчетный способ предполагает и прочие погрешности. В частности, если будут утеряны места замеров толщины, возникает необходимость всё начинать заново. Также нередко приходится работать с фактически имеющимся небольшим промежутком времени между 2 сериями замеров от одного до восьми лет, из-за чего возникает значительная погрешность расчетного определения скорости коррозии.

Погрешность снижают с использованием многократного контроля в течение длительного периода времени. При этом получение множества замеров позволяет применять разработанный к настоящему времени статистический аппарат обработки экспериментальных данных, что позволяет тем самым сократить ошибки при определении истинного износа, вызванные разными условиями осуществления измерения, также разной степенью подготовки поверхности под толщинометрию.

Но значительная глубина коррозионного износа приводит к заметному проявлению неравномерного износа, из-за чего возможны серьезные ошибки, приводя к низкой эффективности статического анализа. Следовательно, во множестве случаев метод оценки скорости коррозии по изменению толщины стенки не обеспечивает достоверные и объективные результаты.

Данный метод во всех сомнительных случаях необходимо дополнять по результатам внутреннего и наружного осмотров, которые позволяют произвести оценку равномерности коррозионного износа, отсутствия локальных видов коррозии (включая межкристаллитную коррозию, язвенную коррозию, коррозионное растрескивание под напряжением и пр.).

Существует не только оценка скорости коррозии с замером толщины стенки, но также другие методы с по-

мощью образцов-свидетелей, и постоянно-совершенствуемый метод оценки коррозии с использованием коррозионных зондов.

В основе метода определения скорости коррозии по образцам-свидетелям — определения потери массы образцов из той же марки стали, из которой выполнены и элементы обследуемого корпуса.

Производится на некоторое время установка образцов-свидетелей на внутреннюю полость аппарата. Поскольку возможен высокоточный замер определения массы образца, то возможно уменьшение времени выдержки образца-свидетеля в корпусе даже при незначительной скорости коррозии.

Данный метод особую ценность представляет для случаев, когда требуется определение характера и вида коррозионного поражения металла, а отчетный объект является недоступным для проведения внутреннего осмотра. Но следует учесть и значительные ограничения по использованию данного метода.

Первое — образцы никогда не могут точно моделировать коррозионную ситуацию в разных зонах оборудования (вход продукта, выход продукта, застойные зоны, изменения формы конструкции, места перегрева и пр.). Также не учитывается изменение режима эксплуатации (стояночный, рабочий режим). Поэтому данный метод определения скорости коррозии тоже приводит к приближенным результатам, для которых необходимы уточнения с помощью других способов. При этом польза образцового способа определения скорости коррозии заключается и в том, что при расположении образцов в разных зонах конструкции с разными эксплуатационными условиями могут сравниваться коррозионные обстановки в данных зонах.

Изложенные факты позволяют сделать выводы, что на получение более точных данных по скорости общей коррозии, которые допустимы для анализа работоспособности оборудования, можно рассчитывать лишь за счет сравнения значений скорости, полученных с помощью разных методов.

Но окончательные выводы о работоспособности конструкции недопустимо делать лишь на основе результатов потери её массы либо толщины несущей стенки. Нужно с этой целью понимать существо процессов коррозии, свойств материалов, температурных условий работы, технологических сред — без этого невозможно получить объективную картину влияния рабочих условий на остаточный ресурс оборудования

При этом неизбежное чередование режимов эксплуатации по давлению, температуре, пусковым, остановочным режимам эксплуатации приводит к значительному влиянию для скорости общей коррозии, также полного изменения физико-химической обстановки, приводя к погашению одного вида коррозии и появлению другого вида (в частности, замена общей коррозии коррозионным растрескиванием под напряжением, межкристаллитной коррозией и пр.).

В частности, при эксплуатации оборудования нефтехимических производств в составе технологических отложений на внутренней поверхности имеются разные сульфиды металлов, представляющие собой продукт низко- либо высокотемпературной сернистой коррозии. Данные соединения при свободном доступе кислорода в режиме простоя вступают в химическую реакцию, в ходе которой образуются серная, сероводородная и полиотионовые кислоты.

Для данных химических соединений характерна повышенная агрессивность. Могут приводить к интенсивной коррозии низколегированных и углеродистых сталей, сопровождаясь при этом изменением характера повреждений, появлением разных видов коррозии — включая общую, язвенную, коррозионное растрескивание. Низколегированные стали при этом подвергаются процессу неравномерной коррозии с очаговым характером повреждений. Аустенитные стали же под воздействием полиотионовых кислот оказываются чувствительными к коррозионному растрескиванию под напряжением и межкристаллитной коррозии. Таким образом, следствием стояночной коррозии становится изменение и количественных показателей коррозии, и вида коррозионного поражения металла [1].

Определяются самые характерные виды коррозионного повреждения металла не только по условиям эксплуатации (среде, температуре, давлению), но также составу материала.

В частности, подвержены углеродистые стали в основном воздействию высокотемпературной коррозии в сероводородных газовых средах при температурном режиме более 260 градусов Цельсия и содержанием сульфида водорода свыше 0,005%. Следовательно, в основном используются данные стали ниже этой температуры. Вероятнее всего для данных сталей общая коррозия, хотя возможна также язвенная, порой и коррозионное растрескивание под напряжением.

Защита от высокотемпературной газовой коррозии осуществляется с использованием хромомолибденовых теплоустойчивых сталей. Характерны при их коррозионном поражении и коррозионное растрескивание под напряжением, и общая коррозия.

Наибольшая стойкость в отношении коррозионного поражения характерна высоколегированным хромоникелевым сталям. Но во множестве случаев для данных сталей свойственна склонность к коррозионному растрескиванию под напряжением и межкристаллитной коррозии, при этом еще недостаточно изучены ситуации по учету и прогнозированию реализации данной склонности. Следовательно, возникают определенные затруднения, осложняющие подход к оптимизации использования данных сталей. Поэтому это должно влиять на экспертизу промышленной безопасности оборудования, производимого из данных сталей.

Возникает дополнительная сложность из-за использования в конструкциях узлов и сочетания материалов

разного легирования: двухслойные стали и разнородные сварные соединения, различающиеся не только разным электрохимическим потенциалом, но также проявлением диффузионного перемещения атомов внедрения на границе сплавления при высокотемпературной эксплуатации [2].

С учетом всего указанного, обуславливается во множестве случаев необходимость целых исследований по коррозии и металловедению.

Подводя итог вышесказанному, хотелось бы отметить, что определение скорости коррозии представляет собой

методически сложный процесс, но при этом не позволяет получить полную, а тем более окончательную картину технического состояния нефтехимического оборудования. Следовательно, не может использоваться как окончательный критерий при оценке работоспособности.

Чтобы оценить эксплуатационную надежность оборудования, требуется проведение дополнительных видов неразрушающего контроля, по результатам которых и будут определены условия дальнейшей эксплуатации диагностируемого оборудования.

Литература:

1. Воробьева, Г. Я. Коррозионная стойкость материалов в коррозионных средах химических производств. — М.: Химия, 1975.
2. ГОСТ 9.908—85. Единая система защиты от коррозии и старения. Металлы и сплавы. Методы определения показателей коррозии и коррозионной стойкости.

Классификация трещин и расслоений пород кровли по степени опасности с точки зрения возможности обрушения кровли в горных выработках

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

Рассмотрено влияние физико-механических свойств горных пород на несущую способность анкерной крепи, обоснована необходимость своевременной классификации трещин и расслоений по степени опасности с целью продления срока безопасной эксплуатации горных выработок.

Важнейшее место в развитии горно-промышленного комплекса Кузбасса занимают процессы крепления и поддержания капитальных и подготовительных горных выработок. Исходя из того, что более половины ежегодной добычи угля осуществляется подземным способом, одной из основных задач повышения технико-экономических показателей в угледобывающей промышленности стало более эффективное использование существующих крепей и научное обоснование их оптимальных конструктивных параметров.

В настоящее время не только на шахтах Кузбасса, отработывающих пласты пологого и наклонного залегания, но и в целом по угольной промышленности России и во многих государствах с развитой угольной промышленностью доминирующим креплением горных выработок является анкерное. К главным его преимуществам относятся:

возможность повышения безопасности ведения горных работ, так как оно лучше любой другой крепи противостоит взрывным работам;

возможность полной механизации возведения;

меньшие расходы материалов и затраты на доставку; позволяет по сравнению с рамной крепью уменьшить сечение выработки «вчерне» и ее аэродинамическое сопротивление.

Анкерная крепь является прогрессивной и экономически выгодной, но её применение невозможно без всестороннего изучения и учета горно-геологических условий при подземной разработке, среди которых одно из наиболее важных мест занимает трещиноватость горных пород.

Трещина — это разрыв сплошности горных пород, перемещение по которому либо отсутствует, либо имеет незначительную величину. Форма трещин отличается от формы других полостей в породах (пор, каверн и др.) резким преобладанием протяженности во всех направлениях стенок трещин над расстоянием между стенками. Трещины образуются при действии на породу сил, превышающих предел прочности породы. Эти силы возникают в результате протекания различных эндогенных, экзогенных геологических и антропогенных процессов, могут быть как внешними для породы (тектоническими, гравитационными и др. силами), так и внутренними, возника-

ющими при изменении температуры, влажности, плотности породы. Совокупность трещин, разбивающих тот или иной блок породы или участок земной коры, называется трещиноватостью. Трещины любого происхождения оказывают существенное влияние на важнейшие физико-механические свойства пород, на устойчивость горных выработок, поэтому трещиноватость является одним из главных показателей, определяющих организацию горнотехнического производства. Паспорт крепления выработок в обязательном порядке предусматривает детальное изучение трещиноватости, разрабатывается с учетом обеспечения сохранности горной выработки в продолжение всего срока ее службы и для создания безопасных условий работ по креплению горных выработок [1].

При разработке угольных месторождений трещиноватость может иметь положительное значение, облегчая выемку угля, но в большинстве случаев она способствует развитию вредных для угледобывающего производства горно-геологических процессов и явлений (сдвигению пород, горным ударам, обвалам и т.п.). При проведении в толще пород горных выработок вокруг них происходит перераспределение напряжений, в процессе которого породы стремятся перейти в новое состояние равновесия и претерпевают деформации. Напряжения или силы, возникающие внутри массива горных пород вследствие проведения выработки и вызывающие дефор-

мации окружающих выработку горных пород, называются горным давлением. Под действием горного давления породы в кровле пройденной горизонтальной или наклонной выработки деформируются. Длительное действие постоянных нагрузок приводит к постепенному росту деформации. По мере расширения трещин происходит нарушение связи между частицами пород, выпадение отдельных ее кусков и обрушение кровли.

Крепью называют искусственное сооружение, предназначенное для сохранения необходимых размеров выработок и предотвращения обрушений. Анкерная крепь используется для крепления бортов и кровли шахт, упрочнения массива горных пород и повышения устойчивости его обнажений путём скрепления различных по прочности породных слоев. Основным элементом анкерной крепи — металлический, железобетонный, полимерный или деревянный стержень, закреплённый в шпуре. Различные схемы анкерования позволяют при минимальном количестве анкеров максимально использовать несущую способность породного массива. Прочность и жесткость кровли, усиленной анкерами, значительно возрастают.

Наличие в кровле выработки трещин (структурных линеаментов) и расслоений, их глубина и пространственное расположение в значительной степени влияют на несущую способность всей возведенной анкерной крепи. Мониторинг состояния кровли горных выра-

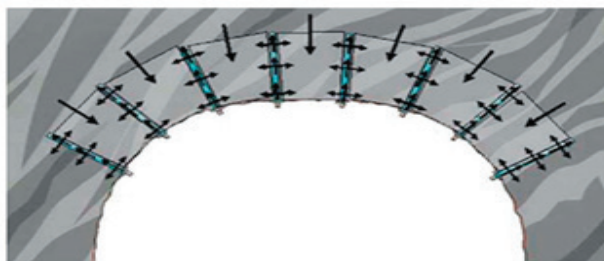


Рис. 1. Схема крепления анкер



Рис. 2 Основные параметры анкерной крепи

Рис. 2. Основные параметры анкерной крепи



Рис. 3. Разновидности трещин, выявленные с применением видеоэндоскопа

боток, закрепленных анкерной крепью, ограничен отсутствием широкого выбора инструментов и приборов для проведения таких работ. Одним из методов контроля, позволяющих своевременно выявить трещины и расслоения пород кровли является применение видеоэндоскопа. Технология проведения работ с применением видеоэндоскопа позволяет выявлять зоны трещиноватости

и расслоений в кровле и боках горных выработок на расстоянии до нескольких десятков метров от контура выработки.

С практической точки зрения применения анкерной крепи на шахтах, с глубиной ведения горных работ более 300 метров, трещины и расслоения могут быть классифицированы по степени опасности (табл. 1).

Таблица 1

Степень опасности трещин	Характеристика опасности	Мероприятия по устранению опасности
Расположение трещин: в зоне действия анкеров 1-го уровня на глубине (Lt), равной $Lt \leq La-L3.a$		
Неопасные	Отсутствует деформация подхватов, решетчатой затяжки и опорных элементов	Не требуются
	Незначительная деформация опорных элементов (прогиб решетчатой затяжки до 5 см), опорные шайбы нагружены, но не вдавлены, подхваты не деформированы, наблюдаются незначительные смещения пород кровли (0–25 мм по показаниям индикаторов глубиннореперных станций ГРС)	
Не опасные, но возможен переход в опасное состояние	Деформация опорных элементов (шайбы вдавлены, прогиб подхватов), прогиб решетчатой затяжки до 15 см, наблюдаются не значительные смещения пород кровли (0–25 мм по показаниям индикаторов ГРС)	Необходим визуальный мониторинг данного участка выработки не реже одного раза в неделю

Опасные	Значительная деформация опорных элементов (шайбы вдавлены, прогиб подхватов), прогиб решетчатой затяжки до 15 см, наблюдаются значительные смещения пород кровли (25–50 мм по показаниям индикаторов ГРС)	Необходим визуальный мониторинг данного участка выработки не реже одного раза в сутки силами ИТР участка (шахты); перерасчет параметров паспорта на проведение и крепление выработки для данного участка
	Значительная деформация опорных элементов анкерной крепи (прогиб подхватов и прорыв гаек анкеров через них, полное смятие опорных шайб, прогиб решетчатой затяжки более 15 см, разрывы решетчатой затяжки) на участке горной выработки протяженностью более 5 м	Крепление выработки находится в аварийном состоянии и существует угроза обрушения кровли; необходимо ограничить передвижение людей, провести перерасчет параметров паспорта на проведение и крепление выработки для данного участка в установленные ПБ сроки, провести ремонтные работы с выпуском разрушенного нижнего слоя кровли и усилением анкерной крепи
2. Расположение трещин: в зоне замков анкеров 1-го уровня на глубине (Lt), равной La-Lз.а. $\leq Lt \leq La$		
Опасные	Независимо от показаний индикаторов ГРС и наличия деформаций элементов анкерной крепи (анкеров 1-го уровня), так как существует угроза обрушения кровли при отсутствии проявления нагрузки на элементы анкерной крепи	Необходимо ограничить (запретить) передвижение людей; установить дополнительные 3-х уровневые ГРС (с глубиной заложения базового репера не менее ширины выработки); ежесменный визуальный мониторинг; провести расчет усиливающей крепи для данного участка в установленные ПБ сроки, провести усиление анкерной крепи.
3. Расположение трещин: выше зоны действия анкеров 1-го уровня на глубине (Lt), равной La $\leq Lt \leq Hсв$		
Опасные	Независимо от показаний индикаторов ГРС и наличия деформаций элементов анкерной крепи, так как возможно обрушение заанкерованного слоя пород при отсутствии нагрузки на элементы анкеров 1-го уровня.	Необходимо установить дополнительные 3-х уровневые ГРС с интервалом 35–40 м; ежесменный визуальный мониторинг; провести расчет усиливающей крепи для данного участка в установленные ПБ сроки, провести усиление анкерной крепи анкерами второго уровня на глубину, превышающую глубину распространения зафиксированных трещин; если величина расслоений пород кровли превышает 25 мм, то усиление проблемного участка выработки анкерами второго уровня, должно быть осуществлено незамедлительно
4. Расположение трещин: выше зоны действия анкеров 1-го уровня на большой глубине (Lt), равной $Hсв \leq Lt \leq 7,0$		
Могут быть не опасны	Отдельные, нераскрытые трещины на большой глубине могут быть не опасны — но наличие этих трещин необходимо учитывать, при наличии трещин в нижележащих слоях кроли	<i>При наличии одной трещины</i> установить дополнительную ГРС (с глубиной заложения базового репера выше глубины расположения трещины $m_{пн}$ на 0,5 м, но не менее ширины выработки); <i>при наличии нескольких трещин</i> необходимо так же установить дополнительную ГРС и провести перерасчет параметров анкерной крепи для данного участка выработки, с изменением коэффициента структурного ослабления пород кровли $Kс=0,9$ на $Kс=0,6$ и изменением типа кровли с I или II на III тип; по результатам расчета принимать решение о целесообразности усиления анкерной крепи 1-го уровня и внесения изменений в действующий паспорт проведения и крепления выработки

5. Все выявленные трещины в кровле выработки, не зависимо от глубины их расположения.		
Опасные	Выявленные трещины в кровле выработки независимо от глубины их расположения при наличии кливажа, отжима угля и породы в боках выработки	Если в результате кливажа произошло высыпание пород верхней части боков выработки, увеличение ширины выработки более чем на 0,5 м, необходимо в суточный срок произвести перерасчет паспорта на проведение и крепление с учетом фактической ширины выработки [2]; если при наличии кливажа и высыпания пород боков выработки происходит деформация опорных элементов крепления кровли необходимо незамедлительно провести усиление крепления кровли на данном участке выработки и установить дополнительную 3-х уровневую глубинно-реперную станцию ГРС

Как видно из приведённой таблицы, не все выявленные расслоения и трещины в кровле выработки могут представлять опасность с точки зрения возможности её обрушения. Помимо наличия самих трещин, необходимо учитывать и другие факторы, такие как наличие деформаций элементов анкерной крепи, кливажа и отжима угля и породы в боках выработки, изменение (увеличение) ширины выработки, наличие и величину смещений пород кровли.

Таким образом, проанализировав опыт применения анкерной крепи на шахтах с глубиной ведения горных

работ более 300 метров, можно сделать вывод, что своевременная классификация выявленных трещин и расслоений пород кровли по степени опасности позволит:

- достоверно оценить риск обрушения пород кровли в поддерживаемых горных выработках;
- своевременно разработать комплекс мероприятий по предотвращению перехода крепи выработок в аварийное состояние;
- продлить срок безремонтной эксплуатации поддерживаемых горных выработок;
- повысить безопасность ведения горных работ.

Литература:

1. Федеральные нормы и правила в области промышленной безопасности «Инструкция по расчёту и применению анкерной крепи на угольных шахтах». Приказ Ростехнадзора от 17.12.2013 № 610 (зарегистрировано в Минюсте России 19.02.2014 № 31354).
2. «Правила безопасности в угольных шахтах», утверждённые приказом Ростехнадзора от 19.11.2013 г. № 550.
3. Черняк, И. Л., Ярунин С. А. Управление состоянием массива горных пород. — М.: Недра, 1995.
4. Борисов, А. А. Механика горных пород и массивов. — М.: Недра, 1980.

Перспективы применения подземной газификации в старопромышленных районах Кузбасса

Жуков Евгений Михайлович, эксперт, директор;
Кропотов Юрий Иванович, начальник лаборатории, эксперт;
Лугинин Игорь Анатольевич, начальник отдела, эксперт
ООО «ЭО «Экспертпромуголь», (г. Новокузнецк)

Чижик Юрий Иванович, преподаватель
Сибирский государственный индустриальный университет

Подземная газификация угля (ПГУ) — нетрадиционный способ разработки угольных месторождений, открывающий новые возможности в отработке угольных пластов со сложными горно-геологическими условиями залегания, совмещающий добычу, обогащение и перера-

ботку угля. Сущность технологии подземной газификации угля заключается в бурении с поверхности земли скважин до угольного пласта, со сбойкой их в пласте, в последующем розжиге угольного пласта и обеспечении условий для превращения угля непосредственно в недрах в го-

рючий газ и в выдаче произведенного газа по скважинам на земную поверхность. Таким образом, все технологические операции по газификации угольного пласта осуществляются с земной поверхности, без применения подземного труда работающих, а разработка угольного пласта происходит экологически приемлемым способом.

Россия обладает передовыми позициями в мире в области подземной газификации угля. В свое время на территории бывшего СССР работало несколько промышленных предприятий данного профиля. Некоторые из этих предприятий успешно функционировали на протяжении нескольких десятилетий. Так, в Кузбассе в течение 40 лет с 1955 г. эксплуатировалась Южно-Абинская станция «Подземгаз», бесперебойно снабжавшая горючим газом 14 малых котельных гг. Киселевска и Прокопьевска и закрытая в 1996 г. по причине физического износа оборудования.

К настоящему времени в России разрабатываются новые, значительно более совершенные технологии газификации угольных пластов, которые позволят развивать данную технологию на новом, гораздо более высоком техническом уровне, и получать при этом горючий газ со значительно большей теплотворной способностью.

Сегодня практически во всех крупных угледобывающих странах мира резко возрос интерес к подземной газификации угля. Интенсивные работы исследовательского и практического характера проводятся в Китае, где в последние годы построено 10 промышленных станций подземной газификации угля, в Австралии, где в 2003 г. построено крупное предприятие данного профиля. Проявляется активный интерес к этой технологии в таких странах, как Индия, КНДР, Южная Корея, и многих других. Нужно отметить, что в США и Западной Европе в 1980-е гг. проводились масштабные опытно-промышленные исследования по выявлению эффективности советской технологии подземной газификации угля. Результатом этих исследований явилось заключение о том, что данная технология является работоспособной и весьма эффективной и будет неминуемо востребована в период сокращения мировых запасов природного газа и нефти.

Среди промышленно развитых стран, в которых явно прослеживается интерес к развитию технологий и созданию новых образцов оборудования газификации, можно выделить Швецию, Финляндию, Германию, Данию, Нидерланды, США, Канаду и Японию. Среди развивающихся стран несомненными лидерами в данном вопросе являются Бразилия, Индия, Филиппины, ЮАР, Куба, Мали, Кения, Бурунди и Мадагаскар. Там развитие технологий газификации закреплено государственными программами.

Для энергетики тех регионов, в которых имеются запасы угля, открываются новые возможности, а именно: строительство энергетических предприятий, работающих на собственном энергетическом сырье — газе подземной газификации угля.

Срок окупаемости средств, затраченных на строительство предприятия данного профиля, составляет 2–2,5 года.

Расчетный состав газа, производимого на предприятии подземной газификации угля, характеризуется сле-

дующими диапазонами изменения содержания отдельных компонентов газа [1]:

а) при использовании в технологии воздушного дутья:
 CO_2 — 12,0–15,3%; CmHn — 0,1–0,7%; O_2 — 0,2%;
 CO — 10,0–14,0%;

H_2 — 12,1–16,2%; CH_4 — 2,0–4,0%; N_2 — 55,0–60,0%;
 H_2S — 0,01–0,06%.

В случае применения для нагнетания в газифицируемый угольный пласт воздушного дутья получается низкокалорийный газ с теплотворной способностью порядка 4 МДж/м³. Данный горючий газ пригоден для успешного использования в газотурбинных установках либо котельных и ТЭЦ.

б) при использовании парокислородного дутья:
 CO — 35,0%; H_2 — 50,0%; CH_4 — 7,5%; CmHn — 1,2%;
 O_2 — 0,3%; N_2 — 5,0%.

В случае применения в технологии газификации угля парокислородного дутья получается среднекалорийный газ с теплотворной способностью 10–13 МДж/м³.

На характер и течение технологического процесса подземной газификации оказывают влияние многие факторы.

Сегодня ситуация с развитием ПГУ в России складывается таким образом, что наибольшие перспективы в практическом плане для реального внедрения этой технологии в практику освоения угольных месторождений созданы в Кузнецком бассейне.

Сегодня в топливном балансе Кемеровской области основную долю потребности в энергетическом сырье покрывают кузнецкие угли (82–85%), кроме того, используется небольшое количество привозного минусинского и канско-ачинского углей (2–3%), а также поступающий по трубам природный газ (10%). Сложившийся топливный баланс определил развитие в Кузбассе негативных в экологическом отношении явлений, загрязнения атмосферы, гидросферы и литосферы, объясняющихся сжиганием на ТЭЦ и в котельных чрезмерно большого количества твердого топлива. Поиск частичной альтернативы твердому топливу сводится в данном случае к изучению возможностей замены твердого топлива на газообразное.

В настоящее время существует три варианта увеличения газовой составляющей топливного баланса Кузбасса, которые, с различной степенью допущения, можно назвать реально осуществимыми: а) резкое увеличение поставок в Кузбасс природного газа; б) широкое использование в качестве топлива метана, получаемого как при дегазации угольных шахт, так и при промышленной добыче последнего; в) развитие в Кузбассе метода подземной газификации углей.

Эффективность применения данной технологии обусловлена:

1. Разработкой угольных месторождений методом ПГУ исключает опасный подземный труд рабочих в сравнении с шахтной добычей угля.

2. Социальным аспектом — создание новых рабочих мест в регионе.

3. Экологической чистотой: а) на стадии добычи исключается образование отходов горной породы, отчуж-

дения земель и выброс в атмосферу угольной пыли; б) на стадии транспорта предотвращается выброс пыли; в) на стадии сжигания практически исключаются выбросы золы и сернистого ангидрида, уменьшается в 1,5–2 раза выход оксидов азота. Эффективность технологии ПГУ заключается также в разработке пластов со сложными горно-геологическими условиями залегания, которые невозможно обработать существующими технологиями.

Институтом угля и углекислоты СО РАН разработан инвестиционный проект, предполагающий строительство в Кузбассе шести крупных промышленных предприятий ПГУ, с производительностью по газу от 1,0 до 4,0 млрд. м³ горючего газа в год, осуществляющих газификацию угольных пластов по новой современной технологии, и производящих таким образом горючий газ, который может быть успешно использован либо как котельное топливо, либо в качестве энергетического сырья для газотурбинных установок при производстве электроэнергии [2].

Проектом предполагается строительство двух типов предприятий ПГУ, различающихся между собой видом выдаваемого конечного продукта:

- а) предприятие ПГУ, конечным продуктом которого является горючий газ;
- б) предприятие ПГУ, конечным продуктом деятельности которого является электроэнергия.

В последнем случае в структуру предприятия ПГУ включается газотурбинная станция, которая работает на производимом этим же предприятием газе подземной газификации угля. Фактически в данном случае речь идет об автономной электростанции, работающей на собственном газообразном энергетическом сырье.

Литература:

1. Копытов, В.В. О деятельности ФГУП «ММПП «Салют» в области создания оборудования газификации твердых топлив [Текст] / В.В. Копытов // *Альтернативная энергетика и экология*. — № 10 (90) 2010. — с. 187–195.
2. Стратов, В.Г. Тенденции инновационного развития проектирования горнодобывающих предприятий на примере комплексного освоения запасов газоугольного месторождения Восточной Сибири [Текст] / В.Г. Стратов, И.А. Стежко // *Рациональное освоение недр*. — № 1. — 2013. — С.36–40.

Исследования по извлечению нефти из нефтяного шлама мощными средствами

Жумаев Каюм Каримович, кандидат технических наук, доцент;
 Камолов Рахим, магистрант;
 Садуллаев Рустам, магистрант

Бухарский инженерно-технологический институт (Узбекистан)

Нефтяная промышленность является одним из крупных источников загрязнения окружающей среды. В соответствии с этим требуются неотложные меры по исправлению существующей экологической ситуации на предприятиях отрасли.

В свою очередь, для предприятия ПГУ, производящего в качестве конечного продукта горючий газ как котельное топливо, существует два варианта такого производства: первый—это производство низкокалорийного газа, имеющего теплоту сгорания 4 МДж/м³, и получаемого при использовании в технологии газификации воздушного дутья, и второй вариант—производство среднекалорийного газа с теплотворной способностью 10–13 МДж/м³, получаемого в случае использования в технологии паровоздушного дутья.

В настоящее время возможно использовать данную технологию на территориях Кузбасса и регионов России, где имеются брошенные участки с трудно извлекаемыми запасами каменного и бурого угля.

Для реализации технологии необходимо применение:

1. Современной буровой техники, позволяющей бурить скважины с поверхности на значительную глубину и использующей направленное бурение;
2. Газоотсасывающих турбин на устьях газовыдающих скважин с температурой горючего газа до 600°С;
3. Современных технологий розжига угля в подземном газогенераторе для формирования огневого забоя.

Полученный в результате газ конкурентоспособен с природным газом: цена газа ПГУ будет ниже стоимости поступающего в регион природного газа и сопоставима со стоимостью угля, добытого наиболее дешевым открытым способом, что, по сути, является созданием нового предприятия по производству инновационной продукции.

Предлагаемая технология ПГУ может конкурировать с любыми новыми решениями по энергетическим технологиям, является перспективной и заслуживает внедрения, а также дальнейшего совершенствования.

Производственная деятельность нефтеперерабатывающих и нефтегазодобывающих предприятий неизбежно оказывает техногенное воздействие на объекты природной среды, поэтому вопросы охраны окружающей среды и рационального использования природных ресурсов имеют

важное значение. Одним из наиболее опасных загрязнителей практически всех компонентов природной среды — поверхностных и подземных вод, почвеннорастительного покрова, атмосферного воздуха — являются нефтешламы.

Исследованием свойств нефтяных шламов и разработкой способов их утилизации заняты ученые во всем мире. Большинство проектов по утилизации нефтяных шламов не дают должного эффекта из-за неправильно подобранного оборудования, химических реагентов или незнания природы самих шламов.

Нами выполнены исследования по извлечению нефти из нефтешламов и возврату её в оборот. В качестве объектов исследований был выбран нефтешламы нефтеперерабатывающего завода, различающиеся своим технологическим происхождением и сроком накопления.

Для извлечения нефти выбран способ отмывки водным щелочным раствором, содержащим метасиликат натрия 5–10%; продукт оксиэтилирования алкилфенолов (ОП-7, ОП-10, ОП-20) 1–5%. Отмывка производится при температуре 70° С.

Содержание нефти в водонефтяной эмульсии и извлечение нефти из осадка рассчитывали по выражению:

$$\varepsilon = \frac{Q_{эм} \cdot a_{эм}}{Q_{ос} \cdot a_{ос}} \cdot 100\% \quad (1)$$

где $Q_{ос}$ — вес навески нефтесодержащего осадка, г;
 $a_{ос}$ — содержание нефти в осадке, %;

$Q_{эм}$ — количество водонефтяной эмульсии, г;

$a_{эм}$ — содержание нефти в эмульсии, %.

Исследования проводили в несколько стадий.

На первой стадии изучали извлечение нефти из одной навески осадка несколькими последовательными порциями моющего средства. При этом извлечение нефти из осадка каждой последующей порции моющего раствора определяли по выражению:

$$\varepsilon_n = \frac{0,01 a_n \cdot Q_n}{0,01 a_{ос} \cdot Q_{ос} - \sum_{i=1}^{n-1} 0,01 a_i \cdot Q_i} \cdot 100\% \quad (2)$$

Результаты исследования извлечения нефти из одной навески нефтесодержащего осадка несколькими последовательными порциями моющего раствора приведены на графиках рисунка 1.

Из графиков видно, что извлечение нефти из осадка с каждой новой операцией отмывки увеличивается, а с увеличением содержания нефти в осадке — уменьшается. Это связано с тем, что после каждой операции отмывки содержание нефти в осадке уменьшается, а при низком содержании нефти в осадке она отмывается лучше, чем при высоком.

Зависимость извлечения от числа операций отмывки имеет линейный характер. Ее можно выразить следующими уравнениями.

Для содержания нефти в осадке 10%:

$$\varepsilon = 6,49n + 60,8; R^2 = 0,9936 \quad (3)$$

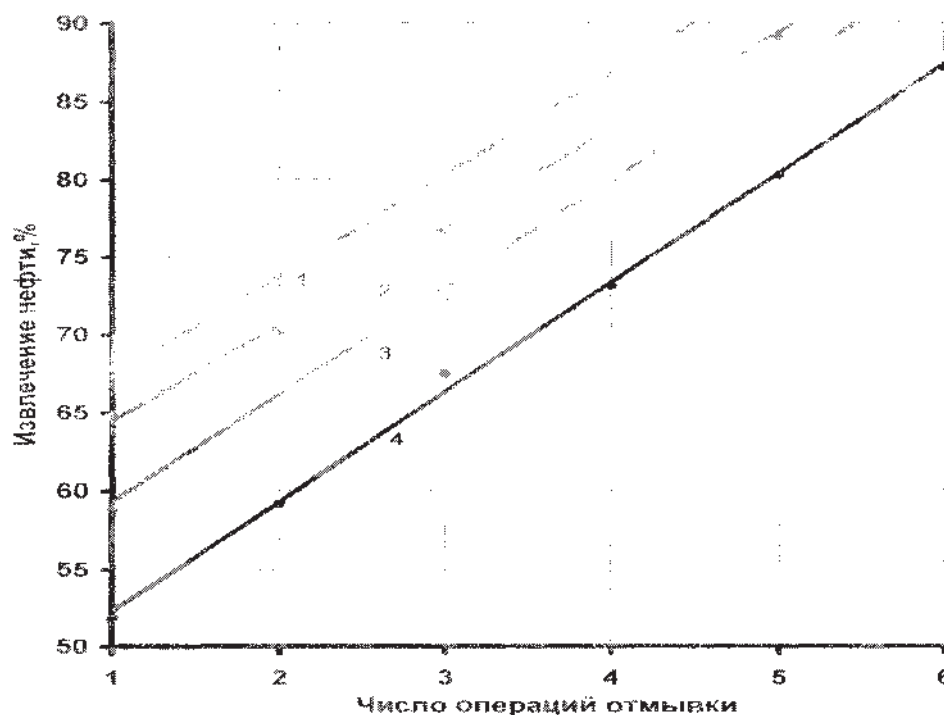


Рис. 1. Зависимость извлечения нефти от числа операций отмывки при отмывке одной навески нефтесодержащего осадка свежим моющим раствором: 1 — содержание нефти в осадке 10%; 2 — содержание нефти в осадке 15%; 3 — содержание нефти в осадке 20%; 4 — содержание нефти в осадке 30%

Для содержания нефти в осадке 15%: $\varepsilon = 6,24n + 58,21$; $R^2 = 0,9974$ (4)

Для содержания нефти в осадке 20%:
 $\varepsilon = 6,86n + 52,46$; $R^2 = 0,9964$ (5)

Для содержания нефти в осадке 30%:
 $\varepsilon = 7,0029n + 45,307$; $R^2 = 0,9936$ (6)
Здесь n — число операций отмывки.

Литература:

1. Переработка нефтяных и газоконденсатных шламов. Методология и результаты. М. Маркаров, А. Нуридинов. Сыктывкар. Экоальянс. 2000.
2. Мазлова, Е. А., Мещеряков С. В. Проблемы утилизации нефтешламов и способы их переработки. Москва, 2001.

Влияние гидратообразования на пропускную способность газопровода

Жумаев Каюм Каримович, кандидат технических наук, доцент;

Саидов Мехриддин, магистрант

Бухарский инженерно-технологический институт (Узбекистан)

Образование кристаллогидратов в газопроводе происходит при полном насыщении газа парами воды при определенном давлении и температуре. Кристаллогидраты — неустойчивые соединения углеводородов с водой. По внешнему виду они похожи на спрессованный снег. Гидраты, извлеченные из газопровода, на воздухе быстро распадаются на газ и воду.

Образованию гидратов способствуют наличие в газопроводе воды, увлажняющей газ, посторонних предметов, сужающих сечение газопровода, а также земли и песка, частицы которых служат центрами кристаллизации. Немаловажное значение имеет содержание в природном газе других углеводородных газов помимо метана (C_3H_8 , C_4H_{10} , H_2S).

Зная, при каких условиях образуются гидраты в газопроводе (состав газа, точка росы — температура, при которой конденсируется содержащаяся в газе влага, давление и температура газа по трассе), можно принимать меры для предотвращения их образования. В борьбе с гидратами самым радикальным способом является осушка газа на головных сооружениях газопровода до точки росы, которая была бы на 5–7°С ниже возможной самой низкой температуры газа в газопроводе в зимний период.

При недостаточной осушке или при отсутствии ее для предотвращения образования и разрушения образовавшихся гидратов применяются ингибиторы, поглощающие из газа часть водяных паров и делающие его неспособным к гидратообразованию при данном давлении. Известны такие ингибиторы, как метиловый спирт (метанол— CH_3OH), растворы этиленгликоля, диэтиленгликоля, триэтиленгликоля, хлористого кальция. Из перечисленных ингибиторов на магистральных газопроводах часто применяют метанол.

Для разрушения образовавшихся гидратов используется метод снижения давления на участке газопровода до давления, близкого к атмосферному (не ниже избы-

точного 200–500 Па). Гидратная пробка разрушается за время от 20–30 мин до нескольких часов в зависимости от характера и размера пробки, температуры грунта. На участке с отрицательной температурой грунта вода, образующаяся в результате разложения гидратов, может замерзнуть, образовав ледяную пробку, ликвидировать которую гораздо труднее, чем гидратную. Для ускорения разрушения пробки и предотвращения образования льда описанный способ применяется попутно с разовой заливкой большого количества метанола.

Повышенные перепады давления в газопроводе обнаруживаются по показаниям манометров, установленных на кранах по трассе газопровода. По показаниям манометров строятся графики падения давления. Если измерять давление на участке длиной / в одно и то же время и значения квадратов абсолютного давления нанести на график с координатами p^2 (МПа) -1 (км), тогда все точки должны лечь на одну и ту же прямую (рис. 14). Отклонение от прямой на графике показывает участок с ненормальным перепадом давления, где идет процесс образования гидратов.

При обнаружении ненормального перепада давления в газопроводе обычно включают в работу метанольную установку или при отсутствии последней производят однофазовую заливку — метанола через свечу, для чего к верхнему концу свечи приваривают кран. При закрытом нижнем кране через верхний кран в свечу заливается метанол. Затем верхний кран закрывается, а нижний открывается. После того как метанол стечет в газопровод, нижний кран закрывается. Для заливки необходимого количества метанола эту операцию повторяют несколько раз.

Подача метанола через метанольницу и единовременная заливка метанола могут не дать должного эффекта или, судя по величине и быстрому росту перепада давления, создается угроза закупорки. Указанным способом заливают одновременно большое количество метанола

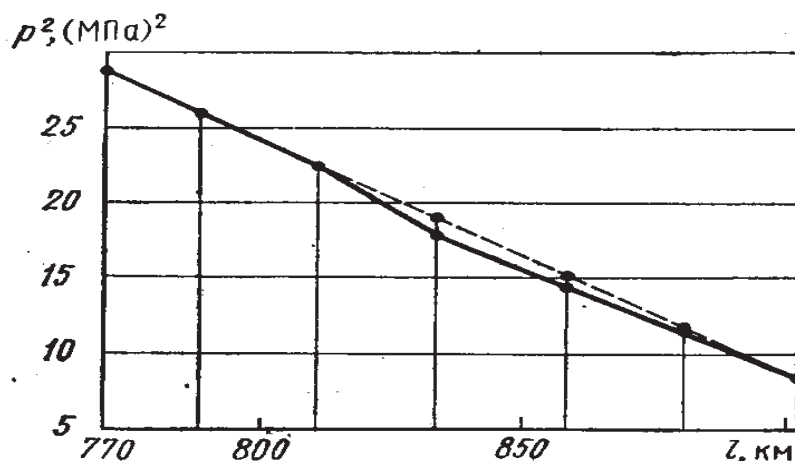


Рис. 1. График определения гидратов на магистральных газопроводах

и по ходу газа производят продувку газом. Количество метанола, заливаемого в участок газопровода протяженностью 20–25 км и диаметром 820 мм, составляет 2–3 т. Заливка метанола производится через свечу в начале участка, после этого краны в начале и конце участка перекрывают, газ сбрасывают в атмосферу через свечу перед краном на конце участка.

При более тяжелом положении после заливки метанола участок газопровода отключают, перекрывая краны на обоих концах, газ сбрасывают через свечи на обоих концах, снижая давление почти до атмосферного (не ниже избыточного 200–500 Па). Через некоторое время, в течение которого гидратная пробка при отсутствии давления и под действием метанола должна разрушиться, открыв-

вают кран в начале участка и производят продувку через свечу в конце участка, чтобы стронуть пробку с места. Ликвидация гидратной пробки с применением продувки небезопасна, так как при внезапном разрушении ее в газопроводе могут возникнуть большие скорости потока газа, увлекающего остатки разрушенной пробки. Необходимо тщательно следить за давлением на участке до и после пробки, чтобы не допустить очень большого перепада. При большом перепаде, свидетельствующем о перекрытии значительной части сечения трубы, место образования пробки легко определить по характерному шуму, возникающему при дросселировании газа, который прослушивается с поверхности земли. При полной закупорке газопровода шума не бывает.

Литература:

1. Гольянов, А.А. Анализ методов обнаружения утечек на трубопроводах. // Транспорт и хранение нефтепродуктов. № 1011, 2002. — стр. 5–14
2. Макаров П., С. Гидродинамический анализ возможностей определения мест малых утечек из трубопровода путем улавливания волн давления. // Транспорт и хранение нефтепродуктов. № 11, 2000. — стр. 24–26/
3. Волский, М.И., Галюк В.Х., Гуменный Л.К. и др. Вопросы прочности магистральных трубопроводов/Нефт. пром-ть. Сер. Трансп. и хранение нефти и нефтепродуктов: Обзор, информ. ВНИИОЭНГ. — М., 1994. — Вып. 10 (58). — 68 с.

Исследование воздействия магнитной обработки на свойства нефтяного сырья

Жумаев Каюм Каримович, кандидат технических наук, доцент;
 Саноев Мардон, магистрант;
 Яхшимурадов Достон, магистрант
 Бухарский инженерно-технологический институт (Узбекистан)

Параметры и результаты технологических процессов нефтепереработки и нефтехимии определяются качеством поступающего на переработку углеводородного сырья, что, в свою очередь, напрямую зависит от эффек-

тивности используемых методов его подготовки и очистки. Современный этап развития химии и технологии углеводородов характеризуется прогрессирующим ухудшением свойств и качества перерабатываемых нефтей из-за уве-

личения обводненности, коррозионной агрессивности, содержания серы, солей и пр. В этой связи снижение влияния указанных негативных факторов на разделение и трансформации углеводородного сырья является одним из приоритетных направлений науки и техники.

В технологических процессах подготовки сырья для нефтепереработки и нефтехимии используются химические реагенты различного назначения, но в осложненных условиях традиционные химические методы и стандартные технологии во многих случаях оказываются недостаточно эффективными. Наряду с химическими используется ряд физических методов воздействия на нефть и водно-органические смеси, в том числе и обработка их магнитным полем, что позволяет в ряде случаев улучшить их свойства и облегчить разделение.

Совместное использование магнитной обработки рассмотренных нефтяных эмульсий и химических реагентов, применяемых в процессах их подготовки, позволило увеличить деэмульгирующий эффект в среднем на 15% без увеличения расхода реагентов.

На основании лабораторных исследований и формализации априорной информации принята следующая гипотеза о механизме воздействия магнитного поля на водонефтяные эмульсии. Изначально эмульсия представляет собой субстанцию класса «нефть в воде» или «вода в нефти», причем на границах раздела фаз образуются так называемые «бронирующие оболочки», препятствующие самопроизвольному разрушению эмульсии.

Молекулы деэмульгатора, адсорбируясь на поверхности раздела фаз, вытесняют менее поверхностно-активные природные эмульгаторы. Однако, хотя пленка, образуемая деэмульгатором, обладает малой прочностью, действия сил тяжести недостаточно для обеспечения быстрого осаждения и коалесценции мелких капель. Магнитное поле вызывает поляризацию капель воды и их взаимное притяжение, что приводит к значительному ускорению коагуляции и коалесценции капель и их быстрому отстою.

Механизм действия магнитной обработки на образование АСПО, согласно принятой гипотезе, таков: в движущейся жидкости происходит разрушение агрегатов, состоящих из субмикронных ферромагнитных микрочастиц соединений железа, находящихся при концентрации 10–100 г/т в нефти и попутной воде, что приводит к резкому (в 100–1000 раз) увеличению концентрации центров кристаллизации парафинов и солей и формированию на поверхности ферромагнитных частиц пузырьков газа микронных размеров. В результате разрушения агрегатов кристаллы парафина выпадают в виде тонкодисперсной, объемной, устойчивой взвеси, а скорость роста отложений уменьшается пропорционально уменьшению средних размеров, выпавших совместно со смолами и асфальтенами в твердую фазу кристаллов парафина.

Механизм воздействия магнитного поля на процесс солеотложения, согласно принятой гипотезе, можно описать следующим образом: магнитное поле оказывает влияние на

кинетику кристаллизации, обуславливающее увеличение концентрации центров кристаллизации в массе раствора, водная система выводится из равновесия, возрастает скорость образования осадков и формируется множество мелких кристаллов практически одинакового размера.

Провоцирование кристаллообразования приводит к тому, что в дальнейшем, вместо образования отложений на поверхности оборудования, взвесь образуется в объеме раствора, выносится из опасной зоны и ее можно удалять с помощью специальных устройств. Обрабатывать магнитным полем водную систему предпочтительно до начала процесса формирования кристаллов. Максимальный эффект от магнитной обработки был получен на водных системах при относительно невысоких температурах (до 70–80 °С) и повышенном содержании ионов солей (250300 мг/л и выше).

Согласно принятой гипотезе при воздействии магнитного поля на систему «металл — электролит» одновременно протекают два взаимоисключающих процесса: сдвиг потенциала коррозии в отрицательную область, что должно привести к снижению коррозионной стойкости металла; ускорение поляризуемости системы, что приводит к снижению скорости коррозии. Последнее связано с тем, что процессы гидратации ионов металла и подвода деполяризатора к поверхности металла замедляются под воздействием магнитного поля. Ускорение поляризации при магнитной обработке преобладает над процессом увеличения термодинамической неустойчивости металла (сдвиг потенциала в область более отрицательных значений), в результате чего скорость коррозии замедляется.

Обработка магнитным полем осуществлялась с помощью лабораторной установки УМПЛ-1, которая позволяет поддерживать постоянное магнитное поле, а также задавать частоту (от 1 до 100 Гц), напряженность (от 0 до 40 кА/м) и форму (синусоидальная, треугольная и прямоугольная) ее изменения. В делительную воронку помещали 250 мл исследуемой жидкости. Далее открывали вентиль, и жидкость через индуктор перетекала в химический стакан. Обработка магнитным полем производилась в индукторе, подключенном к генератору установки УМПЛ-1.

Исследования воздействия магнитного поля на водонефтяные эмульсии проводились в соответствии с ASTM D-1401. Обработка эмульсии проводилась однократно путем пропускания эмульсии из делительной воронки через индуктор экспериментального стенда. Затем эмульсия перемешивалась в емкости в течение минут и ставилась на отстой при комнатной температуре со снятием показаний степени разрушенности через 15, 30, 60 и 120 минут. Для каждого опыта брали 100 мл эмульсии.

Исследования влияния магнитного поля на образование солеотложений проводились в соответствии с методикой, разработанной в УГНТУ. Методика основана на сравнении размеров и формы кристаллов хлористого натрия, выделившихся из необработанной и обработанной

магнитным полем жидкости. Для анализа отмеряли по 150 мл обработанного и необработанного магнитным полем насыщенного водного раствора соли в химические стаканы емкостью 200–300 мл и упаривали до уменьшения объема в 2 раза на электроплитке в строго идентичных термобарических условиях. Содержимое стаканов охлаждали до комнатной температуры, отфильтровывали выпавшую в осадок соль и оценивали форму и размер ее кристаллов с использованием микроскопа типа «Микмед-1–0» и сит лабораторных ЛО 251–1.

Литература:

1. Шайдаков, В. В., Князев В. Н., Инюшин Н. В., Хайдаров Ф. Р., Лаптев А. Б., Никитин Р. В. Исследования влияния магнитной обработки на водонефтяные эмульсии НПУ «Белкамнефть». — Деп. в ВИНТИ 07.05.01, № 1178-В 2001.
2. Кузнецов, В. С., Инюшин Н. В., Хайдаров Ф. Р., Шайдаков В. В., Лаптев А. Б., Никитин Р. В. Лабораторная установка для определения параметров магнитной обработки жидкости — УМПЛ. — Деп. в ВИНТИ 07.05.01, № 1174-В 2001.
3. http://ogbus.ru/authors/Chernova/Chernova_2.pdf

Оценка коррозионной агрессивности сред проводилась гравиметрическим методом (ГОСТ 9.502–82, ГОСТ 9.506–87), суть которого заключается в определении потери массы металлических образцов за время их пребывания в испытываемой среде. Подготовленные образцы помещались в U-образные гравиметрические ячейки с обработанной и необработанной магнитным полем исследуемой средой. При гравиметрическом методе скорость коррозии характеризуется массовым показателем K_T (г/м²·ч).

Причины образования водонефтяных эмульсий

Жумаев Каюм Каримович, кандидат технических наук, доцент;

Хабибов Хусен, магистрант

Бухарский инженерно-технологический институт (Узбекистан)

Большинство исследователей считает, что в пластовых условиях диспергирование (дробление) газонефтяных систем практически исключается. Глубинные пробы жидкости, отобранные у забоя скважины, как правило, состоят из безводной нефти и воды, в то время как на поверхности отбирают высокодисперсную эмульсию.

На глубине 2000 м и при давлении 20 МПа одна объемная часть нефти в состоянии растворить до 1000 объемных частей газа.

При подъеме нефти и понижении давления газ выделяется с такой энергией, что ее вполне достаточно для диспергирования пластовой воды.

Стойкость эмульсий зависит от способа добычи нефти.

Фонтанные скважины: наибольшее перемешивание нефти и воды происходит в подъемных трубах и при прохождении нефтегазовой смеси через штуцеры. Для снижения эмульгирования нефти:

1. Штуцер устанавливают на забое скважины. Перепад давления в этом случае в штуцере значительно меньше, чем при установке его на поверхности. Как следствие — уменьшается перемешивание. Однако сложности спуска, замены и регулирования забойных штуцеров ограничивают возможность их широкого применения.

2. При установке штуцера на поверхности степень перемешивания может быть уменьшена, если в сепара-

торах, расположенных после штуцера, поддерживать повышенные давления, т.е. снизить перепад давления в штуцере.

Интенсивность перемешивания нефти с водой также влияет на образование и стойкость эмульсии. Замечено, что при механизированных способах добычи наиболее устойчивые водонефтяные эмульсии образуются при использовании электроцентробежных насосов (перемешивание продукции в рабочих колесах). При использовании штанговых и винтовых насосов образуются менее стойкие эмульсии.

При компрессорном способе добычи получают эмульсии крайне высокой стойкости из-за того, что происходит окисление нафтеновых кислот с образованием соединений, которые являются эффективными эмульгаторами.

В дальнейшем при движении газированных обводненных нефтей в системе сбора также возможно образование эмульсий. Основной причиной здесь является энергия турбулентного потока. Высокие перепады давления, пульсация газа, наличие штуцерирующих устройств, задвижек, поворотов и фитингов способствуют повышению турбулентности потока и интенсивному диспергированию воды в нефти.

Отложения парафина на стенках трубопровода влияют на образование эмульсий, уменьшая его сечение, увели-

чивают скорость потока и усиливают диспергирование воды в нефти.

Этот процесс (диспергирование) также происходит и при штуцировании обводненной нефти.

Применяемая технология разгазирования, в частности сепараторы, имеющие насадки-диспергаторы, также влияет на образование нефтяных эмульсий.

Таким образом, нефтяные эмульсии могут образовываться только при затратах энергии:

1. Энергии расширения газа;
2. Механической энергии;
3. Энергии силы тяжести.

Существуют два основных типа эмульсий: дисперсии масла в воде (М/В) и дисперсии воды в масле (В/М).

Нефтяные эмульсии:

1. Первый тип — прямые эмульсии, когда капли нефти (неполярная жидкость), являются дисперсной фазой и распределены в воде (полярная жидкость) — дисперсионной среде. Такие эмульсии называются «нефть в воде» и обозначаются Н/В.

2. Второй тип — обратные эмульсии, когда капельки воды (полярная жидкость) — дисперсная фаза — размещены в нефти (неполярная жидкость), являющейся дисперсионной средой. Такие эмульсии называются «вода в нефти» и обозначаются В/Н.

3. Множественная эмульсия — это такая система, когда в сравнительно крупных каплях воды могут находиться мелкие глобулы нефти, или в крупных каплях нефти находятся мелкие глобулы воды. Дисперсная фаза сама является эмульсией, и может быть как прямого, так и обратного типа. Такие эмульсии обычно имеют повышенное содержание механических примесей. Они образуются в процессе деэмульсации нефти и очистки сточных вод на границе раздела фаз нефть-вода и составляют основу так называемых ловушечных (или амбарных) нефтей, чрезвычайно плохо разрушаемых известными методами. Поэтому в настоящее время актуальна разработка эффективных методов разрушения множественных нефтяных эмульсий.

Свойства нефтяных эмульсий влияют на технологические процессы добычи нефти, внутрипромыслового транспорта, сепарации, предварительного обезвоживания, деэмульсации (разрушения эмульсий), очистки и подготовки нефтепромысловых сточных вод.

Вплоть до объемной доли дисперсной фазы $C_d = 74\%$, соответствующей плотнейшей упаковке шаров, частицы дисперсной фазы могут сохранять сферическую форму.

Литература:

1. Антипин, Ю. В., Валеев М. Д., Сыртланов А. Ш. Предотвращение осложнений при добыче обводненной нефти. — Уфа: Башк. кн. изд-во, 1997. — 168 с.
2. Гумеров, А. Г., Дьячук А. И., Радионова С. В. Системы сбора продукции скважин. Пути обеспечения их безопасной работы. — Уфа: Транс-тэк, 2001. — 80 с.

Поэтому увеличение C_d выше этой величины связано с деформацией частиц дисперсной фазы и, как следствие, появлением новых свойств.

Тип эмульсии устанавливается по свойствам ее дисперсионной среды.

Эмульсии типа Н/В (вода — внешняя фаза) смешиваются с водой в любых соотношениях и обладают высокой электропроводностью.

Эмульсии В/Н смешиваются только с углеводородной жидкостью и не обладают заметной электропроводностью.

Тип эмульсий в разбавленных эмульсиях определяется чаще всего объемным соотношением фаз — дисперсную фазу образует вещество, находящееся в системе в меньшем количестве.

В промысловых условиях о количестве воды в эмульсиях судят обычно по их цвету: эмульсии, содержащие до 10% воды, по цвету не отличаются от безводной нефти; эмульсии, содержащие 15–20% воды, имеют цвет от коричневого до желтого; эмульсии, содержащие более 25% воды, — желтые.

Энергия, затраченная на образование эмульсии, концентрируется на границе раздела фаз в виде свободной поверхностной энергии и называется поверхностным (или межфазным) натяжением, σ . Капли жидкой дисперсной фазы при этом приобретают сферическую форму, т.к. сфера обладает наименьшей поверхностью при данном объеме:

$$\sigma = \frac{F}{S} \text{ — это удельная работа образования поверх-}$$

ности. [σ] = эрг/см²; Дж/м²; Н/м; дин/см. ($s=P/2L$).

Из физики: σ — это сила, стягивающая гипотетическую пленку на поверхности жидкости и противодействующая ее растяжению, т.е. величина σ — определяется работой против сил молекулярного взаимодействия.

Величина σ — важнейшая молекулярная константа вещества (при $T=\text{const}$), характеризующая **полярность** жидкости.

Поэтому полярные жидкости с сильным межмолекулярным взаимодействием имеют высокие значения σ : вода $\sigma=72.5$ эрг/см², а для слабополярного гексана $\sigma=18.4$ эрг/см². Таким образом, создание новой межфазной поверхности требует затраты энергии на преодоление сил ММВ и значительная часть этой энергии накапливается на межфазной границе в виде избыточной поверхностной энергии. Поэтому молекулы, находящиеся на поверхности раздела фаз являются «особенными» по своему энергетическому состоянию.

Температурный режим и другие простые правила как залог успеха при строительстве дорожных одежд

Иванова Айына Андреевна, магистр
Санкт-Петербургский политехнический университет имени Петра Великого

Ключевые слова: температура, асфальтобетон, дорожная одежда, укладка, транспортирование.

Казалось бы, усложнение конструкции транспортных сооружений, применение новых строительных материалов и технологий транспортного строительства, рост интенсивности движения и нагрузок требуют все новых и более существенных затрат в процессе дорожного строительства [1,2,3,4,5].

Но практика дорожного строительства показывает, что не исчерпан, а порою по разным причинам и игнорируется простой принцип — соблюдение технологии на всех ключевых этапах этого весьма дорогого и многообразного процесса. Для того, чтобы упростить разговор, но при этом учесть все многообразие факторов влияющих на качество конечного продукта, а в совокупности эти факторы иногда приводят к преждевременным отказам и разрушениям дорожной конструкции, становятся причинами аварий и катастроф на автомобильных дорогах, автор постарался предложить вариант неких технологических Правил на основных этапах дорожного строительства, обратив особое внимание на соблюдение температурного режима применения строительных материалов.

Следует отметить, впрочем, что эти Правила, не есть, что-то абсолютно новое. Просто они изложены в разных нормативных документах, порою их «смыслы размыты», а некоторые просто-напросто трактуются исполнителями работ по-разному.

Это и побудило автора свести воедино некий набор «железобетонных» правил, простое соблюдение которых уже и будет залогом успеха в достижении качества дорожного строительства при устройстве слоев из асфальтобетона.

Транспортирование смеси и подготовительные работы.

Во избежание налипания асфальтобетонной смеси к днищу кузова его необходимо смазывать веществами, не влияющими на качество смеси.

Для смазки кузова нельзя использовать дизельное топливо, соляровое масло или топочный мазут. В случае применения одного из этих веществ может произойти изменение характеристик транспортируемой смеси. [1,6]

Перед загрузкой смеси в самосвал со дна кузова удаляют весь мусор, оставшийся от предыдущей поездки. После того, как кузов будет очищен, его следует обработать специальным раствором, предотвращающим прилипание смеси к его внутренней поверхности. В качестве таких веществ, применяют материалы, не содержащие нефть: известковую суспензию; мыльный раствор; сульфитно-спиртовую барду.

Температура горячей асфальтобетонной смеси по прибытии на место укладки должна быть не ниже 120°C. Для ориентировочных расчетов можно считать, что смесь остывает на 1°C при перевозке на каждый километр пути или на 20°C за каждый час пути. Исходя из опыта в сухую жаркую погоду, горячую плотную смесь можно перевозить на расстояние до 40...50 км, а в прохладную — до 20...30 км. [2]

Чтобы достичь требуемых температурных условий работы с асфальтобетонной смесью, необходимо осуществлять транспортирование смеси только в специально оборудованных автомобилях (высокие борта, большая емкость кузова, оборудование тентом и т.д.), и равномерно распределять смесь по кузову автомобиля при загрузке.



Основание, на которое укладывается асфальтобетонная смесь, должно быть принято в установленном порядке, очищено от посторонних предметов, грязи и пыли. [3,6,7,8,9,10]

Перед укладкой смеси (за 1–6 ч) необходимо провести обработку поверхности нижнего слоя битумной или битумно-полимерной эмульсией, жидким или вязким битумом, нагретым до требуемой температуры.

Норму расхода материалов, л/м, следует устанавливать:

- при обработке битумом основания — равной 0,5–0,8, нижнего слоя асфальтобетонного покрытия — 0,2–0,3;
- при обработке 60%-ной эмульсией основания — 0,6–0,9, нижнего слоя асфальтобетонного покрытия — 0,3–0,4.

Подготовительные работы при укладке асфальтобетонной смеси:

- закрытие участка дороги для движения транспорта за 1 сутки до начала работ (если позволяют условия);



Рис. 1. Нарушение



Рис. 2. Норма

- устройство объезда вне проезжей части длиной на 2...3 захватки нижнего слоя (если позволяют условия);
- разбивка оси и кромок проезжей части;
- проверка основания на ровность и плотность проходом тяжелого катка вдоль участка дороги;
- натяжка копирной струны параллельно оси проезжей части по столбикам высотой 20...30 см, устанавливаемым через 10...15 м на расстоянии 0,25 м от кромки покрытия;
- очистка основания поливомоечной машиной (из расчета 5 л/м² воды);
- сушка основания под воздействием солнечной радиации;
- смазка поперечного шва жидким битумом;

- проверка работоспособности укладчика на холостом ходу, смазка трущихся деталей, соприкасающихся с горячей смесью;
- установка выглаживающей плиты по ширине полосы укладки и высоте проектного слоя асфальтобетона. Трамбующий брус должен быть установлен ниже низа выглаживающей плиты на величину амплитуды колебания;
- проверка высотного положения шнека и трамбуемого бруса. Нижняя кромка шнека должна быть установлена на высоте 0,5 проектной толщины слоя над основанием (нижним слоем покрытия);
- прогрев выглаживающей плиты в течение 10...15 минут;
- заправка катков водой;
- подготовка шанцевого инструмента к работе.

Таблица 1

Вероятные недостатки	Причины их возникновения	Способы их устранения или предотвращения
Холодная смесь, покрытая коркой	Превышено допустимое время возки	Доходчиво и пояснительно пояснить
Смесь дымится (синий дымок над смесью)	Смесь нагрета свыше 180 °С	Сообщить на АБЗ о необходимости отрегулировать температурный режим. Смесь для верхнего слоя применять нельзя.
Смесь дымится (серый цвет).	Смазка кузова мазутом.	Запретить смазку кузова мазутом.

Глянцевая пленка на поверхности смеси в кузове автомобиля.	Недостаточное перемешивание смеси. Расслоение смеси при перевозке.	Сообщить на АБЗ о том, чтобы перемешивание смеси довели до нормы.
Комья трудно разбиваются, смесь горячая.	Недостаточное перемешивание или применен влажный минеральный порошок.	Сообщить на АБЗ о том, чтобы перемешивание смеси довели до нормы.

Для повышения однородности смеси при разгрузке и в отдельных случаях при выполнении работ в тоннелях и т.п. рекомендуется применять перегружатели асфальтобетонной смеси. [1,4,11,12,13]



Рис. 3. Перегружатели асфальтобетонной смеси

В процессе выгрузки из автомобиля асфальтобетонной смеси асфальтоукладчик продвигает автомобиль впереди себя до тех пор, пока он полностью не освободится от смеси.

При выгрузке необходимо следить за тем, чтобы смесь не просыпалась на нижележащий слой. Просыпавшуюся смесь следует убрать лопатами. В случае непродолжительных перерывов в доставке смеси последнюю не рекомендуется полностью вырабатывать из бункера асфальтоукладчика во избежание остывания питателя и затвердения на нем смеси. В этом случае бункер с оставшейся смесью закрывают до возобновления приема новой порции смеси.

При этом необходимо путем регулирования угла наклона кузова автомобиля обеспечивать равномерную загрузку приемного бункера асфальтоукладчика.

Укладка асфальтобетонной смеси.

Минимально допустимая температура смесей при укладке зависит от толщины слоя, вязкости битума и температуры воздуха.

Работы по строительству дорожных покрытий из горячих асфальтобетонных смесей следует производить в сухую погоду при температуре воздуха не ниже +5°C весной и не ниже +10°C осенью.

Устройство слоев дорожной одежды в зимнее время разрешается только по земляному полотну, полностью законченному и принятому до наступления отрицательных температур, за исключением строительства в условиях вечной мерзлоты и при строительстве в две стадии. Асфальтобетонная смесь должна укладываться на чистое, сухое, не промёрзшее основание.

Толщина устраиваемого слоя асфальтобетона над прослойкой из геосинтетических материалов должна быть не менее 5 см. [1,4,14,15,]

Производить работы с использованием горячих асфальтобетонных смесей в интервале температур воздуха +5°C – 10°C следует при соблюдении следующих требований:

- толщина устраиваемого слоя должна быть не менее 4 см;
- смеси должны быть с ПАВ, с активированными минеральными порошками или специальными добавками;
- устраивать следует нижний слой двухслойного асфальтобетонного покрытия;
- верхний слой необходимо устраивать только с сохранением или обеспечением температуры нижнего слоя не менее 20°C;
- нижний слой асфальтобетонного покрытия следует устраивать из плотных асфальтобетонных смесей, если слой остается не перекрытым зимой или весной;
- верхний слой следует устраивать в сухую погоду при температуре окружающего воздуха не ниже 5°C.

Укладку холодных асфальтобетонных смесей следует заканчивать ориентировочно за 15 дней до начала периода осенних дождей.

При длительных перерывах в работе (более 30 мин) или в конце смены асфальтоукладчик должен быть освобожден от асфальтобетонной смеси. Асфальтоукладчик, при этом, должен выдвигаться вперед, чтобы обеспечить возможность уплотнения всей уложенной смеси до её остывания.

Распределение асфальтобетонной смеси производится асфальтоукладчиками. Количество смеси, подаваемое

в шнековую камеру, должно быть постоянным, насколько это возможно. Оптимальной считается такая глубина материала в шнековой камере, при которой уровень смеси доходит до середины шнекового вала.

Толщина слоя из горячих асфальтобетонных смесей укладываемых асфальтоукладчиками с трамбуемым брусом и пассивной выглаживающей плитой, должна быть больше проектной на 15...20%, при использовании асфальтоукладчика с трамбуемым брусом и виброплитой — на 10... 15%, а при укладке автогрейдером или ручной укладке на 25–30%.

При укладке холодной асфальтобетонной смеси из штабеля асфальтоукладчиком (с выключенными уплотняющими рабочими органами) и при укладке автогрейдером или вручную толщина слоя должна быть на 60–70% выше проектной.

Ширину полосы укладки смеси назначают кратной ширине покрытия. Толщина слоя смеси регулируется выглаживающей плитой укладчика. Скорость укладки смеси типа А, Б, пористого и высокопористого асфальтобетона с содержанием щебня более 40% должна быть 2...3 м/мин. Смеси типа В, Г, Д, с содержанием щебня менее 40% укладываются со скоростью 4...5 м/мин. [1,2,4,16,17]

Большое значение для качественной укладки смеси имеет монолитность продольных и поперечных швов. При

двух укладчиков монолитность продольного шва достигается тем, что они работают уступом на удалении друг от друга 25...50 м. В этом случае в процессе укатки первой полосы вальцы катка не должны приближаться более чем на 10 см к кромке полосы сопряжения. Вторая полоса укладки смеси дополнительно прогревает кромку первой полосы и сохраняет температуру смеси на стыке более 100°C.

Чтобы иметь успех, процесс укладки должен кончатся следующим:

- высокая ровность поверхности и правильный уклон должны удовлетворять проекту дороги с обеспечением безопасности и комфортабельности проезда и предотвращения ударных нагрузок, вызываемых неровностями поверхности;

- правильный поперечный уклон для обеспечения водоотвода, виражей;

- одинаковая толщина слоя и однородная степень уплотнения, чтобы добиться однородного качества и несущей способности на всем протяжении.

Уплотнение асфальтобетонной смеси.

Уплотнение асфальтобетонной смеси основная технологическая операция, которая предопределяет физико-механические свойства покрытия. Недостаточное уплотнение асфальтобетонного покрытия — одна из основных причин его разрушения.



Рис. 4. Дорожный каток

В процессе уплотнения необходимо соблюдать следующие правила: [1,2]

- как можно раньше начинать уплотнение. Это правило действительно и при использовании тяжелых катков, которые следуют непосредственно за финишером, при этом созданная финишером ровность не должна нарушаться;

- приводной валец катка должен быть расположен параллельно уплотняющему брусу финишера, во избежание образования волн и трещин на устроенном с помощью финишера слое. Но в то же время на участках с большим продольным уклоном при устройстве дорожного покрытия в направлении вверх, приводной валец необходимо устанавливать в направлении вниз, и наоборот, чтобы высокие усилия сдвига приводного вальца не повреждали уже уплотненный финишером слой. При использовании современных катков с обоими приводными вальцами этой проблемы не существует;

- каток должен двигаться параллельно оси дороги со скоростью 2...3км/ч., гладковальцовые катки в статическом режиме, в вибрационном — 3...4км/ч., и катки комбинированного действия в статическом режиме — 3...4км/ч, вибрационном — 5...6км/ч, пневмоколесный — 6...11км/ч.;

- на проезжей части с продольным уклоном более 30%, уплотнение следует производить снизу-вверх;

- при первых проходах гладковальцовых катков во избежание волн и трещин ведущие вальцы должны быть впереди;

- во время уплотнения катки должны быть в непрерывном и равномерном движении;

- для предупреждения налипания смеси валец и шины катка смачивают водой (они должны быть влажными, но не сырыми). Экономия воды достигается за счет увлажнения вальцов с определенными интервалами

и использования специальной добавки, уменьшающей испарение воды (водой, водным 1% раствором отходов мыловаренной промышленности или смесью воды с керосином 1:1) и прогревать во избежание налипания на них смеси;

– запрещается останавливать катки или резко менять направление движения на неуплотненном и остывшем слое. Каток должен двигаться плавно, не допуская реверса. Использование электроники для управления скоростью движения (Speed Control) улучшает процесс уплотнения;

– проезд катка с одной полосы на другую должен осуществляться только на ранее уплотненной захватке;

– виброуплотнение проводить только в процессе движения катка. Включать и отключать вибрацию необходимо за пределами уплотняемой полосы на двигающемся катке. При остановке или маневрировании катка необходимо отключать вибрацию. Маневрировать катком следует только на уплотненном участке, чтобы избежать деформаций от давления;

– никогда не следует останавливать каток на еще не остывшей асфальтобетонной смеси;

– для исключения образования волны каждый последующий след катка должен быть смещен в направлении уплотнения относительно предыдущего на величину, примерно равную диаметру вальца или пневмоколеса.

Укатку уплотняющей машиной следует производить с перекрытием следа минимум на 15 см. При этом необходимо следить за тем, чтобы каждая укатываемая полоса была обработана катком одинаковое количество раз.

Коэффициенты уплотнения должны быть не ниже:

– 0,99 — для высокоплотного асфальтобетона из горячих смесей, плотного горячего асфальтобетона типов А и Б;

– 0,98 — для плотного асфальтобетона из горячих смесей типов В, Г и Д, пористого и высокопористого асфальтобетона;

– 0,96 — для асфальтобетона из холодных смесей. [1,4]

Каток всегда должен возвращаться по той же полосе на уже остывший участок покрытия и только там производить маневрирование. Уплотнение начинают от кромки (если есть краевая полоса). Если ее нет, то с каждого края оставляют неуплотненную полосу шириной 30–40 см, чтобы не подвергать деформации еще горячую неуплотненную смесь. Такие полосы затем лучше уплотнять катком, оборудованным устройством для уплотнения кромок или пневмоколесным катком. При ступенчатом движении финишера во время укладки смеси уплотнение выполняют, начиная с внешнего края к середине, полосу шириной 30–40 см оставляют в середине неуплотненной. Ее уплотняют на заключительном этапе, чтобы достичь соединения обеих полос укладки.

Ширина укладки разделена на полосы укатки, число полос зависит от ширины вальца и ширины укладки. Ширина вальца должна быть связана с шириной укладки для

того, чтобы, например, три параллельные полосы укатки были достаточны, чтобы перекрыть всю ширину укладки.

Переход с одной полосы на другую должен производиться на ранее уплотненной поверхности, чтобы избежать следов на поверхности слоя. Кроме того, вибрационный каток никогда не должен останавливаться на горячей смеси.

При использовании вибрационного катка-тандема при следующей простой схеме работы, достигается однородное уплотнение по всей поверхности укатки.

В первую очередь должны быть уплотнены все швы, сначала поперечные, а затем продольные. Схема состоит из параллельных полос укатки, разделенных на зоны укатки длиной 30–50 м. Фактическая длина зоны определяется скоростью укладчика и временем, в течение которого можно производить укатку до остывания.

Первая полоса начинается у крайней кромки асфальтобетонного покрытия. Проходы производятся вперед-назад по одной и той же полосе. Изменение полосы должно всегда производиться в ранее уплотненной зоне, чтобы избежать появления следов на слое.

Как правило, каток должен держаться как можно ближе к укладчику. При всех схемах укатки необходимо сохранять постоянную длину зоны укатки. Для ориентирования полезными являются веши и конуса.

Схема укатки, состоящая из трех параллельных полос укатки, делится на зоны, обычно длиной 30–50 метров. В каждой зоне каток совершает требуемое число проходов вперед и назад.

Однако каток может начинать работать в следующей зоне до того, как он закончит работу на предыдущей. В этом случае проходы катка (расстояние, которое каток проходит от места, в котором он изменяет направление позади укладчика, до места изменения направления в конце полосы) перекрывают обе зоны. Практической трудности поддержания постоянной длины прохода можно избежать, если катки оборудованы соответствующими измерительными инструментами (приборами) для определения длины прохода. Для традиционных статических трехколесных катков схема укатки более сложная, так как два задних вальца имеют заметно более высокую линейную нагрузку, чем передний валец. На практике укатка трехвальцовыми статическими катками часто приводит к более высоким плотностям в середине полосы, чем вдоль краев.

Заключение

Конечно, представленные в сконцентрированном виде правила не охватывают весь спектр требований к описываемому технологическому процессу. В первую очередь рассматриваемые технологии должны учитывать требуемые температурные режимы работы с дорожно-строительным материалом. Но важным является уже то, что даже простое соблюдение представленных Правил, без дополнительных затрат и денежных «вливаний», без трат

на разработку новых технологий и материалов, просто позволит достигать качества на каждом конкретном участке дорожного строительства. Кроме того, это позволит исключить сотни мелких отдельных сбоев и тысячи их ком-

бинаций в совокупности приводящих к преждевременным отказам и разрушениям дорожной конструкции, и становящихся причинами аварий и катастроф на автомобильных дорогах.

Литература:

1. СП 78.13330.2012. Автомобильные дороги. Актуализированная редакция СНиП 3.06.03–85. / Минрегион. России. — М.: 2013. — 82 с.
2. Лазарев, Ю. Г., Обоснование деформационных характеристик укрепленных материалов дорожной одежды на участках построечных дорог. / Ю. Г. Лазарев, П. А. Петухов, Е. Н. Зарецкая // Вестник гражданских инженеров. 2015. № 4 (51). с. 140–146.
3. Технический регламент таможенного союза. ТР ТС 014/2011, Безопасность автомобильных дорог: Утв. Решением Комиссии Таможенного союза от 18 октября 2011 г. № 827: 2012. — 30 с.
4. Лазарев, Ю. Г., Собко Г. И. Реконструкция автомобильных дорог: учебное пособие. СПб. СПбГАСУ. 2013. 93 с.
5. Новик, А. Н., Изыскания и проектирование транспортных сооружений: учебное пособие. / Ю. Г. Лазарев, А. Н. Новик, А. А. Шибко, В. Г. Терентьев, С. А. Сидоров, С. А. Уколов, В. А. Трепалин // СПб. ВАТТ. 2008. 392 с.
6. Новик, А. Н., Строительство автомобильных дорог и аэродромов: учебное пособие. / Ю. Г. Лазарев, А. Н. Новик, А. А. Шибко, С. В. Алексеев, Н. В. Ворончихин, А. Т. Змеев, С. А. Уколов, В. А. Трепалин, С. В. Дахин, В. Т. Колесников, Д. Л. Симонов // СПб. ВАТТ. 2013. 528 с.
7. Лазарев, Ю. Г., Основы совершенствования транспортной инфраструктуры / Ю. Г. Лазарев, Е. Б. Сеницына // Техничко-технологические проблемы сервиса. 2013. № 2 (24). С. 92–93.
8. Ватин, Н. И., Альбом технических решений по применению теплоизоляционных решений из пенополиуретана торговой марки «SPU-INSULATION» в строительстве жилых, общественных и промышленных зданий / Н. И. Ватин, В. З. Величкин, А. С. Горшков, И. И. Пестряков, А. А. Пешков, Д. В. Немова, С. С. Киски // Строительство уникальных зданий и сооружений. 2013. № 3 (8). С. 1–264.
9. Lazarev Yu., Research of processes of improving soil properties based on complex ash cement binder / Yu. Lazarev, G. Sobko, M. Chakir // Applied Mechanics and Materials. 2014. Vols. 584–586. Pp. 1681–1686.
10. Lazarev Yu.G., Effectiveness of Soil Reinforcement Based on Complex Ash-Cement Bonder Applied Mechanics and Materials / Yu.G. Lazarev, M. F. Chakir, E. N. Syhareva, Yu.A. Ibraeva // Applied Mechanics and Materials. 2015. Vols. 725–726. Pp. 208–213.
11. Ватин, Н. И., Применение зол и золошлаковых отходов в строительстве / Н. И. Ватин, Д. В. Петросов, А. И. Качачев, П. В. Лехтонен // Инженерно-строительный журнал. 2011. № 4. С. 16–21.
12. Лазарев, Ю. Г., Громов В. А. Современные требования к обеспечению потребительских и эксплуатационных свойств автомобильных дорог // В сборнике: Инновационные технологии в мостостроении и дорожной инфраструктуре. Материалы межвузовской научно-практической конференции. 2014. с. 102–109.
13. Симонов, Д. Л., Логистика сервиса ассистанс на основе формирования эффективной организационной структуры предприятий / Ю. Г. Лазарев, Д. Л. Симонов, Ю. А. Григорьева // Техничко-технологические проблемы сервиса. 2015. № 1 (31). С. 70–75.
14. Петухов, П. А. Состояние и актуальные задачи нетрадиционных комбинированных конструктивно-технологических решений дорожных одежд // Материалы международной научно-практической конференции «Модернизация и научные исследования в транспортном комплексе». Т. 3. Пермь: Изд-во ПНИПУ, 2013. с. 382–392.
15. Ермошин, Н. А., Управление техническими рисками при проектировании и строительстве автомобильных дорог. / Н. А. Ермошин, Ю. Г. Лазарев, Ю. А. Ибраева, Е. Б. Сеницына // Евразийский союз ученых. ООО «Международный Образовательный Центр» (Москва), 2014. № 6–3. с. 73–77.
16. Лазарев, Ю. Г., Транспортная инфраструктура (автомобильные дороги): монография. Германия, LAP LAMBERT. 2015. 173 с.
17. Ермошин, Н. А., Экономико-математические методы в дорожном строительстве. Практикум: учебное пособие. СПб. СПбГАСУ. 2012. 95 с.

Обоснование параметров очёсывающего аппарата кенафоуборочного комбайна

Игамбердиев Холмурод Хайдарович, кандидат технических наук, доцент;

Эгамназаров Гайрат Гайбуллаевич, кандидат технических наук;

Гаппаров Бехзод Нематиллаевич, ассистент;

Набиходжаева Наргиза Тошпулатовна, ассистент;

Игамбердиев Дилшод Холмуродович, ассистент

Джизакский политехнический институт (Узбекистан)

В статье изложены результаты теоретического исследования параметров очёсывающего аппарата.

Ключевые слова: кенаф, очёсывающей барабан, очес, гребни, стебель, был барабанов, вхождения, интерсекция, амплитуда, хорда, скользящих воздействий.

В технологической схеме работы лубокомбайна КУ-0,2 совмещаются операции уборки и переработки стеблей на луб с укладкой его для просушки. При этом осуществляется отделение от луба древесины в виде костры, частично листьев и коробочек. Качество луба в основном оценивается полнотой отделения этих компонентов. Многолетними испытаниями лубоотделителей и комбайна установлено, что они не обеспечивают полной очистки луба: засорённость его листьями и коробками достигает 10 ... 15%.

Наличие листьев и коробочек на стеблях увеличивает толщину подаваемого слоя в обработку, что ухудшает процесс лубоотделения и обуславливает взаимную сцепляемость стеблей, которая способствует заузливанию и спутыванию верхушечной части луба в процессе её выхода из зоны обработки. Всё это отражается на технологическом процессе работы комбайна и его производительности. Кроме того, на лубе остаётся значительная часть листьев и коробочек, которые во время мочки луба на заводе засоряют водоёмы и снижают качество и выход волокна.

Одним из способов решения этого вопроса является удаление листьев и коробочек от стеблей кенафа в процессе его переработки на луб путём очёса. Введение в технологическую схему комбайна очёсывающего аппарата позволит значительно улучшить условия питания и переработки кенафа.

Предлагаемый аппарат состоит из двух синхронно вращающихся навстречу друг-другу барабанов 1, на поверхности которых равномерно расположены била 2 или гребни. Обычно била одного барабана располагаются в середине межбильного пространство второго. В этом случае била двух барабанов воздействуют последовательно на стебель 3, протягиваемый вальцами 4.

Очевидно, качественная работа очёсывающих барабанов обеспечивается при оптимальном соотношении их параметров-диаметра, количества бил и частоты вращения, которые должны быть взаимосвязаны с характером расположения листьев на стебле.

Для анализа процесса воздействия бил барабанов на стебель сделан ряд допущений: величина вхождения била одного барабана в межбилия другого (интерсекция) равна нулю, стебель в зоне воздействия бил не прогибается и колеблется в вертикальной плоскости с амплитудой, равной

диаметру стебля. Из рисунка видно, что длина зоны контакта каждого била S со стеблем складывается из хорды В-В, и величины перемещения ВД стебля за время контакта его с каждым билом.

Из двух треугольников ВОС и СОВ длина хорды В-В равна

$$S_A = BB_1 = 2\sqrt{R_0^2 - (R_0 - d_{cm})^2} = 2\sqrt{D_0 d_{cm} - d_{cm}^2} \quad (1)$$

где, d_{cm} — диаметр стебля;

D_0, R_0 — диаметр и радиус очёсывающего барабана по концам бил;

Величину перемещения ВД стебля за время контакта его с билом можно определить следующим образом:

$$S_n = BD = \frac{V_0 \cdot \beta \cdot \cos \alpha}{360 \cdot n_0} \quad (2)$$

где V_0 — окружная скорость вальцов;

β — угол поворота била за время контакта одного била со стеблем;

n_0 — частота вращения очёсывающих барабанов.

Величину перемещения стебля за время контакта с билом из-за сравнительно малой окружной скорости вальца (1,27 м/с), а значит и малого его значения, можно пренебречь и по формуле 1 определить диаметр очёсыва-

$$\text{ющего барабана: } D_0 = \frac{S^2 + 4d_{cm}^2}{4d_{cm}} \quad (3)$$

Таким образом, диаметр очёсывающего барабана зависит от диаметра стеблей и длины зоны контакта каждого била со стебля, которая в то же время должна быть не меньше максимального расстояния l между черешками листьев на стебле. При средних значениях, входящих в формулу 3 величины, полученных на основании изучения размерной характеристики стеблей кенафа в период уборки ($S=l=129$ мм, $d_{cm}=10$ мм), расчётный диаметр очёсывающего барабана равен 400 мм.

Для обеспечения качественного очёса листьев большую роль играет количество скользящих воздействий всех бил барабана на длину зоны контакта каждого била.

Из взаимосвязи диаметра и частоты вращения очёсывающих барабанов, скорости подачи стеблей (окружной скорости вальцов), их характеристики и необходимого ко-

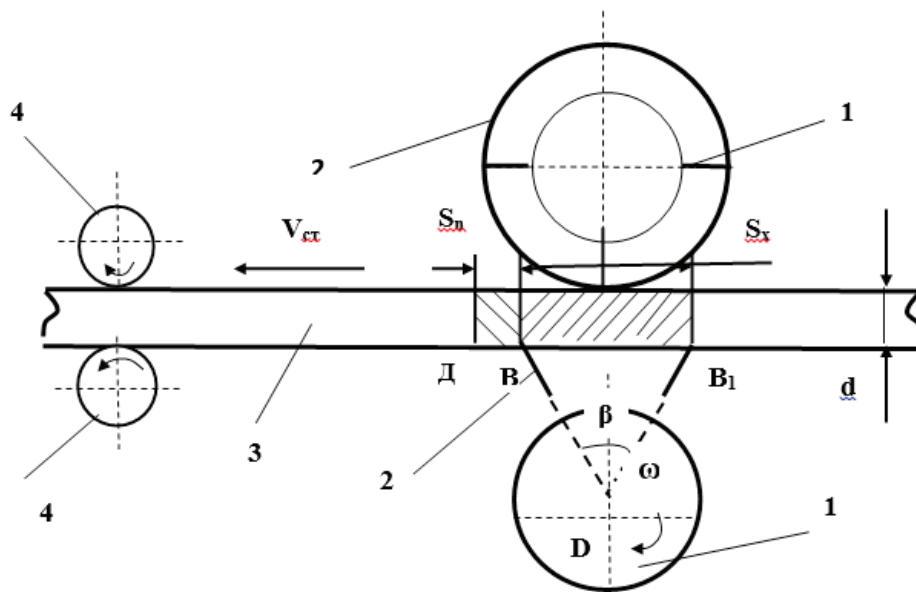


Рис. 1. Зона прикосновения биль барабанов составлен

личества скользящих воздействий можно определить оптимальное значение количества бил на барабане:

$$Z = \frac{K \cdot V_{\sigma} \cdot \cos \alpha}{2 \sqrt{D_{\sigma} d_{cm} - d_{cm}^2} \cdot n_{\sigma}} \quad (4)$$

где K — количество скользящих воздействий бил на стебель.

Анализ соотношении длины зоны контакта каждого била барабана со стеблями при оптимальном его диа-

метре и максимального расстояния между черешками листьев на стеблях показал, что количество скользящих воздействий должен быть не менее 3-х.

Тогда, при частоте вращения барабанов $n_{\sigma} = 500 \text{ мин}^{-1}$ расчётное количество бил на каждом барабане должно быть не менее 4-х шт, что подтверждено последующими экспериментальными исследованиями. При этих оптимальных параметрах полнота очёса зелёных листьев и корбочек составила 98... 99%.

Литература:

1. Земледельческая механика. Сборник трудов ВАСХНИЛ, т-7. Москва. Машиностроение. 1967 год.
2. Мифтахов, Ш. Ф. Исследование и обоснование параметров рабочих органов лубокомбайна. Труды САЙМЭ вып.22.

Исследование кинетики фазообразования в сегнетоэлектрических пленках

Клименков Борис Давидович, студент

Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет «ЛЭТИ» им. В. И. Ульянова (Ленина)

Данная статья является частью научно-исследовательской работы, выполненной по плану обучения в магистратуре СПбГЭТУ «ЛЭТИ» в рамках дисциплины «Междисциплинарный курсовой проект». Основными учебными пособиями по задействованным дисциплинам были [1–4]. Предполагается, что результаты проделанной работы войдут в магистерскую диссертацию.

Ключевые слова: сегнетоэлектрические пленки, цирконат-титанат свинца, титанат бария-стронция, фазовый переход первого рода, зародышеобразование.

Тема исследований охватывает вопросы актуальности применения оксидных сегнетоэлектриков и исследования их фазового состава. Оксидные сегнетоэлектрики и гетероструктуры на их основе являются перспективными материалами для создания следующих устройств: солнечных элементов [5]; адаптивных сенсоров [6]; устройств памяти с оптическим считыванием [7–9]. Анализ научно-технической информации показал [10], что в связи с тем, что текстуриро-

ванные пленки обладают максимальной спонтанной поляризацией и минимальным коэрцитивным полем, необходимо решение ряда технологических проблем, связанных с воспроизводимостью их электрофизических параметров, для массового производства таких пленок. Необходимо тщательно подбирать режим изготовления, вид подложки, температуру и скорость нагрева для учета вероятности ухода из пленки летучих веществ, их способности образовывать выделения на границах зерен текстурированного материала.

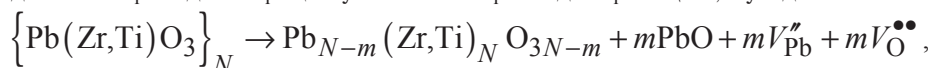
На основе вышеизложенного поставлены следующие цели — исследование фазового состава и возможных включений в наиболее часто используемых оксидных сегнетоэлектриках на примере цирконата-титаната свинца (ЦТС), титаната бария-стронция (ТБС); моделирование выделения фазы простого оксида на границах зерен текстурированного материала при высокотемпературной обработке.

Широкое применение ЦТС связано с тем, что варьируя технологию получения пленок на его основе, возможно получать структуры с оптимальными необходимыми характеристиками [11]. При синтезе и отжиге пленок ЦТС происходит образование и разрастание зародышей перовскитовой фазы в низкотемпературной пироклорной матрице (фазовый переход первого рода) [12]. Происходит усадка фазы перовскита и изменение энтальпии и массы, возможен уход оксида свинца из получаемой структуры, что усложняет проблему получения пленок с нужным составом и свойствами. Может наблюдаться нестехиометрия по свинцу и кислороду [13], что приводит к изменению и неоднородности электрофизических свойств пленок [14].

Описанию фазовых переходов в пленках ТБС посвящено меньшее количество работ, но данный материал в последнее время интенсивно исследуется, поскольку наличие в нем диэлектрической нелинейности позволяет создавать электронно-перестраиваемые СВЧ-устройства — фазированные антенные решетки с электронным сканированием по высоте, перестраиваемые фильтры и параметрические усилители [15].

В ходе исследования структурных свойств сегнетоэлектрических пленок ТБС различного состава в зависимости от технологических условий осаждения было показано [15, 16], что температура осаждения оказывает прямое влияние на фазовый и компонентный состав пленок, параметры кристаллической решетки и размеры кристаллитов.

Для поиска путей повышения эффективности производства сегнетоэлектрических пленок и устройств на их основе, надо понять кинетические явления, происходящие при их получении. Для этого рассмотрена модель образования новой фазы, включающая основные стадии процесса роста при фазовом переходе первого рода, а именно: зародышеобразование; дальнейшее увеличение размера частиц; образование сетчатой несплошной пленки; образование сплошной пленки, свободной от дырок [17]. Объектом исследований выберем фазовый переход из пироклорной в перовскитовую фазу, наблюдаемый в процессе формирования сегнетоэлектрических пленок ЦТС, так как при нем зародыши новой фазы имеют одинаковую морфологически устойчивую форму, большие размеры и маленькую скорость роста. Тепловое воздействие приводит к процессу частичного распада зерна ЦТС, с уходом из него наиболее активного оксида:



где $\text{Pb}(\text{Zr}, \text{Ti})\text{O}_3$ — химическая формула ЦТС; PbO — молекула оксида свинца, вышедшая на границу зерна ЦТС; N — общее число частиц в зерне; m — число ушедших из зерна частиц; V_{Pb}'' , $V_{\text{O}}^{\bullet\bullet}$ — двукратно ионизированные вакансии по свинцу и кислороду. При удалении из зерна ЦТС атомов свинца и кислорода в эквивалентном количестве в решетке может возникнуть вакансионная полость, стенки которой состоят из метастабильных атомов с оборванными связями. Эти связи могут восстанавливаться за счет захлопывания вакансионной полости с образованием дислокации сдвига. Процесс переноса свинца и кислорода (обратный поток свинцовых и кислородных вакансий) записывается в виде диффузии вакансионных комплексов в сторону от границы зерен [11]:

$$\frac{\partial C_c(\mathbf{r}, t)}{\partial t} = D_c \nabla^2 C_c(\mathbf{r}, t) - D_c \rho_{\text{disl}} \left[C_c(\mathbf{r}, t) - \tilde{C}_c \right],$$

где C_c , \tilde{C}_c — неравновесная и равновесная концентрации вакансионных комплексов; D_c — коэффициент диффузии; ∇ — оператор Набла; ρ_{disl} — плотность дислокаций.

Изменение концентрации свинца в межзеренном пространстве в сторону избытка может привести к появлению дисперсных выделений оксида свинца на границах зерен. Для описания процессов образования и роста дисперсных выделений новой фазы оксида свинца на периферии кристаллитов ЦТС, границы зерен представлялись в виде двумерного твердого раствора, концентрационное пересыщение которого по свинцу и кислороду приводит к его диффузионному распаду с выделением дисперсных частиц оксида свинца.

Делалось предположение, что изменение объема частиц новой фазы происходит за счет присоединения и отщепления мономеров. Эволюция функции распределения ансамбля межзеренных выделений оксида свинца искалась путем решения уравнения непрерывности:

$$\frac{\partial f_{\text{PbO}}(n, t)}{\partial t} - \frac{\partial}{\partial n} W_{n, n+1} \left[\frac{\partial f_{\text{PbO}}(n, t)}{\partial n} + \frac{1}{k_B T} \frac{\delta \Phi}{\delta n} f_{\text{PbO}}(n, t) \right] = I_{\text{coll}},$$

где f_{PbO} — кинетическая функция распределения по размерам дисперсных выделений оксида свинца на границах зерен ЦТС, I_{coll} — интеграл столкновений, учитывающий слияние или дробление зародышей фазы оксида свинца при их взаимодействии в процессе роста, n — число структурных элементов (молекул оксида свинца), входящих в состав растущего выделения новой фазы, $W_{n,n+1}$ — вероятность перехода в единицу времени структурного элемента из межзеренного пространства на растущую частицу оксида свинца, $\delta\Phi/\delta n$ — изменение термодинамического потенциала системы «частица оксида свинца, содержащая n структурных элементов — межзеренное пространство» при переходе структурного элемента из межзеренного пространства на растущую частицу оксида свинца.

Уравнение непрерывности решалось совместно с законом сохранения полного количества растворенного в межзеренном пространстве вещества:

$$Q_{\text{PbO}}^0 - Q_{\text{PbO}}(t) + 2S \int_0^t J_{\text{Pb,O}}(t) dt + \int_0^{n_{\text{max}}} f_{\text{PbO}}^0(n) dn - \int_0^{n_{\text{max}}} f_{\text{PbO}}(n,t) dn = 0,$$

где первое слагаемое — количество молекул оксида свинца в границах зерен в начальный момент времени (начальное пересыщение); второе — пересыщение в текущий момент времени; третье — количество молекул, поставленное на границы зерен из объема зерен ЦТС (источника ограниченной мощности) за время диффузии; четвертое — количество молекул, входящих в дисперсные выделения оксида свинца в начальный момент времени; пятое — доля молекул, перешедших в частицы выделений оксида свинца; n_{max} ограничено шириной межзеренного пространства; S — площадь поверхности зерна, с которой направлен поток атомов свинца и кислорода $J_{\text{Pb,O}}$ из объема зерна в межзеренное пространство.

Полученная модель позволяет описывать температурно-временные изменения элементного состава зерен ЦТС и их границ, описывать закономерности перераспределения наиболее подвижных атомов (свинца и кислорода) между объемом зерен и межзеренным пространством. В случае возникновения концентрационного пересыщения по свинцу на границах зерен ЦТС, модель позволяет описывать кинетику эволюции межзеренных выделений оксида свинца (подробнее см. [18], [19]).

Результаты моделирования эволюции функции распределения дисперсных выделений оксида свинца на границах зерен и его сопоставление с экспериментальной гистограммой приведены на рис. 1.

Путем совместного решения уравнения непрерывности и закона сохранения полного количества вещества для модели образования включений фазы оксида свинца на границах зерен ЦТС получена функция распределения дисперсных выделений оксида свинца на границах зерен во всем интервале размеров (рис. 1). Сравнительный анализ зависимостей показал, что изложенные в статье модельные представления удовлетворительно описывают процесс образования включений PbO в ЦТС, и в силу общности подхода могут быть перенесены на другие системы тройных сегнетоэлектрических оксидов.

Направление дальнейших исследований заключается в более подробном сравнении результатов, полученных при моделировании с экспериментальными данными, для нахождения параметров технологического процесса получения

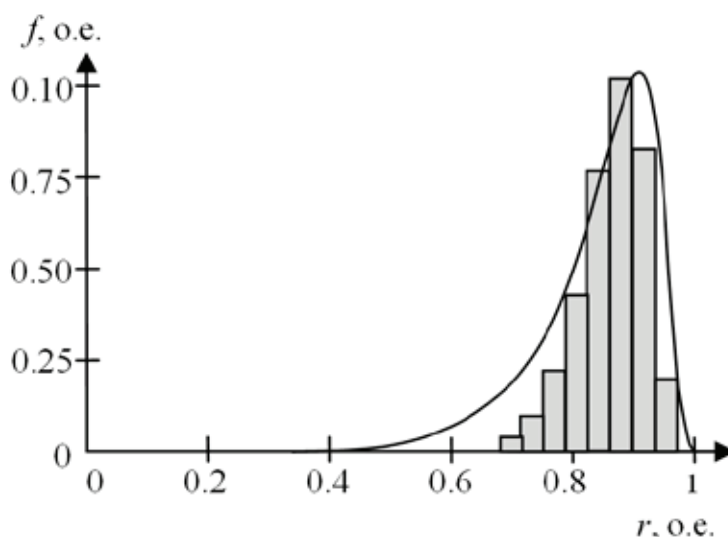


Рис. 1. Сравнение экспериментальной гистограммы распределения включений оксида свинца с теоретической кривой

сегнетоэлектрических пленок, варьируя которые можно повысить качество получаемых структур. Необходимо расширить рассмотренную модель для случая, когда возможно выделение на границах зерен не только простого оксида, а более сложных соединений; рассмотреть ее применимость к ТБС и другим сегнетоэлектрическим материалам.

Литература:

1. Новые наноматериалы. Синтез. Диагностика. Моделирование (лабораторный практикум) / под ред. В. А. Мошников, О. А. Александровой // СПб.: Изд-во СПбГЭТУ «ЛЭТИ», 2015. — 248 с.
2. Физико-химия наночастиц, наноматериалов и наноструктур / А. А. Барыбин, Томилин В. И., Томилина Н. П., Бахтина В. А. // Красноярск: СФУ, 2011. — 236 с.
3. Технология, свойства и применение сегнетоэлектрических пленок и структур на их основе / А. Г. Алтынников и др.; Под ред. В. П. Афанасьева, А. Б. Козырева. СПб.: ООО «Техномедиа». Изд-во «Элмор». 2007. — 248 с.
4. Основы золь-гель-технологии нанокompозитов / А. И. Максимов, В. А. Мошников, Ю. М. Таиров, О. А. Шилова // СПб.: ООО «Техномедиа». Изд-во Элмор, 2 изд., 2008. — 255 с.
5. Наноструктурированные материалы на основе оксида цинка для гетероструктурных солнечных элементов / А. А. Бобков, А. И. Максимов, В. А. Мошников и др., // ФТП. Т. 49. № 10. с. 1402–1406. — 2015.
6. Локальные электрофизические свойства проводящих пленок ZnO / Н. А. Лашкова, А. И. Максимов, Л. Б. Матюшкин, В. А. Мошников, и др. // Бутлеровские сообщения. Т. 42. № 4–6. с. 48–53. — 2015.
7. Клименков, Б. Д. Развитие и области применения сегнетоэлектрических материалов. От прошлого к будущему / Б. Д. Клименков // Молодой ученый. — № 8. — с. 256–260. — 2015.
8. Емкостная и зарядовая нестабильность в конденсаторных структурах на основе тонких пленок ЦТС / Афанасьев В. П., Мухин Н. В., Чигирев Д. А. // Известия СПбГЭТУ «ЛЭТИ», Т. 5. с. 12–18. — 2009.
9. Неразрушающее оптическое считывание информации в конденсаторной структуре сегнетоэлектрик-полупроводник / Федоров К. А., Мухин Н. В., Афанасьев В. П. // Фундаментальные проблемы радиоэлектронного приборостроения. Ч. 2. М.: Энергоатомиздат, с. 46–50. — 2010.
10. Мухин, Н. В., Клименков Б. Д. Перспективные фотовольтаические среды на основе оксидных гетероструктур / Инновационная наука. — № 12–2, с. 105–107. — 2015.
11. Мухин, Н. В. Модель диффузии собственных дефектов в пленках цирконата-титаната свинца при термообработке на воздухе // Физика и химия стекла. Т. 40. № 2. с. 327–333. — 2014.
12. Механизм фазового превращения пироклорной фазы в перовскитовую в пленках цирконата — титаната свинца на кремниевых подложках / С. А. Кукушкин, И. Ю. Тентилова, И. П. Пронин // ФТТ. — Т. 54. — No 3. — с. 571–575. — 2012.
13. Синтез и свойства гетерофазной системы $PbO_x - Pb(Zr_xTi_{1-x})O_3$ / В. П. Афанасьев, С. А. Высоцкий, В. А. Мошников, и др. // Сб. тр. VII Междунар. конф. «Аморфные и микрокристаллические полупроводники», СПб., 28 июня — 1 июля 2010 г. — СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, — с. 107–108. — 2010.
14. Мухин, Н. В. Разработка физико-химических основ формирования гетерофазных пленок цирконата-титаната свинца в неравновесных условиях: дис. канд. техн. наук: 05.27.06 / Н. В. Мухин. Санкт-Петербург, 2013. — 130 с.
15. Структурные свойства пленочного титаната бария-стронция в зависимости от технологических условий роста пленок / А. В. Тумаркин, В. И. Альмяшев, С. В. Разумов и др. // ФТТ. Т. 57. Вып. 3. с. 540–544. — 2015.
16. Исследование сегнетоэлектрических многослойных структур со свойствами мультиферроиков на основе пленок титаната бария-стронция / А. А. Семенов, А. И. Дедык, Ю. В. Богачев и др. // ФТТ. Т. 57. Вып. 3. с. 523–530. — 2015.
17. Дисперсионные системы на поверхности твердых тел (эволюционный подход) механизмы образования тонких пленок. / Кукушкин С. А., Слезов В. В. // СПб.: Наука. 1996. 304 с.
18. Мухин, Н. В., Клименков Б. Д. Моделирование процессов фазообразования в поликристаллических пленках в ходе высокотемпературной обработки / Известия СПбГЭТУ «ЛЭТИ». — № 10, с. 3–6. — 2015.
19. Мухин, Н. В., Клименков Б. Д. Моделирование кинетики формирования гетерофазных пленок PZT-PbO // 18-я молодежная научная школа по твердотельной электронике «Микро- и нанотехника нового поколения». 12–13 ноября 2015. СПб.: Изд-во СПбГЭТУ «ЛЭТИ». с. 49. — 2015.

Подземные хранилища газов и промышленная безопасность

Конюшков Олег Вениаминович, начальник участка;
Вилков Алексей Владимирович, ведущий инженер
ООО фирма «Стальпроект»

Душкин Илья Евгеньевич, главный инженер;
Баринов Михаил Юрьевич, начальник отдела
ООО «ДиаСтро»

Шувалов Сергей Сергеевич, ведущий инженер
ООО «НПК «СИНКО»

Хранение газов представляет собой весомую часть в нефтегазовой отрасли. Поскольку данные процессы отличаются высокой пожаро- и взрывоопасностью, поэтому обеспечение промышленной безопасности опасных производственных объектов подземных хранилищ газов представляет собой основную задачу. В большинстве своем, в таких хранилищах производят хранение сжиженных углеводородов при использовании сравнительно больших избыточных давлений. К таким газам можно отнести пропан, пропилен, изобутан, пропан-бутановые смеси и другие.

Подземное хранилище газов представляет собой инженерно-техническое сооружение в определенных пластах геологических структур, а также в определенных горных выработках (выработках емкостях), которые созданы в отложениях каменных солей, которые используются для хранения, закачки и отбора газа. Высокая опасность возникновения аварий, которые могут сопровождаться существенными разрушениями техногенного характера, делает данные объекты очень опасными, поэтому обеспечение требований промышленной безопасности является ключевым для них.

Значительное распространение получили подземные хранилища, в которых хранение реализуется в пластах пористых пород. Такие породы представлены водоносными структурами и истощенными месторождениями. Нередки случаи использования горных выработок каменного угля и других ископаемых в качестве подземных хранилищ, в этом случае возникает также большая опасность возникновения взрывов и пожаров, что может привести к серьезным последствиям [1].

Промышленная безопасность опасных производственных объектов нефтегазовой промышленности регламентируется ФЗ-116 [2]. Однако существуют и специфические требования к таким объектам, которые указаны в Федеральных нормах и правилах «Правила безопасной эксплуатации подземных хранилищ газов» [3].

К подземным хранилищам газов относятся следующие системы:

– Базисные. Объекты предназначены для обеспечения сезонной неравномерности потребления газа при условии стабильных режимов газопотребления в момент сезона отбора газа. Сезонная неравномерность составляет порядка нескольких месяцев. Такие системы наиболее часто распространены;

– Пиковые. Объекты, которые предназначены для обеспечения кратковременной неравномерности газопотребления в несколько суток. Для пиковых систем характерны значительные изменения суточной производительности во время отбора;

– Стратегические. Объекты, предназначенные для образования долгосрочного запаса газа, который используется только в строго исключительных случаях;

– Газгольдерные. Объекты, которые предназначены для обеспечения кратковременной неравномерности газопотребления, которая определяется кратковременными закачками газа в сезоне отбора. Величина кратковременной неравномерности составляет несколько суток.

Основные аспекты промышленной безопасности опасных производственных объектов подземных хранилищ газов закладываются на стадии проектирования. Особые требования распространяются на возможность управления движением газовой среды и ее проникновением вне подземного хранилища. Одним из основных документов, в котором предусматриваются требования безопасности рассматриваемых объектов, является технологический проект. В частности, технологический проект должен учитывать мероприятия по проведению контроля герметичности объекта на стадии проведения его строительства и эксплуатации. При проведении проектирования должна разрабатываться система проведения контроля распространения газа в подземном хранилище. Такая система на период ее создания должна обеспечивать следующие возможности:

- Возможность контроля распространения газа;
- Возможность контроля герметичности;
- Возможность контроля газонасыщенности в различных участках объекта подземного хранилища газа.

Важно, чтобы система была снабжена широким набором датчиков с высокой чувствительностью, достаточной для обнаружения даже малых концентраций газа, для установления областей потери герметичности подземных хранилищ.

Прежде чем начать разработку проектной документации, должен быть разработан технологический проект на эксплуатацию и создание опасных производственных объектов подземных хранилищ газов. Данный технологический проект должен содержать:

- Исходные данные для проведения технологического проектирования;

- Геологическое строение площади, на которой будет производиться эксплуатация объекта;
- Основные сведения о гидрологии площади;
- Состояние фонда скважин;
- Сведения о поглощительных и контрольных пластах.

Большой важностью является соблюдение требований безопасной эксплуатации подземных хранилищ газов. Эксплуатация объектов подземных хранилищ газов должна проводиться в соответствии с данными технологического проекта и расчетным режимом эксплуатации объекта. Как только объект будет выведен на проектные показатели, вводят систему контроля геолого-геофизического состояния искусственной газовой залежи. Такая система должна осуществлять следующие виды контроля:

- Контроль распространения газа в хранилище;
- Контроль перетоков газа за границы хранилища;
- Передачу информации о проведении замеров состояния хранилища в реальном режиме времени. Вся информация должна передаваться на диспетчерский пункт.

Вышеуказанная система контроля состоит из пяти основных элементов:

- Наблюдательные скважины (включая пьезометрические и геофизические наблюдательные скважины);
- Устьевые замерные устройства;
- Замерные устройства, которые устанавливаются внутри скважин;
- Средства для передачи информации;
- Средства для обработки и визуализации информации о состоянии подземного хранилища газов.

При проведении эксплуатации подземных хранилищ газов, проводится авторский надзор за их эксплуатацией непосредственно автором технологического проекта. В особенности важен надзор за соблюдением режимов эксплуатации объектов подземных хранилищ газов, который включает в себя:

- Мероприятия по предупреждению образования солей и гидратов в колоннах лифтовых труб, призабойной зоне пласта, наземном оборудовании и трубопроводах. Образование таких отложений во многом влияет на промышленную безопасность, поскольку может приводить к локальному повышению давления и появлению препятствий при движении технологических сред. Поскольку образование отложений солей и гидратов происходит в результате изменения термодинамических параметров системы (температуры и давления) при проведении ряда технологических операций. Обеспечение автоматизированного контроля за термобарическим режимом является одним из решений данной проблемы;

- Мероприятия, которые направлены на предупреждение износа оборудования скважин, наземного оборудования и трубопроводов, который вызван воздействием механических примесей и коррозионно-активных веществ. Высокие давления, воздействие углеводородных газов приводят к усиленному износу металла. Помимо механического абразивного износа, сильно влияние коррозион-

ного растрескивания, которое достаточно сильно выводит из строя оборудование и трубопроводы. В качестве основных мероприятий в данном направлении могут рассматриваться:

- Нанесение износостойких покрытий;
- Организация периодических мероприятий по неразрушающему контролю (контролю износа металла и его состояния);
- Нанесение химических стойких покрытий;
- Устранение мест концентрации повышенных остаточных напряжений;
- Контроль коррозионно-усталостного износа оборудования с применением неразрушающих методов.

– Мероприятия по сохранению производительности подземного хранилища газов и его фильтрационно-емкостных свойств.

Важным является организация контроля технического состояния скважин, который включает в себя:

- Измерение температуры и давления газа в устье скважины;
- Замеры количества жидкости, которая выносится потоком газа;
- Замеры межколонных давлений;
- Отбор проб газа и их анализ;
- Определение количества механических примесей, выносимых потоком газа;
- Отбор проб и анализ пластовой жидкости;
- Проведение измерений производительности скважины;
- Проведение контроля потерь давления в стволе, забое и шлейфе скважины.

Эксплуатация опасных производственных объектов подземных хранилищ газов включает в себя организацию мониторинга на период опытно-промышленной эксплуатации объекта. Необходимость использования мониторинга вызвана тем, что подземные хранилища газов обладают большими объемами, и хранение газа может вызвать значительные техногенные изменения. Мониторинг недр позволяет в значительной степени контролировать процесс воздействия опасного производственного объекта на окружающую среду при его эксплуатации. Мониторинг проводится в пределах горного отвода, которых расположен на каждом определенном объекте.

Объектный мониторинг включает в себя следующие виды работ:

- Получение, обработка и анализ данных о состоянии недр в процессе эксплуатации объекта;
- Проведение оценки состояния объекта;
- Проведение прогнозирования изменения состояния объекта;
- Прогнозирование техногенных процессов в объектах подземных хранилищ газов и их своевременное выявление;
- Снижение негативного воздействия геологических процессов, а также предотвращение такого рода воздействий. Нельзя не отметить данные мероприятия, однако,

важно не только организовывать такие меры по снижению воздействия геологических процессов, но и прогнозировать такие процессы. В современном законодательстве в данной области присутствует понятие мониторинга и абсолютно не упоминается понятие моделирования геологических процессов, для обеспечения безопасности объектов подземных хранилищ газов. Современные геофизические технологии и моделирующие системы позволяют с высокой долей достоверности производить прогнозирование состояния геологической обстановки, поэтому в будущем такие подходы будут использоваться все более и более часто для обеспечения промышленной безопасности. Аналогичный подход может использоваться для прогнозирования негативного влияния техногенных процессов;

— Проведение информирования пользователей недр и органов государственной власти об изменении состояния недр. Данное информирование, в соответствии с [3] должно производиться регулярно. Стоит выделить ответственность эксплуатирующей организации за предоставление достоверной и полной информации о любых изме-

нениях, возникших в результате эксплуатации объектов подземного хранения газов.

Объектный мониторинг включает в себя контроль широкого спектра параметров, которые отражены в пн. 35 Федеральных норм и правил [3], к основным из которых относятся: общий объем газа, буферный объем газа, точка росы и состав газа, давления и уровни в контрольных горизонтах и другие.

Резюмируя вышесказанное, стоит отметить, что обеспечение промышленной безопасности подземных хранилищ газов представляет собой очень важную задачу. Разработка более совершенных подходов обеспечения промышленной безопасности подземных хранилищ газов является ключевой проблемой, которая должна быть решена в будущем. Большую роль в обеспечении промышленной безопасности при эксплуатации таких объектов будут иметь применение автоматизированных систем контроля за их состоянием, которые в комплексе отдельных элементов будут способствовать повышению уровня промышленной безопасности на опасных производственных объектах газовой отрасли.

Литература:

1. Брагинский, О. Б. Нефтегазовый комплекс мира / О. Б. Брагинский. — М: РГУ нефти и газа им. И. М. Губкина, 2006. — 640 с.
2. Федеральный закон РФ от 21.07.1997 № 116-ФЗ «О промышленной безопасности опасных производственных объектов».
3. Федеральные нормы и правила в области промышленной безопасности «Правила безопасности подземных хранилищ газа».

Безопасная эксплуатация сетей газопотребления и газораспределения газотурбинных и парогазовых установок

Конюшков Олег Вениаминович, начальник участка;
Вилков Алексей Владимирович, ведущий инженер
ООО фирма «Стальпроект»

Душкин Илья Евгеньевич, главный инженер;
Баринов Михаил Юрьевич, начальник отдела
ООО «ДиаСтро»

Шувалов Сергей Сергеевич, ведущий инженер
ООО «НПК «СИНКО»

Газовая промышленность является одной из самых развитых промышленных отраслей в России. Среди всех объектов этой отрасли можно выделить объекты, использующие природный газ. Они обладают высокой опасностью по отношению к возникновению аварий, поэтому на них должен организовываться более тщательный контроль соблюдения требований промышленной безопасности. К таким объектам относятся объекты сетей газораспределения и газопотребления.

Уже достаточно давно в нашей стране происходит переход на использование газа в газотурбинных и парогазовых установках, поэтому возникает большая потребность обеспечения безопасной эксплуатации сетей парогазовых и газотурбинных установок. Безопасность эксплуатации сетей газопотребления и газораспределения таких установок регламентируется ФЗ-116 [1] и более специфическими требованиями Федеральных норм и правил «Правила безопасности сетей газораспре-

деления и газопотребления». Данные требования распространяются на газотурбинные установки (ГТУ) тепловых электростанций и автономные ГТУ, которые также находятся в составе парогазовых установок (ПГУ), давление природного газа в которых выше 1,2 МПа.

Рассмотрим основные требования к сетям газораспределения и газопотребления ПГУ и ГТУ. Такие сети должны обеспечивать бесперебойную и безопасную транспортировку газа, а также безопасное его использование. Должна предусматриваться подача газа на тепловые электростанции по двум газопроводам. Если отсутствует резервное топливо, то должна предусматриваться схема подачи газа по этим двум трубопроводам от одной газораспределительной станции, которая подключена к соответствующим магистральным трубопроводам газа.

Сеть газопотребления ПГУ и ГТУ должна обеспечивать заданное проектное давление газа, подаваемое на горелки [2]. Стоит отметить, что это требование является достаточно важным и должно контролироваться автоматизированной системой, позволяющей отключать подачу топлива в случае появления неравномерности изменения давления при подаче в сеть ПГУ и ГТУ, а также при его резком снижении.

Средства контроля работы камеры сгорания и горелочных устройств должны быть установлены в соответствии с эксплуатационной документацией на соответствующие установки. Горелочные устройства и арматура, которые используются в рассматриваемых сетях газопотребления, должны пройти оценку соответствия, в соответствии с законодательством РФ в области технического регулирования.

Некоторые требования безопасности закладываются на стадии проектирования, в частности, на каждой из ступеней очистки газа должны предусматриваться аппараты с резервом 50%. Газопровод блока очистки газа должен быть снабжен отключающим устройством. Работа исполнительного устройства должна реализовываться электроприводом.

Для изготовления газопроводов должны использоваться коррозионно-стойкие стали на участках от фильтров, которые установлены до горелочных устройств газовой турбины. Большое значение имеет выбор материала для запорной арматуры и газопроводов, который должен выбираться на стадии проектирования, исходя из параметров транспортируемого газа и расчетной температуры окружающего воздуха. В Федеральных нормах и правилах [3] вопрос выбора металла для изготовления данных объектов рассмотрен недостаточно подробно, хотя важность его достаточно велика, поскольку металл подвержен интенсивному воздействию коррозии при действии газа под избыточным давлением.

Особые требования предъявляются к пунктам подготовки газа для его подачи на ПГУ и ГТУ. При эксплуатации пунктов подготовки газа должны проводиться следующие мероприятия:

– Проведение визуального контроля технического состояния пунктов. Сроки проведения устанавливаются производственной инструкцией. Для обеспечения более полного контроля за техническим состоянием таких объектов требуется отразить периодичность их осмотров в существующих Федеральных нормах и правилах [3]. Недостаточный объем и периодичность визуального контроля, которых «переложено» на производственную инструкцию должен быть расширен и усилен требованиями нормативной документации в области промышленной безопасности;

– Проведение технического обслуживания с периодичностью не менее одного раза в шесть месяцев;

– Проведение проверки срабатывания предохранительных клапанов (минимальная периодичность: один раз в три месяца). Такую проверку также проводят после окончания ремонта оборудования;

– Проведение текущего ремонта в сроки не менее одного раза за двенадцать месяцев. Сроки могут быть изменены, если изготовитель оборудования указал другие сроки проведения ремонта;

– Проведение капитального ремонта. Проводится при ремонте систем отопления, освещения, вентиляции, при замене средств измерений и оборудования.

Стоит выделить большую необходимость в требованиях к качеству проведенного текущего и капитального ремонтов пунктов подготовки газа. Проведение производственного контроля качества ремонта позволит значительно повысить безопасность на рассматриваемых объектах.

Пункты подготовки газа должны быть снабжены датчиками контроля загазованности, которые устанавливаются в верхней части помещения. Периодичность контроля должна составлять более одного раза в сутки. Если обнаруживается концентрация газа выше десяти процентов нижнего концентрационного предела распространения пламени, то должна быть организована дополнительная вентиляция помещения с незамедлительным выявлением причины и устранением утечки.

Современные автоматизированные системы позволяют не только производить периодический контроль загазованности в помещениях, но и записывать текущую информацию о концентрации газа в производственных помещениях в непрерывном режиме. Использование последнего подхода значительно более эффективно, по сравнению с дискретным контролем загазованности. Такие системы также позволяют идентифицировать быстрое нарастание концентрации газа в помещении, что дает возможность идентифицировать утечки на самых ранних стадиях их появления.

Достаточно жесткие требования накладываются на эксплуатацию дожимающих компрессоров. Проведение технического обслуживания и ремонта таких компрессоров, а также регулирующей и запорной арматуры должно проводиться в соответствии с требованиями эксплуатационной документации. Масло для смазки компрес-

сора должно соответствовать требованию изготовителя по своим качественным показателям. Также регламентируются случаи, когда дожимающие компрессоры необходимо останавливать:

- При появлении утечек газа;
- При наличии посторонних шумов, стуков и вибрации;
- При неисправности устройств отключения;
- При выходе уплотнений и подшипников из строя;
- При изменении допустимых параметров воды и масла;
- При обнаружении неисправностей механических передач и приводных элементов;
- При выходе электропривода пусковой аппаратуры из строя;
- В случае понижения или повышения давления газа (нормируемого давления газа) в выходном и входном патрубках.

К недостаткам требований безопасной эксплуатации таких компрессоров можно отнести то, что в существующей в настоящее время нормативной документации совершенно не рассматриваются вопросы введения контроля параметров вибрации компрессионного оборудования. Применение вибрационного мониторинга позволяет оценить и предотвратить появление повреждений на ранней стадии их зарождения, что может в существенной мере снизить вероятность возникновения аварий на объектах газораспределения и газопотребления рассматриваемых энергетических установок.

Каждую смену в производственной зоне пункта подготовки газа должен проводиться осмотр газопроводов, арматуры, технологического оборудования, средств измерений, устройств противоаварийной защиты, блокировок и сигнализаций с последующим выявлением неисправностей. Запрещается включать оборудование без проведения его внешнего осмотра.

Особые требования предъявляются к пуску ГТУ, который не допускается в следующих случаях:

- При наличии отключений или неисправностей в хотя бы одной из защит;
- При обнаружении неисправности системы автоматического включения масляных насосов или неисправности одного из них;
- При наличии отклонений в показателях качества масла. Также данный случай включает запрет на пуск ГТУ при низкой температуре масла (ниже установленного значения);
- При обнаружении отклонения от показателей качества топлива. Аналогично, запрещается пуск ГТУ в случаях, если давление или температура топлива выходит за установленные границы;
- При обнаружении утечек газа;
- При обнаружении дефектов в системе регулирования, которые могут приводить к разгону турбины или повышению допустимого значения температуры газов.

Такие жесткие требования являются неслучайными, поскольку пуск ГТУ традиционно связан с большим количеством аварий. Неправильный пуск установки может привести к появлению взрывоопасных смесей газа с воздухом, которые могут привести к взрывам и пожарам на опасных производственных объектах. Кроме того, должны четко регламентироваться последовательности действий персонала в случае неудачного пуска установки. В существующих в настоящий момент требованиях безопасности совершенно отсутствуют требования к автоматизации процесса пуска ГТУ, что является существенным недостатком, требующим скорейшего устранения.

Пуск ГТУ должен производиться под руководством начальника смены. В случае запуска ГТУ после проведения регламентных работ или ремонта, то в присутствии начальника цеха или его заместителя. Перед проведением пуска ГТУ после простоя более трех суток или ремонта, должна проводиться проверка наличия неисправностей и проверка готовности к включению средств блокировки вспомогательного оборудования, средств автоматики и защиты, масляной системы, контрольно-измерительных приборов и средств оперативной связи. Федеральными нормами и правилами [2] исключается повторный запуск ГТУ после возникновения сбоя или аварийной остановки, которые имели место при предыдущем запуске, в случае если причины этого не были устранены.

Помимо требований к запуску, регламентируются случаи, когда пуск газотурбинных установок должен быть прекращен действиями персонала или защитой в нижеприведенных случаях:

- При нарушении установленной последовательности пуска;
- При превышении допустимой нагрузки пускового устройства;
- При сверхнормативном повышении температуры газа (в сравнении с графиком пуска);
- При понижении частоты разворачиваемого вала после отключения пускового устройства;
- При появлении помпажных эффектов в компрессорах ГТУ.

Случаи, когда ГТУ должна быть отключена персоналом или действием защит приведены в пп.125 Федеральных норм и правил [2].

Стоит отметить, что обеспечение безопасности сетей газопотребления и газораспределения ГТУ и ПГУ является одним из основных механизмов обеспечения промышленной безопасности опасных производственных объектов нефтегазовой отрасли. Современные требования безопасности в существенной степени охватывают все основные этапы эксплуатации и ремонта таких сетей, с точки зрения обеспечения их безопасной эксплуатации. Однако, нельзя не отметить необходимость более тщательной и полной разработки вопроса безопасности в данной отрасли. Требования безопасности при пуске и эксплуатации рассматриваемых установок должны быть уточнены и представлены в обновленном виде.

Литература:

1. Федеральный закон РФ от 21.07.1997 № 116-ФЗ «О промышленной безопасности опасных производственных объектов».
2. Арсеньев, Л. В. Стационарные газотурбинные установки: справочник / Л. В. Арсеньев, В. Г. Тырышкин. — Ленинград: Машиностроение, 1989. — 543 с.
3. Федеральные нормы и правила в области промышленной безопасности «Правила безопасности сетей газораспределения и газопотребления».

Экономическая эффективность инновационной технологии кондиционирования РАО в матрицы из магнезиальных вяжущих

Лебедев Владимир Александрович, кандидат технических наук, профессор, зав. кафедрой
Национальный минерально-сырьевой университет «Горный»

Доильницын Валерий Афанасьевич, кандидат химических наук, доцент, зав. кафедрой
Санкт-Петербургский государственный технологический институт

Пискунов Владимир Маркович, кандидат технических наук, доцент;
Попонина София Александровна, студент
Национальный минерально-сырьевой университет «Горный»

В предлагаемой работе выполнен экономический анализ эффективности инновационной технологии кондиционирования РАО в матрицы из магнезиальных вяжущих по сравнению с традиционной технологией кондиционирования РАО в матрицы из портландцемента. Произведены расчеты стоимостей процесса контейнеризации и захоронения РАО для различных вариантов серийных контейнеров в соответствии с действующими тарифами. Главным достоинством предлагаемой инновационной технологии кондиционирования РАО по сравнению с традиционной технологией кондиционирования РАО в матрицы из портландцемента является высокая степень наполнения компаунда сухими радиоактивными солями и возможность проводить процесс кондиционирования при содержании органики в ЖРО до 30% без применения специальных дорогостоящих технологий. Выполнен сравнительный анализ затрат и сделан вывод о преимуществе инновационной технологии кондиционирования РАО в матрицы из магнезиальных вяжущих.

Ключевые слова: кондиционирование РАО, портландцемент, кубовые остатки, жидкие радиоактивные отходы, национальный оператор по обращению с РАО, тарифы на захоронение РАО.

Технология кондиционирования РАО в матрицы из магнезиальных вяжущих является альтернативой широко используемой технологии кондиционирования в матрицы из портландцемента.

По результатам выполненных исследований установлено, что технология отверждения ЖРО с использованием матриц из магнезиальных вяжущих превосходит технологию цементирования и может успешно применяться для переработки накопленных ЖРО с целью их подготовки к захоронению.

Основное качественное преимущество предлагаемой технологии заключается в том, что при кондиционировании в матрицы из портландцемента марки М-400 для КО спецпрачечных достижимо 20% наполнение компаунда сухими радиоактивными солями при увеличении первоначального объема отходов в среднем в 1,4 раза, а кондиционирование с использованием матриц из магнезиальных вяжущих обеспечивает 40% наполнение радиоактивными солями и приводит к увеличению объема от-

ходов при оптимальном ведении процесса всего в 1,5 раза.

Вышеуказанное свойство матрицы из магнезиальных вяжущих приводит к значительному снижению окончательной стоимости отвержденного продукта при сдаче его на хранение национальному оператору. Расчет экономической эффективности данной технологии представлен ниже.

Новая технология и композиционный материал для кондиционирования РАО защищена патентом 2483375 С2 РФ и отражена в публикациях. [1–4]

Затраты на использование технологий кондиционирования РАО состоят из затрат на следующие процессы:

- Цементирование;
- Контейнеризация;
- Захоронение РАО.

Рассмотрим процесс цементирования. Его стоимость складывается из нескольких показателей:

- Амортизация оборудования зданий и сооружений.

- Стоимость химических реагентов и материалов;
- Стоимость труда (ФЗП);
- Социальные выплаты;
- Расход электроэнергии;
- Расход воды.

Накладные расходы на содержание зданий, сооружений и др.

Принимаем, что амортизационные отчисления, а также накладные расходы на содержание зданий, сооружений примерно одинаковы по двум сравниваемым вариантам, так как рассматриваемые технологии предусматривают практически идентичные установки цементирования, а также одинаковые строительные объемы для размещения технологического оборудования.

Состав персонала на участке цементирования:

- начальник участка (инженер) — 1;
- оператор на установке цементирования-1;
- оператор на установке затаривания цементного компаунда в контейнеры — 1;
- дозиметрист-1;
- дезактиватор-1;
- дежурный слесарь-электрик 1 на 2–3 участка.

Состав персонала для обеспечения работы установки по двум сравниваемым вариантам одинаков, отсюда следует, что фонд заработной платы и социальные выплаты

работникам в сравниваемых вариантах организации участка цементирования будут равны.

Расход электроэнергии для сравниваемых вариантов приблизительно равный. Дополнительный расход электроэнергии и связанные с ним денежные траты в случае «магнезиальной» технологии могут быть связаны с приготовлением ферроцианида никеля-калия (ФЦНК), однако эти расходы невелики и не превысят 10% от общего расхода электроэнергии.

Затраты на воду при первом приближении принимаем равными, она понадобится, в основном, для промывки оборудования с целью удаления остаточного цементного раствора с рабочих поверхностей установки цементирования по окончании или в перерывах ее работы. Небольшое количество дополнительной воды потребуется для приготовления ФЦНК.

Основным, принципиальным вкладом в различие стоимости цементирования с использованием двух методов является разница стоимостей химических реагентов и материалов необходимых для кондиционирования ЖРО.

Материалы, необходимые для цементирования 1 м³ кубового остатка и их стоимость при использовании базового варианта с использованием портландцемента М400 указаны в таблице

Материал	Расход материала на 1 м ³ КО, кг	Стоимость 1 кг, руб.	Итого, руб.
Цемент марки М400	600	3,9	2340

Аналогичные данные по варианту использования магнезиальных вяжущих представлены в следующей таблице

Реагент, материал	Расход на 1 м ³ КО, кг	Стоимость 1 кг, руб.	Итого, руб.
Хлорид магния (MgCl ₂)	90	35	3150
Желтая кровяная соль+нитрат никеля	2,7	90	243
Хлорид кальция (CaCl ₂)	90	19	1710
Бентонитовая глина	2,3	600	1380
Шунгит	0,9	338	304,2
Оксид магния (MgO)	450	13	5850
Итого:		12637,2	

Получаем, что затраты, связанные с покупкой химических реагентов и материалов, необходимых для включения одного метра кубического кубового остатка в матрицу из портландцемента составляет 2340 руб., для включения в магнезиальную матрицу — 12637,2 руб.

Далее следует рассмотреть процесс контейнеризации кондиционированных отходов. Отвержденные РАО подлежат хранению или захоронению только в соответствующей упаковке. Вариантами упаковки могут быть:

- Бочка, объемом 200 л;
- Контейнер КРАД-1,36;

- Контейнер НЗК-150–1,5.

Вариант контейнеризации путем размещения цементного компаунда в бочках считаем не целесообразным, так как срок службы бочек составляет не более 10–15 лет. Далее происходит коррозионное разрушение материала бочки, что повлечет за собой необходимость переупаковки (перетаривания) РАО.

Принимаем варианты использования контейнеров НЗК и КРАД.

Сравнительная таблица технологических характеристик предлагаемых типов упаковок.

Наименование параметра	КРАД-1,36	НЗК-150-1,5
Ёмкость рабочая, м ³	1,36	1,5
Толщина стенок, мм	Тонкостенный	150
Габаритные размеры, мм	1280*1280*900	1650*1650*1375
Срок службы, лет	50	300
Цена, тыс. руб.	67	120

Наиболее надежным контейнером для хранения РАО считаем НЗК-150-1,5. Контейнер железобетонный защитный невозвратный для твердых и отвержденных радиоактивных отходов НЗК-150-1,5 обладает толстыми бетонными стенками (150мм), обеспечивающими биологическую защиту обслуживающего персонала от излучения, а его работоспособность как инженерного барьера составляет не менее 300 лет.

Также контейнер НЗК-150-1,5 рекомендуется в качестве основного контейнера для АЭС «Рабочей программой по обращению с РАО на период 2003-2008 годы», утвержденной 4 июля 2003 года, и Федеральной целевой программой «Развитие атомного энергопромышленного комплекса России на 2007-2010 годы и на перспективу до 2015 года» (Постановление Правительства Российской Федерации от 06.10.2006 г. № 605).

Основным преимуществом инновационной технологии кондиционирования РАО путем включения их в магниезиальную матрицу является высокая степень включения сухих солей. Разработан композиционный материал, позволяющий кондиционировать РАО с качеством, соответствующим требованиям ГОСТ Р 51883-2003 и степени наполнения сухими радиоактивными солями 40%. В то время, как при цементировании с использованием портландцемента степень включения сухих солей не превышает 20%.

Это значит, что из 1 м³ КО при его цементировании с использованием портландцемента получаем 1,8 м³ РАО

готовых к захоронению, а при кондиционировании 1 м³ РАО с использованием магниезиальных вяжущих получаем всего 1,2 м³. Отсюда следует значительное снижение затрат, связанных с контейнеризацией цементного компаунда и с их передачей Национальному оператору на захоронение. Рассчитаем затраты на упаковку цементного компаунда в контейнер типа НЗК-150-1,5.

Степень заполняемости контейнера НЗК-150-1,5 цементным компаундом, полученным при кондиционировании 1 м³ КО рассчитываем по формуле:

$$C_k = V_{цк} / F_{нзк}$$

где C_k — степень наполнения контейнера; $V_{цк}$ — объем цементного компаунда, получаемого из 1 м³ КО, м³; $F_{нзк}$ — ёмкость контейнера НЗК-150-1,5.

При кондиционировании РАО с использованием портландцемента:

$$C_k = 1.8 / 1.5 = 1.2$$

Для упаковки цементного компаунда, полученного при кондиционировании 1 м³ РАО (кубового остатка) требуется 1,2 от объема контейнера НЗК-150-1,5.

При кондиционировании РАО с использованием магниезиальной смеси:

$$C_k = 1.2 / 1.5 = 0.8$$

Для упаковки цементного компаунда, полученного при кондиционировании 1 м³ РАО (кубового остатка), требуется 0,8 от объема контейнера.

Параметр	Технология кондиционирования РАО в матрицы из портландцемента	Технология кондиционирования РАО в магниезиальную матрицу
Степень наполнения НЗК-150-1,5	1,2	0,8
Цена НЗК-150-1,5, тыс. руб.	120	120
Затраты на контейнеры, тыс. руб.	144	96

Предлагаемая технология позволяет сократить затраты на упаковку переработанного 1 м³ КО в контейнеры типа НЗК-150-1,5 при переходе на новую технологию на 48 тыс. руб.

Аналогично рассчитываем затраты на упаковку цементного компаунда в контейнеры КРАД-1,36.

При кондиционировании РАО с использованием портландцемента:

$$C_k = 1.8 / 1.36 = 1.3$$

Для упаковки цементного компаунда, полученного при кондиционировании 1 м³ КО с использованием портландцемента требуется 1,3 от объема контейнера.

При кондиционировании РАО с использованием магниезиальной смеси:

$$C_k = 1.2 / 1.36 = 0.9$$

Для упаковки цементного компаунда, полученного при кондиционировании 1 м³ КО требуется 0,9 от объема контейнера.

Параметр	Технология кондиционирования РАО в матрицы из портландцемента	Технология кондиционирования РАО в магниезиальную матрицу
Степень наполнения КРАД-1,36	1,3	0,9
Цена КРАД-1,36, тыс. руб.	67	67
Затраты на контейнеры, тыс. руб.	87,1	60,3

Контейнеризация цементного компаунда, полученного с использованием новой технологии в КРАД-1,36 дает экономию 26,8 тыс. руб. на 1 м³ перерабатываемых РАО (кубового остатка).

Рассмотрим процесс захоронения кондиционированных РАО.

Согласно Федеральному закону «Об обращении с радиоактивными отходами и о внесении изменений в отдельные законодательные акты РФ» от 11.06.2011 № 190-ФЗ определена система обращения с РАО:

- Обязательное захоронение всех удаляемых РАО в кондиционированном виде;
- Все федеральные и межрегиональные пункты захоронения РАО эксплуатирует

Национальный оператор.

Организация обязана осуществить оплату захоронения РАО исходя из фактического объема передаваемых Национальному оператору РАО и тарифов на их захоронение. Оплата захоронения РАО осуществляется при передаче их Национальному оператору;

– Тарифы на захоронение РАО¹ устанавливаются в виде фиксированных ставок тарифов в расчете на 1 кубометр захораниваемых отходов, включая упаковку и контейнер (объем брутто). Тарифы устанавливаются дифференцированно для каждого класса РАО, исходя из размера расходов Национального оператора по обращению с РАО, связанных с захоронением отходов соответствующего класса. [5]

Тарифы на захоронение РАО в зависимости от класса опасности. [6]

Класс РАО для целей захоронения ²	Виды РАО, передаваемые на захоронение	Тариф, на захоронение РАО, руб/м ³
Класс 1	Твердые ВАО (высокоактивные отходы) с предварительной выдержкой в целях снижения их тепловыделения (остаточное тепловыделение — не более 1кВт/м ³)	1141341,40
Класс 2	Твердые ВАО и твердые долгоживущие САО (среднеактивные отходы), содержащие радионуклиды с периодом полураспада более 30 лет	546029,74
Класс 3	Твердые САО и твердые долгоживущие НАО (низкоактивные отходы)	126483,44
Класс 4	Твердые НАО (включая ОНАО)	35767,8
Класс 5	Жидкие САО и НАО для закачки в подземные горизонты	-
Класс 6	РАО, образующиеся при добыче и переработке урановых руд, а также при добыче и переработке минерального и органического сырья, подлежащие в соответствии с критериями приемлемости, установленными ФНП, регулирующие обращение с РАО, захоронению в пунктах приповерхностного захоронения РАО	315,42

РАО, кондиционируемые по сравниваемым технологиям, относим к классу 3.

Рассчитаем стоимость захоронения РАО в контейнерах типа НЗК-150–1,5 по двум технологиям.

$$C_3 = C_k * K_{пер} * T,$$

где C_k — степень наполняемости контейнера; $K_{пер}$ — переводной коэффициент; T — тариф на захоронение.

Степень наполняемости контейнера рассчитана выше.

Переводной коэффициент рассчитываем по формуле:

$$K_{пер} = V_{нзк} / F_{нзк},$$

где $V_{нзк}$ — объем контейнера НЗК-150–1,5 по внешним габаритам м³; $F_{нзк}$ — рабочая ёмкость контейнера НЗК-150–1,5 м³; $V_{нзк} = a * b * h$, где a — длина кон-

тейнера; b — ширина контейнера; h — высота контейнера.

Произведем расчет стоимости захоронения РАО полученных из 1 м³ РАО по технологии кондиционирования с использованием портландцемента, при упаковке кондиционированных отходов в контейнер НЗК-150–1,5.

$$V_{нзк} = 1,650 * 1,650 * 1,375 = 3,7 \text{ м}^3;$$

$$K_{пер} = 3,7 / 1,5 = 2,7;$$

$$C_3 = 1,2 * 2,7 * 126483,44 = 409806,35 \text{ руб.}$$

В расчетах принимаем, что полученные при цементировании отходы относятся к третьему классу.

Стоимость захоронения РАО кондиционированных по предлагаемой технологии:

$$C_3 = 0,8 * 2,7 * 126483,44 = 273204,23 \text{ руб.}$$

¹ Устанавливаются по приложению к Приказу Министерства природных ресурсов и экологии Российской Федерации (Минприроды России) от 13 марта 2013 г. № 89 «О первоначальном установлении тарифов на захоронение РАО»

² В соответствии с Критериями классификации удаляемых радиоактивных отходов, утвержденными постановлением Правительства РФ от 19 октября 2012 г. № 1069 (Собрание законодательства РФ, 2012, № 44, ст. 6017)

Аналогично произведем расчет стоимости захоронения РАО, полученных из 1 м³ РАО по технологии кондиционирования с использованием портландцемента в контейнер КРАД-1,36.

$$V_{\text{нзк}} = 1,280 * 1,280 * 0,900 = 1,4 \text{ м}^3;$$

$$K_{\text{пер}} = 1,4 / 1,36 = 1,02;$$

$$C_3 = 1,3 * 1,02 * 126483,44 = 167717,041 \text{ руб.}$$

Стоимость захоронения РАО, кондиционированных по предлагаемой технологии:

$$C_3 = 0,9 * 1,02 * 126483,44 = 116111,798 \text{ руб.}$$

Из расчетов видно, что снижение затрат на захоронение кондиционированных РАО при использовании новой технологии взамен старой и упаковке в контейнеры НКЗ-150–1,5 составляет 409806,35–273204,23=136602,12 руб., а при упаковке в контейнеры КРАД-1,36 снижение составляет 167717,041–116111,798=51605.243 руб. Полученные цифры относятся к обращению с одним кубическим метром исходных ЖРО (кубового остатка).

Сводная таблица затрат по использованию двух технологий

Параметр	Технология кондиционирования РАО в матрицы из портландцемента		Технология кондиционирования РАО в магниезальную матрицу	
	КРАД-1,36	НКЗ-150–1,5	КРАД-1,36	НКЗ-150–1,5
Расходы на материалы и реагенты, руб.	2340		12637,2	
Стоимость процесса контейнеризации, руб.	87100	144000	60300	96000
Стоимость захоронения РАО, руб.	167717,041	409806,35	116111,798	273204,23
Итого затраты на 1 м ³ КО	257157,041	556146,35	189048,998	381841,43

В представленной таблице мы можем наглядно видеть разницу затрат при использовании инновационной технологии кондиционирования РАО в матрицы из магниезальных вяжущих и технологии кондиционирования РАО в матрицы из портландцемента. На 1 м³ КО при упаковке в КРАД-1,36 экономия составит 68108,04 руб., затраты на переработку и захоронение РАО снизятся на 26,5%. При использовании предлагаемой технологии и упаковке кондиционированных отходов в контейнеры НКЗ-150–1,5 уменьшение затрат на 1 м³ КО составит 174304,92 руб. (на 31,4%). Полученные цифры относятся к обращению всего с одним кубическим метром исходных ЖРО (кубового остатка).

Выводы:

1. В данной работе произведен анализ затрат и на их основе определена стоимость процессов контейнери-

зации и захоронения РАО с использованием вышеуказанных технологий.

2. Основной экономический эффект при использовании технологии кондиционирования РАО в магниезальные матрицы возникает за счет высокой степени наполняемости компаунда сухими радиоактивными солями, что позволяет значительно сократить затраты на упаковку переработанного КО в контейнеры.

3. Анализ полученных результатов показывает, что по величине затрат на контейнеризацию и захоронение 1 м³ РАО несомненным преимуществом обладает инновационной технологии кондиционирования РАО в матрицы из магниезальных вяжущих.

Литература:

1. Лебедев, В. А. Анализ кубовых остатков радиоактивных отходов и разработка матричных смесей для иммобилизации в компаунд на основе наномодифицированных минеральных вяжущих / В. А. Лебедев, В. М. Пискунов // Рецензируемый сборник научных трудов «ЗАПИСКИ ГОРНОГО ИНСТИТУТА». — 2013. — Т. 203. — с. 55–59.
2. Матияшук, С. В., Комментарий к Федеральному закону от 11 июля 2011 г. № 190-ФЗ «Об обращении с радиоактивными отходами и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации» (постатейный) / С. В. Матияшук. — М.: Юстицинформ, 2012. — 112 с.
3. Патент 2483375 С2 Российская Федерация, МПК, G21F9/16, G21F9/04. Композиционный материал для иммобилизации жидких радиоактивных отходов и способ его применения/ Степанов И. К. (RU), Муратов О. Э. (RU), Игнатов А. А. (RU), Степанов А. И. (RU), Лебедев В. А. (RU), Лелявин И. А. (RU), Пискунов В. М. (RU); заявитель и патентообладатель ФГБОУ ВПО НМСУ «Горный» (RU — 2011134168/07; заявл. 12.08.2011; опубл. 27.05.2013, Бюл. № 3. — 10 с.
4. Лебедев, В. А. Повышение эффективности иммобилизации радиоактивных отходов / В. А. Лебедев, В. М. Пискунов // Рецензируемый сборник научных трудов «ЗАПИСКИ ГОРНОГО ИНСТИТУТА». — 2013. — Т. 203. — с. 59–63.
5. Приказ Министерства природных ресурсов и экологии Российской Федерации (Минприроды России) от 13 марта 2013 г. № 89 «О первоначальном установлении тарифов на захоронение РАО»
6. Критерии классификации удаляемых радиоактивных отходов, утвержденными постановлением Правительства РФ от 19 октября 2012 г. № 1069 (Собрание законодательства РФ, 2012, № 44, ст. 6017).

Особенности проведения тепловой кулинарной обработки мясных блюд с использованием пароконвектомата

Миллер Дмитрий Эдуардович, студент;

Лаптева Мария Дмитриевна, студент;

Ходакова Екатерина Евгеньевна, студент;

Быстрова Анастасия Александровна, студент

Магнитогорский государственный технический университет имени Г. И. Носова

Создание современной и эффективной технологии организации полного цикла услуги питания является важной задачей в сфере общественного питания. Производственные помещения современных ресторанов разительно отличаются от кухни заведений, созданных в доперестроечный период. Особенностью современного ресторанного бизнеса является довольно устойчивая тенденция к увеличению посадочных мест и к сокращению рабочего пространства кухни, при этом ассортимент блюд расширяется. Все это возможно только при использовании современного высокотехнологического оборудования. [1,2, 5]

Современные пароконвектоматы позволяют производить более 80% от общего числа всех возможных операций тепловой обработки, и тем самым заменяют более

50% теплового оборудования. Циркуляция горячего воздуха и пара в пароконвектомате отдельно или в комбинации позволяют применять различные способы приготовления продуктов — варка, жарка, запекание, варка на пару, тушение, припускание, выпечка и регенерация. Использование пароконвектомата позволяет реализовывать большинство технологических операций в одном аппарате.

Были проведены исследования параметров варки и припускания мяса утки с использованием пароконвектомата ПКА 6–1/3П в режиме «конвекция+пар». Сначала был определен наиболее эффективный температурный режим, при котором потери массы были минимальны. Результаты представлены в таблицах 1,2.

Таблица 1. Параметры варки утиных окорочков

Температура, °С	Гидро модуль	Продолжительность обработки, мин	Потери массы, %
150	1:2,5	42	40,0
160	1:2,5	39	38,7
170	1:2,5	35	36,1
180	1:2,5	32	26,0
190	1:2,5	30	28,7

Полученные результаты позволяют сделать вывод:

– наиболее рациональным является процесс варки при температуре 180°С, так как время тепловой обработки сократилось на 10 минут (24%), по сравнению с варкой при температуре 150°С. При этом, потери массы были минимальными. При дальнейшем увеличении температуры, потери массы увеличиваются.

– принцип сокращения времени кулинарной обработки. Использование пароконвектомата уменьшает время приготовления блюда по сравнению с рекомендованным временем по Сборнику рецептов, что свидетельствует также об уменьшении потерь питательных веществ. Длительность тепловой обработки оказывает большее влияние на сохранность пищевой ценности, чем температура греющей среды.

Таблица 2. Параметры припускания утинового филе

Температура, °С	Гидро модуль	Продолжительность обработки, мин	Потери массы, %
150	1: 0,4	31,5	38,5
160	1: 0,4	26,0	36,6
170	1: 0,4	19,0	31,4
180	1: 0,4	15,0	30,0
190	1: 0,4	14,0	33,0

Полученные результаты позволяют сделать вывод:

– наиболее рациональным является процесс припускания при температуре 180°С, так как время тепловой

обработки сократилось на 16,5 минут (52%), по сравнению с припусканием при температуре 150°С. При этом, потери массы были минимальными. При даль-

нейшем увеличении температуры, потери массы увеличиваются.

После установления температурного параметра варки окорочков и припускания филе — 180°C провели срав-

нительный анализ данных технологических операций, выполняемых в пароконвектомате и на плите. Результаты представлены в таблицах 3,4.

Таблица 3. Параметры варки утиных окорочков

Оборудование	Способ тепловой обработки	Температура, °C	Продолжительность, мин	Потери массы птицы, %	Потери при выкипания бульона, %	Сухие вещества в бульоне, %
Пароконвектомат	конвекция+пар	180	26,0	30	15,1	9,1
Плита	теплопроводность	98	29,3	35	2,0	11,0

При варке в жидкой среде в продуктах протекают физико-химические процессы, в результате которых содержание воды и сухих веществ в них изменяется. Из продукта в воду переходят растворимые вещества за счет процесса диффузии. При варке птицы, наряду с диффузией на переход растворимых веществ из продукта в окружающую среду существенное влияние оказывает те-

пловая денатурация и постденатурационные изменения белков продукта.

Большинство белков мяса утки относится к полноценным, что делает их обязательным компонентом питания. Потери растворимых белков при варке снижают пищевую ценность готового продукта, а также влияют на частичное обезвоживание птицы при варке. [3]

Таблица 4. Параметры припускания утиного филе

Оборудование	Способ тепловой обработки	Температура, °C	Продолжительность, мин	Потери массы птицы, %	Потери при выкипания бульона, %	Сухие вещества в бульоне, %
Пароконвектомат	конвекция+пар	180	14	30	24,8	3,4
Плита	теплопроводность	98	18	33	10,1	5,0

При припускании из продукта в воду переходит меньше растворимых веществ, чем при варке с полным погружением продукта в воду, что наглядно отражают данные расчета сухих веществ в бульонах.

Анализ полученных результатов позволяет сделать вывод об эффективности проведения технологической обработки утки на пароконвектомате ПКА 6–1/3П по сравнению с традиционными способами тепловой обработки (таблица 5).

Таблица 5. Эффективность технологической обработки по сравнению с традиционными способами на плите

Оборудование	Вид тепловой обработки	Снижение продолжительности обработки, мин	Снижение потери массы птицы, %	Снижение сухих веществ в бульоне, %
Пароконвектомат	варка	3,3	5,0	2,1
	припускание	4,0	3,0	1,6

Из полученных данных можно сделать вывод о том, что использование пароконвектомата позволяет снизить продолжительность тепловой обработки, потери массы, а также содержание сухих веществ в бульоне по сравнению с традиционным способом тепловой обработки.

Нагрев тканей при тепловой обработке мяса утки вызывает разрушение сложной внутриклеточной коллоидной системы, содержащей жир. Пищевая ценность жиров определяется тремя факторами — калорийностью, усвояемостью и биологической активностью.

Жиры являются поставщиками необходимых факторов питания — полиненасыщенных жирных кислот, витаминов. [6] А так как мясо утки содержит значительное количество жиров, было проведено исследование эффективности приготовления тушеных блюд с использованием пароконвектомата и на плите на примере 3 блюд, с разработкой рецептур и технико-технологических карт. При любом способе тепловой обработки в жирах происходят как гидролитические, так и окислительные изменения, обусловленные действием на жир высокой температуры воздуха и жира. Были определены коли-

качественный и качественный состав жира путем расчета массовой доли жира и кислотного числа, показывающего степень гидролиза жира. [7]

Были проведены исследования параметров тушения блюд из мяса утки. Результаты исследования технологического процесса приготовления исследуемых блюд приведены в таблицах 6, 7.

Таблица 6. Анализ параметров блюда «Утка тушеная в вине»

Оборудование	Температура, °С	Продолжительность, мин	Потери массы птицы, %	Массовая доля жира в мясе, г	Массовая доля жира в соусе, г	Сухие вещества в мясе, %	Кислотное число
Пароконвектомат, конвекция + пар	230/180	23	43	8,5	85,0	47,4	1,6
Пароконвектомат, конвекция	230/180	20	47	5,5	80,0	45,0	0,9
Плита	160/98	28	35	10,5	87,5	43,9	1,1

Из таблицы 6 видно, что использование режима конвекция позволило снизить продолжительность тепловой обработки на 3 минуты, снизилась массовая доля жира

в мясе на 3 г, а массовая доля жира в соусе на 5 г. Кислотное число снизилось на 0,7, что говорит о свежести используемого сырья.

Таблица 7. Анализ параметров блюда «Утка тушеная с овощами»

Оборудование	Температура, °С	Продолжительность, мин	Потери массы птицы, %	Массовая доля жира в мясе, г	Массовая доля жира в соусе, г	Сухие вещества в мясе, %	Кислотное число
Пароконвектомат, конвекция+пар	230/180	46	25	6,5	82,5	41,8	2,7
Пароконвектомат, конвекция	230/180	42	13	5,6	80,0	42,0	0,9
Плита	120/98	48	12	7,0	85,0	38,8	2,9

Из таблицы 7 видно, что использование режима конвекция позволило снизить продолжительность тепловой обработки на 4 минуты, снизилась массовая доля жира в мясе на 0,9 г, а массовая доля жира в соусе на 2,5 г. Кислотное число снизилось на 1,8, что говорит о свежести используемого сырья. Сократились потери массы птицы на 12%. Содержание сухих веществ увеличилось на 0,2%.

Таким образом, можно сделать следующие выводы об эффективности приготовления тушеных блюд на пароконвектомате:

— происходит снижение количества жира в мясе утки и в соусе, что обусловлено угаром жира;

— возрастание кислотного числа свидетельствует о гидролитическом распаде жира, с образованием свободных жирных кислот, которые окисляются значительно быстрее, чем триглицериды;

— уменьшается время тепловой обработки, что благотворно влияет на сохранность витаминов;

— количество сухих веществ в мясе утки выше, что свидетельствует о сохранении количества белка.

Использование пароконвектомата на предприятиях общественного питания позволит не только сократить потери ценных компонентов готовых блюд, но и время ожидания заказа для потребителя. [4]

Литература:

1. Долматова, И. А., Быстрова А. А. Пути повышения рентабельности предприятий общественного питания в условиях кризиса // Качество продукции, технологий и образования: материалы X научно-практической конференции — Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск. гос. техн. ун-та им. Г. И. Носова, 2015. — с. 90—93.
2. Долматова, И. А., Быстрова А. А., Лаптева М. Д. Лечебное питание отдыхающих в столовых при организации санаторно-курортного питания // Современные технологии и управление: сб. науч. трудов III Международной научно-практической конференции — Светлый Яр, 2014. с. 255—257.
3. Долматова, И. А., Курочкина Т. И., Миллер Д. Э., Быстрова А. А. Сохранение пищевой ценности блюд из мяса птицы // Молодой ученый. — 2015. — № 23. — с. 133—137.

4. Долматова, И. А., Миллер Д. Э., Лаптева М. Д., Быстрова А. А. Актуальность организации «бережливого производства» на предприятиях общественного питания // Молодой ученый. — 2015. — № 23. — с. 137–139.
5. Долматова, И. А., Рябова В. Ф., Персецкая К. М., Курочкина Т. И. Инновационные технологии в системе корпоративного питания // Современные технологии продуктов питания: материалы Международной научно-практической конференции. — Курск: Юго-Зап. Гос. ун-т, 2014. — с. 75–77.
6. Зайцева, Т. Н. Биохимические основы производства пищевых продуктов / Т. Н. Зайцева, Н. И. Барышникова учеб. пособие. — Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск. гос. техн. ун-та им. Г. И. Носова, 2010.
7. Зайцева, Т. Н., Рябова В. Ф., Курочкина Т. И. Обогащение мясных рубленых полуфабрикатов растительными компонентами // Продовольственная безопасность: научное, кадровое и информационное обеспечение: материалы международной научно-технической конференции. — Воронеж, 2014. — С 414–417.

Изучение физико-химических свойств ароматических углеводов

Мирзаев Санжар Саиджонович, старший преподаватель;

Асадов Ихтиёр Абдурашид угли, магистрант;

Яминов Ферузжон Файзулло угли, студент

Бухарский инженерно-технологический институт (Узбекистан)

Основная масса моноциклических ароматических углеводов представлена в нефти полиметилзамещенными бензола.

Ароматические углеводороды обнаружены во фракциях до 200°C. бензол и его гомологи присутствуют в нефтях разнообразных типов. Однако их количество невелико.

Общее содержание моноциклических ароматических углеводородов в нефтях значительно уступает содержанию алканов и цикланов и колеблется в среднем во фракции до 200°C в пределах 5–25%.

В керосино-газойлевой части нефти (фракция 200–350°C) наряду с производными бензола присутствуют также нафталин и его ближайшие гомологи, т.е. бициклические конденсированные ароматические углеводороды ряда C_nH_{2n-12} . Углеводороды этого типа с пикриновой кислотой дают кристаллические производные — *пикраты*. Этим путем они выделяются из нефти, а затем после разделения пикратов идентифицируются.

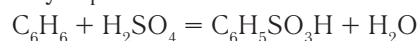
Содержание ароматических углеводородов в керосино-газойлевых фракциях всегда несколько выше, чем в бензиновых фракциях той же нефти; в среднем 15–35%. Неконденсированные ароматические бициклические углеводороды типа дифенила и, может быть, дифенилметана в составе нефти находятся в подчиненных количествах.

В высших фракциях нефти обнаружены более сложные полициклические ароматические углеводороды с тремя, четырьмя и пятью конденсированными бензольными кольцами. Полициклических чисто ароматических углеводородов с короткими парафиновыми боковыми цепями в нефтях очень немного, т.к. строение молекул высокомолекулярных соединений нефти имеет главным образом смешанный (гибридный) характер.

По физическим свойствам бензол и его гомологи значительно отличаются от алканов и цикланов с тем же

числом углеродных атомов в молекуле. Плотности и показатели преломления их выше. Бензол, п-ксилол, дурол, тетра-, пента- и гексаметилбензолы плавятся при температуре выше нуля. Некоторые ароматические углеводороды имеют высокие температуры плавления и находятся в нефти в растворенном состоянии.

Ароматические углеводороды сравнительно легко вступают в различные реакции замещения. Наиболее характерны для них реакции галогенирования, сульфирования, нитрования, а также окисления боковых цепей, алкилирования, деалкилирования и гидрирования бензольного кольца. При сульфировании бензола и его гомологов концентрированной серной кислотой образуются моносulьфокислоты:



При сульфировании гомологов бензола сульфогруппа становится легче всего в пара- и труднее в орто — положение. Поэтому толуол, м- и о-ксилолы сульфуются легче, чем параксилон, где пара — положение уже занято радикалом. Гексазамещенные с серной кислотой вообще не реагируют. Гомологи бензола с длинными боковыми цепями сульфуются труднее.

При окислении гомологов бензола различными окислителями или воздухом боковые алкильные цепи превращаются в карбоксильные группы. Таким образом можно получать соответствующие ароматические кислоты. Эта реакция имеет большое практическое значение для синтеза двухосновных фталевых кислот.

Весьма характерной особенностью ароматических углеводородов является их способность образовывать комплексы с различными веществами. Так, в присутствии серной кислоты, они образуют с формальдегидом сложные вещества — *формолиты*, выпадающие в осадок. Реакция очень чувствительна к ничтожным примесям бензола и его не сполна замещенным гомологам, — поэтому

имеет аналитическое значение. Пикраты образуются и с полиалкилбензолами.

Над гидрирующими катализаторами (Pt, Pd, Ni) под давлением водорода бензольное кольцо сполна насыщается водородом и превращается в циклогексановое. Этим же путем и полициклические ароматические углеводороды могут быть полностью или частично прогидрированы.

Присутствие ароматических углеводородов в бензинах весьма желательно, т.к. они обладают высокими октановыми числами. Наоборот, наличие их в незначительных количествах в дизельных топливах (средние фракции нефти) ухудшают процесс сгорания топлива. Полициклические ароматические углеводороды с короткими боковыми цепями, попадающие при разгонке нефти в масляные фракции, должны удаляться из них в процессе очистки, т.к. они вредно отражаются на эксплуатационных качествах смазочных масел.

Бензол, толуол, этилбензол, изопропилбензол, ксилолы, нафталин — очень ценное химическое сырье для многих процессов нефтехимического и органического синтеза, включая такие важные отрасли химической промышленности, как производство синтетических каучуков, пластических масс, синтетических волокон, взрывчатых, анилино-красочных и фармацевтических веществ.

Значительная часть углеводородов нефти имеет смешанное, или гибридное строение. Это означает, что в молекулах таких углеводородов имеются различные структурные элементы, а именно: ароматические кольца, пяти- и шестичленные циклопарафиновые циклы и алифатические парафиновые цепи. В керосиновых фракциях обнаружены простейшие гибридные бициклические углеводороды, а именно, тетралин и некоторые его гомологи. Масляные фракции почти нацело состоят из углеводородов гибридного строения. Индивидуальные представи-

тели высокомолекулярных смешанных углеводородов из нефти не выделены.

Высокомолекулярные гибридные углеводороды можно разделить на три типа:

парафино-циклопарафиновые; парафино-ароматические; парафино-циклопарафино-ароматические.

Углеводороды первой группы представляют собой либо длинные парафиновые цепи с циклопарафиновыми заместителями, либо моно- или полициклические циклопарафиновые структуры с несколькими более короткими боковыми парафиновыми цепями. Процент углерода, приходящегося на оба структурных элемента, изменяется в широких пределах в зависимости от числа колец в молекуле и ее молекулярного веса.

Предполагается, что парафино-ароматические твердые углеводороды по своему строению представляют собой нормальные парафины с фенильными заместителями в конце цепи. Число ароматических колец в таких углеводородах не превышает двух. Аналогичное строение имеют и парафино-циклопарафиновые твердые углеводороды. Примерно половина всех углеводородов высокомолекулярной части нефти (фракции выше 325°C) представлена гибридными углеводородами наиболее сложного строения: парафино-циклопарафино-ароматическими.

Современные методы исследования высокомолекулярной части нефти: хроматография, структурно-групповой и спектральный анализы, каталитическое дегидрирование циклогексановых колец и, наоборот, гидрирование бензольных, элементарный анализ при их совокупном применении позволяют делать определенные выводы относительно химического состава этой части нефти. Например, фракции нефти, выкипающие выше 350°C, вначале освобождались от асфальтенов осаждением их петролейным эфиром. Затем в колонке с силикагелем адсорбировались смолы, а углеводородная часть вымывалась из колонки различными растворителями.

Литература:

1. Проскуряков, В. А., Дробкин А. Е. Химия нефти и газа. — Л.: Химия, 1981 г.
2. Сафиева, Р. З. Физико-химия нефти. Физико-химические основы технологии переработки нефти. М.: Химия, 1999 г.

Основные химмотологические требования к смазочным нефтяным маслам и улучшение их качеств

Мирзаев Санжар Саиджонович, старший преподаватель;

Ортиков Журабек Жалилович, магистрант;

Яминов Ферузжон Файзулло угли, студент

Бухарский инженерно-технологический институт (Узбекистан)

Смазочные масла, применяемые практически во всех областях техники, в зависимости от назначения выполняют следующие основные функции: уменьшают ко-

эффициент трения между трущимися поверхностями, снижают интенсивность изнашивания, защищают металлы от коррозии, охлаждают трущиеся детали, уплотняют зазоры

между сопряженными деталями, удаляют с трущихся поверхностей продукты изнашивания. Не смазочные масла служат рабочими жидкостями в гидравлических передачах, электроизоляционной средой в трансформаторах, конденсаторах, кабелях, масляных выключателях, используются для приготовления смазок, присадок и т.п.

В товарном ассортименте более 400 марок масел различного назначения, однако широко распространено лишь ограниченное число марок.

По источнику сырья масла подразделяются на дистиллятные, полученные из соответствующих масляных фракций вакуумной перегонки мазута; остаточные, полученные из остатка вакуумной перегонки мазута, т.е. из гудрона; компаундированные, полученные при смешении дистиллятного и остаточного компонентов; загущенные, полученные введением в базовые масла загущающих полимерных присадок (в марках масел обозначаются индексом «З»). По способу очистки различают масла кислотнo-щелочной, кислотнo-контактной, селективной и адсорбционной очистки и гидроочистки (или гидрокрекинга). Основное количество масел производят с использованием процессов селективной очистки и депарафинизации.

Вязкость и вязкостно-температурные свойства масел зависят от их фракционного и химического состава. С повышением температуры кипения масел их вязкость возрастает. Остаточные масла более вязкие, чем дистиллятные. Парафиновые углеводороды нормального строения характеризуются наименьшей вязкостью. С разветвлением цепи их вязкость возрастает. Циклические углеводороды значительно более вязкие, чем парафиновые. При одинаковой структуре вязкость нафтенов выше, чем аренов. Наибольшую вязкость имеют смолистоасфальтеновые вещества. Важнейшей характеристикой масел является изменение их вязкости с температурой.

Чем более полого температурная кривая вязкости, тем выше значение ИВ и более качественно масло (современные масла должны иметь ИВ не менее 90). Индекс вязкости, наряду с температурой застывания, определяет интервал температур, в котором работоспособно масло. Всесезонные масла, например, имеют более высокие значения ИВ, чем летние или зимние. Наибольшим ИВ обладают алканы нормального строения. Для циклических углеводородов характерно улучшение вязкостно-температурных свойств с уменьшением цикличности молекул и увеличением длины боковых цепей. Для получения высокоиндексных масел следует полностью удалять полициклические арены и нафтенo-ароматические углеводороды с короткими боковыми цепями и смолисто-асфальтеновые вещества.

Температура застывания масел зависит от содержания в них тугоплавких углеводородов, и прежде всего парафинов и церезинов. Выделяющиеся при низких температурах кристаллы твердых углеводородов образуют пространственную структуру, что приводит к застыванию и потере подвижности масел. Поэтому из масел следует

удалять, помимо низкоиндексных, и компоненты, ухудшающие их низкотемпературные свойства.

Химическая стабильность масел. В процессе длительной эксплуатации под воздействием кислорода воздуха образуются (особенно интенсивно при высоких температурах и каталитическом влиянии различных металлов) и накапливаются в маслах различные продукты окисления и конденсации (окискислоты, смолы, асфальтены, углистые отложения, лаки и др.), которые ухудшают их эксплуатационные свойства.

Наилучшей химической стабильностью обладают малоциклические нафтенo-ароматические углеводороды.

Смазочная способность масел является важнейшей их характеристикой в условиях работы машин и механизмов при больших нагрузках и малых скоростях. Она определяет способность масла создавать на металлической поверхности весьма прочный, но очень тонкий смазочный слой толщиной всего лишь 0,1–1,1 мкм, т.е. 50...500 молекулярных слоев. Такой тип смазки получил название граничной смазки. Несмотря на ничтожно малую толщину такого слоя, износ материалов при граничной смазке уменьшается в тысячи раз по сравнению с сухим трением. Наилучшей смазочной способностью обладают смолисто-асфальтеновые вещества, некоторые высокомолекулярные сероорганические и кислородсодержащие соединения, которые, с точки зрения других эксплуатационных показателей, в маслах нежелательны и подлежат удалению. Поэтому для улучшения смазочной способности в масла вводят специальные поверхностно активные присадки.

Защитные и антикоррозионные свойства масел обуславливаются их способностью вытеснять воду с поверхности металла, удерживать ее в объеме смазочного материала и образовывать на нем прочные адсорбционные и хемосорбционные пленки, препятствующие развитию коррозионных процессов. Базовые нефтяные масла не способны длительно защищать металлы от коррозии. Их защитные свойства улучшают введением небольших количеств ингибиторов коррозии.

Присадки к маслам. В связи с ужесточением требований различных видов техники к эксплуатационным свойствам смазочных масел, в мировой нефтепереработке со второй половины XX в. Наблюдается тенденция к непрерывному увеличению количества и ассортимента выпускаемых присадок к маслам. Присадками называют вещества, которые добавляют к маслу в количестве от тысячных долей до 10...12% для улучшения одного или нескольких показателей его качества. Присадки не только улучшают эксплуатационные свойства масел, но и существенно снижают расход последних. В качестве присадок к маслам изучено и предложено несколько тысяч органических соединений. Однако промышленное производство и практическое применение получили только немногим более ста продуктов и композиций. Промышленное производство их в мире исчисляется миллионами тонн в год и является важной

отраслью нефтехимии. Присадки принято классифицировать по назначению, т.е. по функциональному действию, на следующие группы, улучшающие те или иные свойства масел:

- антиокислительные, повышающие стойкость масел к окислению при высокой температуре;
- антикоррозионные, защищающие металлические поверхности от воздействия агрессивных веществ и атмосферной коррозии;
- противоизносные и противозадирные (антифрикционные), улучшающие смазочные свойства масел;

- моющие (детергентно-диспергирующие), препятствующие отложению лаков, нагаров и осадков;
- депрессорные, понижающие температуру застывания масел;
- вязкостные, улучшающие вязкостно-температурные свойства базовых масел;
- антипенные, предотвращающие вспенивание масел;
- антисептики, повышающие устойчивость масел к воздействию грибков и бактерий;
- многофункциональные, улучшающие одновременно несколько эксплуатационных свойств масел.

Литература:

1. Сайдахмедов, Ш. М. Развитие технологий производства смазочных масел в Узбекистане, Ташкент, 2004, 112 с.
2. Топливо, смазочные материалы, технические жидкости. Ассортимент и применение. М., Химия, 199, 432 с.

Фазовые равновесия в многокомпонентных смесях, содержащих компоненты природного газа, воду, метанол, гликоли

Мирзаев Санжар Саиджонович, старший преподаватель;
Фозилов Обиджон, магистрант
Бухарский инженерно-технологический институт (Узбекистан)

При расчетах процессов переработки природного газа наиболее важной и трудной задачей является расчет фазового равновесия жидкость — пар. При этом требуется определить состав фаз и их количество. В смесях, содержащих воду, метанол, гликоли, возможно выделение второй жидкой фазы.

Равновесие жидкость — пар

Запишем уравнения материального баланса для одного моля смеси и каждого компонента:

$$V + L = 1;$$

$$Vy_i + Lx_i = z_i;$$

$$\sum_{i=1}^n y_i = \sum_{i=1}^n x_i = \sum_{i=1}^n z_i = 1,$$

где V — мольная доля газовой фазы; L — мольная доля жидкой фазы; y_i — мольная доля i компонента в газовой фазе; x_i — мольная доля i компонента в жидкой фазе; z_i — мольная доля i компонента в смеси.

Распределение компонентов между фазами наиболее часто выражают через константы фазового равновесия:

$$K_i = y_i / x_i.$$

Решая эти уравнения методом последовательных приближений, получают составы фаз и доли паровой и жидкой фаз в смеси.

Чтобы избежать лишних вычислений следует сначала убедиться, что смесь при данных условиях находится в двухфазном состоянии. Для этого рекомендуется предварительно вычислить следующие функции:

$$S_1 = \sum z_i K_i;$$

$$S_2 = \sum z_i / K_i.$$

Если S_1 и S_2 больше единицы, то смесь находится в двухфазном состоянии, если S_1 меньше единицы, то одна жидкая фаза, если S_2 меньше единицы, то одна газовая фаза. Точка росы соответствует $S_2 = 1$, точка начала кипения — $S_1 = 1$.

Константы фазового равновесия зависят от температуры, давления и состава фаз. Современные методы расчета констант фазового равновесия основаны на строгих термодинамических соотношениях и уравнениях состояния.

Условиями фазового равновесия являются равенство температур, давлений и химических потенциалов всех компонентов в каждой из фаз. Для практических расчетов более удобной является функция — летучесть f , эквивалентная химическому потенциалу.

$$f_i^V = f_i^L.$$

Разделим летучести i компонента в паровой и жидкой фазах на давление и мольную долю компонента:

$$\Phi_i^V = \frac{f_i^V}{py_i}; \quad \Phi_i^V y_i = \Phi_i^L x_i;$$

$$\Phi_i^L = \frac{f_i^L}{px_i}, \quad K_i = \frac{y_i}{x_i} = \frac{\Phi_i^L}{\Phi_i^V}.$$

Коэффициент летучести i компонента в смеси может быть определен по следующему термодинамическому уравнению:

$$RT \ln \varphi_i = \int_V^{\infty} \left[\left(\frac{\partial p}{\partial n_i} \right)_{T, V, n_j} - \frac{RT}{V} \right] dV - RT \ln z,$$

где n_i — количество молей i компонента в смеси; z коэффициент сжимаемости смеси.

Для вычисления коэффициентов летучести по уравнению используют уравнения состояния, которые связывают между собой давление, температуру, объем и состав смеси.

Летучесть чистой жидкости в стандартном состоянии может быть вычислена по корреляциям, основанным на принципе соответственных состояний, или по уравнениям состояния.

Для вычисления коэффициентов активности применяются эмпирические или полуэмпирические уравнения, удовлетворяющие уравнению Гиббса — Дюгема:

Выражения получены при использовании уравнений, но можно также использовать уравнение. Это зависит от того, какие константы равновесия определены. Для определения составов всех фаз и их количеств достаточно иметь два любых набора констант фазового равновесия.

В уравнениях, используя уравнение, можно исключить одну из величин V , L или W .

Решение приведенных уравнений с целью определения составов фаз и их числа производится методом последовательных приближений.

Другой способ расчета трехфазного равновесия заключается в последовательном расчете двухфазного равновесия. Например, сначала рассчитывается равновесие пар — углеводородная жидкость, затем пар — водная жидкость, после чего все повторяется. Расчет продолжается до тех пор, пока не установятся постоянные величины V , L , W и составы фаз. Этот способ показал довольно быструю и надежную сходимость.

Из уравнений можно получить

Для расчета коэффициентов летучести используются уравнения состояния. Наибольшее применение для расчета фазовых равновесий в смесях углеводородов получили уравнения Бенедикта — Вебба — Рубина (БВР) [1], Старлинга — Хана [2], Соава [3].

В настоящее время преимущество отдается двум последним, так как они значительно проще, более универсальны, легче поддаются модификации для включения углеводородных веществ и расчета трехфазного равновесия.

Все указанные уравнения и их применение для расчета коэффициентов летучести и других свойств достаточно полно описаны в [3].

Рассмотрено уравнение состояния Пател — Тея [2], которое является обобщающим по отношению к уравнениям Соава и Пенга — Робинсона и за счет дополнительного параметра позволяет более точно предсказывать плотность тяжелых углеводородов и полярных компонентов.

Литература:

1. Бекиров, Т. М. Влияние уноса гликоля с установки осушки на показатели работы газотранспортных систем // Подготовка, переработка и использование газа. — М.: ВНИИЭгазпром, 1980. — № 11. — с. 9–11.
2. Бекиров, Т. М. Первичная переработка природных газов. — М.: Химия, 1987. — 256 с.
3. Бекиров, Т. М. Системный подход к установлению показателей качества товарного газа // Анализ работы модернизированного оборудования на действующих промыслах и использование современных технологий и оборудования на новых месторождениях Западно-Сибирского региона. — М.: ИРЦ Газпром. — 1996. — с. 74–88.

Разработка тома экологической и техносферной безопасности проектной документации торгового центра и прилегающей территории. Дополнения

Мухаметшин Рустам Раифович, магистрант
Удмуртский государственный университет

Свод правил по разработке ИТМ ГО и ЧС не охватывает такие разделы как техносферное и экологическое воздействие на окружающую среду искусственно созданных объектов. Поиск исследований в данном направлении показал, что работы в этом направлении проводились в недостаточном объеме, разрозненные результаты не имеют общей документальной базы, обобщенные в одном материале. В связи с этим предлагается расширить и объединить исследования в данном направлении, а также доработать свод правил в части учета экологического и техносферного воздействия на окружающую среду.

Ключевые слова: экология, безопасность, техносфера, проектирование.

Постоянное развитие России, хороший уровень жизни и здоровья ее людей, а также внутренняя безопас-

ность могут быть при условии сохранения природных ресурсов и поддержания в хорошем состоянии окружающей

среды. В связи с этим нужно создавать и повсеместно воплощать единую государственную политику, в направлении охраны окружающей среды и рачительное использование природных запасов. Сбережение и восстановление природных систем является одним из приоритетных направлений деятельности государства и общества.

Наша страна играет основную роль в поддержании биосферы, так как на больших пространствах, располагаются разнообразные природные экологические системы, а также имеется большое количество биологических видов нашей планеты. Размеры природного, человеческого и экономического запасов нашей страны устанавливают одну из главных ролей России в разрешении всемирных и территориальных экологических задач [1].

Трудности в части охраны окружающей среды и техносферной безопасности, встающие в производственном и жилом строительстве, взаимосвязаны со строительным производством — высокими темпами роста производственного потенциала, и технологией строительного производства, техногенное влияние на все основные компоненты окружающей среды. Это взаимодействие углубляется по ходу роста размеров строительства — повышения производительности строительной технологии и техники.

Во многих местах строительное производство создает технологическую экологическую систему, изменяющуюся, по ходу реализации технологических процессов и производств, вследствие чего возникает разрушительное воздействие на биологические системы. Наша цель уменьшить или вовсе остановить пагубное действие путем разработки новых принципов строительства. Экологическая и техносферная безопасность должна защищать природу от отрицательных воздействий, что неизбежно приведет к повышению затрат для обеспечения мероприятий по охране окружающей среды.

Выбирая место строительства объектов, нужно рассматривать возможные отрицательные воздействия от производственной деятельности на природные системы. Выявляется начальная глубина воздействия производственных процессов. Оценивается резистивность экосистемы к намечаемым воздействиям, а так же возможный ущерб. Кроме этого рассчитывается потребность в биоресурсах для реализации, какой либо технологической идеи. Учитывая рост техногенной нагрузки на природные системы, увеличивается глубина проработки и анализа экологических изысканий [2].

Основы принимаемых экорешений ведутся на каждом уровне технологических процессов и по разным видам компонентов экологического анализа, на котором ведется воздействие. По многим уровням природной среды внедряются меры по уменьшению и предотвращению глубина воздействия. Разрабатывая проектную документацию на технологический процесс, обязательно ведется расчет действий смежных с охраняемыми природными территориями.

В состав проектной документации на такие объекты должны быть включены следующие материалы:

- данные инвентаризации природных и природно-антропогенных объектов в пределах особо охраняемой природной территории, прилегающих к границам участков проектируемых объектов;

- оценка состояния природных и природно-антропогенных объектов и (или) отдельных компонентов природной среды;

- допустимые антропогенные нагрузки;

- оценка воздействия проектируемого объекта на природные и природно-антропогенные объекты и (или) отдельные компоненты природной среды с учетом допустимой антропогенной нагрузки;

- оценка изменения условий обитания растений и животных, в том числе занесенных в Красную Книгу города Москвы, в результате эксплуатации объекта и расчет ущерба от возможной утраты их мест обитания;

- мероприятия по снижению негативного воздействия на природные и природно-антропогенные объекты, компоненты природной среды; по компенсации антропогенной нагрузки и обеспечению сохранения биоразнообразия особо охраняемой природной территории [3].

Производитель работ на каждом уровне технологического процесса создает план производства работ, технологические карты, технологическую документацию, которая создает возможности для выполнения требований закона по охране труда, природных ресурсов, населения, а также исполнение контрольных функций, которые обеспечивают контроль расхождений производимых работ от нормативных документов.

Всякий технологический процесс для экологической и техносферной безопасности рассматриваем, как процесс использования природных запасов, для получения конечного продукта, вследствие которого идет образование производственных отходов на разных уровнях технологической цепи, в виде твердых, жидких и газообразных состояний материи, а также в виде энергии, без возможности использования во вторичном производственном цикле. Однако при большом количестве отходов целесообразно рассмотреть возможность реализации вторичного производственного цикла для переработки отходов с целью снижения отходов, а также получения попутных продуктов производства.

При разработке тома экологической и техносферной безопасности планируются мероприятия и работы, направленные на локализацию и снижение временного антропогенного воздействия строительства на окружающую природную среду:

- акустического воздействия;

- загрязнения атмосферы при работе строительных машин;

- замутнения, загрязнения вод, сбросов нефтепродуктов;

- загрязнения строительно-хозяйственными отходами земли, поверхностных вод;

- негативного воздействия строительно-хозяйственных построек, складов, коммуникаций;
- нарушения почвенного и растительного покрова;
- запыления атмосферы продуктами строительства;
- комплексного воздействия на флору и фауну.

Для производства работ в зоне зеленых насаждений разрабатывается дендроплан, который согласовывается с юридическим владельцем территории, а также перечетная ведомость зеленых насаждений. При компенсации заказчиком вырубаемых зеленых насаждений в натуральной форме разрабатывается проект компенсационного озеленения. По каждому объекту строительства, реконструкции, капитального ремонта разрабатывается технологическая документация, регламентирующая про-

цесс обращения с отходами строительства и сноса в виде технологического регламента [3].

Том экологической и техносферной безопасности может быть одним из важных документов для создания и реализации технологического процесса. Совместно с проектом организации производств и иными частями проектной документации, том экологической и техносферной безопасности имеет цель нести решения для создания условий по сбережению природных ресурсов и экобезопасности. Начальные данные для разработки тома экологической и техносферной безопасности зависят от технологических решений, применяемых в производстве и спецификации проектов, а также от конкретных особенностей производственного процесса.

Литература:

1. Атмосфера. Охрана, контроль и защита атмосферного воздуха от загрязнения (под ред. Е. П. Захарова). — Симферополь: КАПКС, 1993. — 60 с.
2. Афанасьев, Ю. А., Фомин С. А. Мониторинг и методы контроля окружающей среды. — Симферополь: Сонат, 1998. — 224 с.
3. ЦОДЛ Минмакс. Экологическая безопасность в строительстве. Форум. 2013. — . — <http://lipinet.ru>.

Роль отображения теней в изображении объемов и видов предметов

Мухаммедова Рухсора Бахромовна, преподаватель
Бухарский инженерно-технологический институт (Узбекистан)

При изучении конструктивной формы предметов важен переход к изображению поверхности предметов при помощи света (лучей) и тени. Для успешного выполнения работы нужно вспомнить и определить одну техническую задачу. Самым светлым местом будет чистое поле, а темным местом — полностью покрытое слоями верхняя часть (тень). Добавление линий (штриховка) — это процесс добавления линий с различной толщиной и при различном нажиме, значит, степень чернения в зависимости от места тоже будет разной. Линии могут быть прямыми или кривыми, короткими или длинными, наложенными друг на друга несколькими слоями. В результате из линий получается своеобразный вид.

Под понятием тень-свет понимается порядок распределения темных и светлых штрихов, пятен на изображении. Придача тени (тушевка) — карандаш наносится на бумажную поверхность при помощи различных средств (вата, марля и т.д.) целю или местами. Можно использовать оба метода или совместить их. Нельзя тушевать или штриховать, закрыв какую-либо часть рисунка без обдумывания характера поверхности. Необходимо постоянно наблюдать состояние изображаемого предмета, а поверхность предмета сама скажет, где нужно подать штрих или тушевку. Прежде чем изобразить состояние света и тени на гранях необходимо подготовить сам рисунок.

При внимательном изучении света и тени на поверхности предмета (куба) мы можем увидеть не только полнотное различие друг от друга, но также можем заметить, что каждая грань не имеет одинаковое освещение, на одном краю больше свет, на другом же его меньше. Особенно это четко видно на теневой грани. Если наклон граничит со светом, то он кажется более темным, если свет отдаляется от наклона, то он становится светлее. Это происходит по причине, что на теневой наклон попадают отражаемые на столе лучи света, и естественно, что на наклоне, стоящего вблизи света на столе, попадает больше отображаемых лучей. Данный обратный свет, как известно, в искусстве называется рефлексом. В процессе работы необходимо постоянно проверять не только силу переливания (тон), но также и правильное составление рисунка. Правильность общего состояния переливания рисунка также можно проверить и другими способами. Например, представив, что данный куб изготовлен не из гипса, а из дерева или другого материала, можно мысленно сопоставить, как будет он выглядеть. Другими словами, без переливания солнечного света или полутемноты на рисунке, необходимо подать переливание (тон) на свете, который мы сами назначаем. 1-рисунок.

Самое светлое место также нельзя оставлять в виде чистого листа, так как гипс нельзя назвать полностью белым

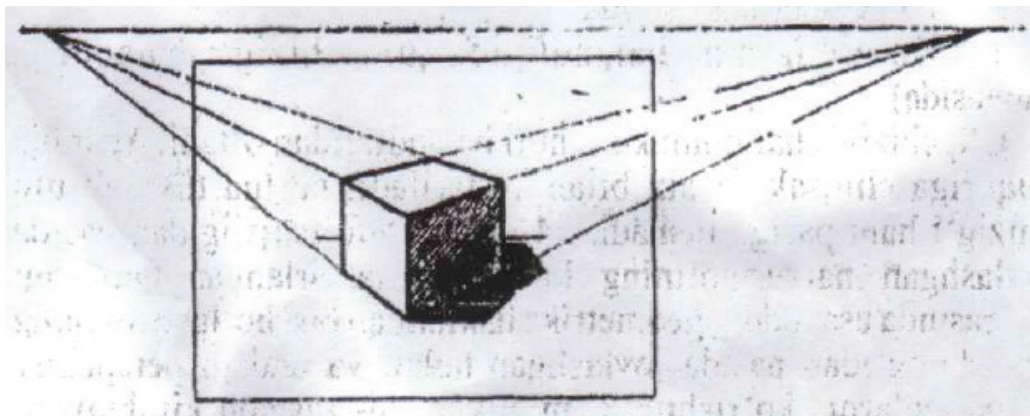


Рис. 1

материалом (например, снег является более белым), и его свет также не является очень ярким. С другой стороны, самое темное место на нашем гипсовом кубе также нельзя затемнять на полную силу карандаша, так как гипс в тени кажется более светлым.

Как было сказано выше, полезным будет изучение переливания света и тени на рисунке, начав с гипсовых предметов. Но, если предметы не будут гипсовыми, невозможно решить данную задачу. Во-первых, можно использовать предметы, изготовленные из других материалов. Во-вторых, можно отобразить предметы, не имеющие белый цвет.

Естественно, при отображении данных предметов могут возникнуть дополнительные осложнения, которые встречаются при сложном определении силы переливания в процессе изображения материала. Но при выполнении рисунков с различным цветом необходимо уделять особое внимание распределению света и тени.

Выполнить рисунок переливающегося предмета (шара) ещё сложнее. Изменение света на шаре проходит стадии замедления, то есть проходят этапы света, полутени, тени, рефлекса и спускающейся тени. Но формы распространения света и тени разные. Шар штрихуется

в виде круга (окружности). Вместе с этим, с самого светлого места на шаре начинается затемнение, и распространяется по окружности. На шаре свет занимает относительно небольшую площадь в виде кольца. Полутень занимает немного света в середине шара, тень занимает большую часть, а рефлекс ещё большую часть общей площади. Сложно отобразить поверхность шара без углублений и выступов. Для получения необходимого результата приходится подготовить несколько изображений шара под различным освещением. Задача его объёма выполняется путём задач отношений света и тени.

Но вместе с этим необходимо сопоставлять отдельные части с целыми. При этом нельзя забывать и про пустоту. Нужно определить прямые направления, уходящие вглубь линий, и выражать сильными штрихами части вблизи начала линий. Также необходимо изобразить форму падающих теней и учитывать глубину пустоты (пространства): на лежащих ближайшим к нам поверхностях и свет, и тень будут согласно правилу.

Анализируемое правило распространения света-тени применяются не только при изображении простых геометрических предметов, но и при изображении натюрморта из различных материалов (дерево, металл,

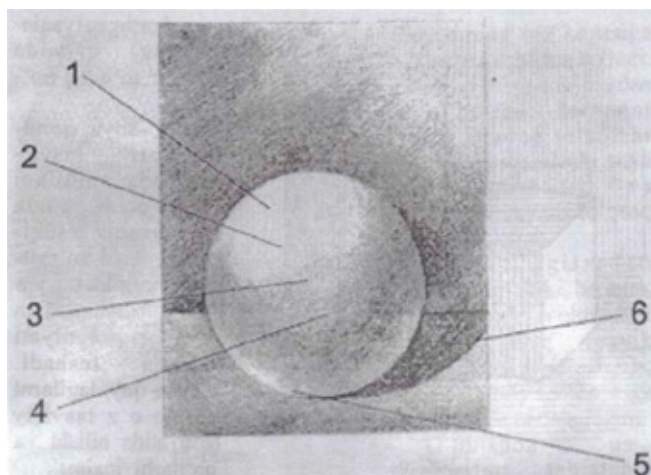


Рис. 2. 1 — свет; 2 — блеск; 3 — полутень; 4 — личный

стекло и т.д.), а также в изображении человека и природы. В заключении можно сказать, что задача объёма и формы предметов выполняется задачей соотношения

света и тени. Необходимо заниматься обобщением работы, детально анализировать соответствие света и тени к натуре, правильного выражения пространства и т.д.

Литература:

1. Власов, М.П. Инженерная графика. — М.:, 1979.
2. Чекмарёв, А.А. Инженерная графика. — М.:, 2002

Способ создания линии пересечения поверхностей вращения

Мухаммедова Рухсора Бахромовна, преподаватель
Бухарский инженерно-технологический институт (Узбекистан)

Данный способ используется для определения общих точек линии пересечения при пересечении каждой поверхности с вспомогательными плоскостями по прямой линии или по окружностям.

Пример: Создать линии пересечения конусной и цилиндрической поверхности с не пересекаемыми осями.

Создать: Пересекаем обе поверхности на плоскости N при помощи двух вспомогательных плоскостей (R, Q). Данные плоскости пересекают конус по окружностям.

В некоторых случаях использование вспомогательных шаров вместо вспомогательных пересекаемых поверхностей для создания линии пересечения поверхностей вращения с пересекаемыми осями намного облегчает решение задачи. Данный способ основан на следующем: если ось любой поверхности вращения проходит через центр шара, то данная поверхность пересекается с каждой по вращению. Плоскости данных окружностей являются

перпендикулярными к оси поверхности вращения. В рис.1 изображены пересечения шара с круговым цилиндром, круговым конусом и эллипсоидом вращения с осями, проходящими через центр шара. Отрезки 1, 2, 3, 4 на эпюре являются фронтальными проекциями окружностей.

На рис.2 изображен способ создания линии пересечения срезанного кругового конуса с поверхностью вращения с образующей кривой методом вспомогательных шаров.

Самые крайние нижние и верхние точки линии пересечения (1 и 2) располагаются на местах пересечения образующей контура данных поверхностей.

Для определения промежуточных точек на точках пересечения осей поверхностей (0, 0) рисуется шар, пересекающий обе данные поверхности (радиус шара R является произвольным). Шар и конус пересекаются окружностями; данная окружность проектируется на плоскости V в виде

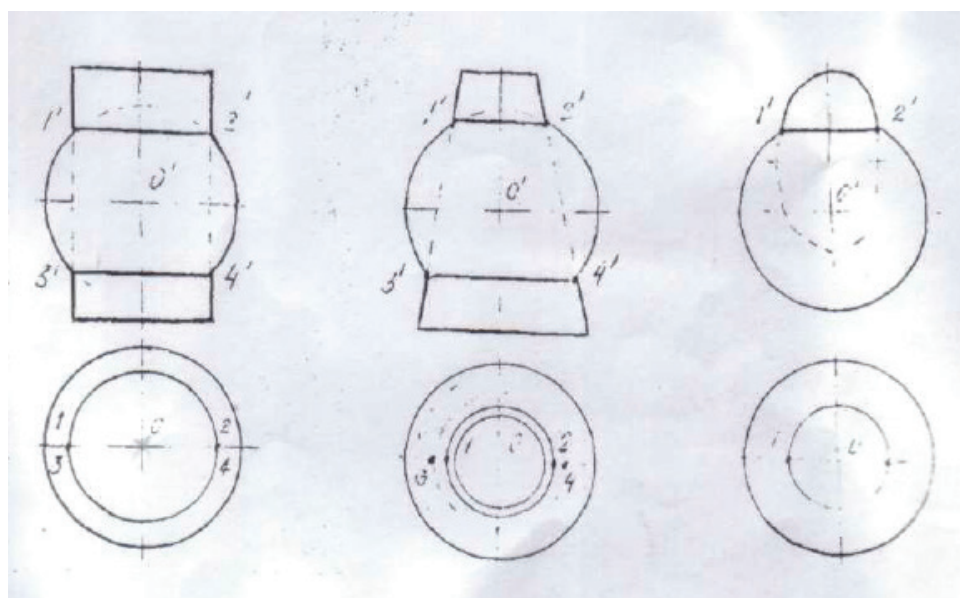


Рис. 1

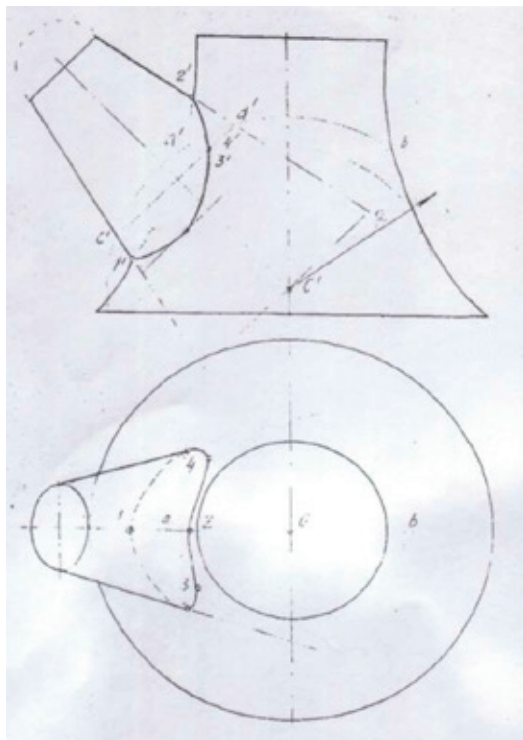


Рис. 2

отрезка прямой линии (s d). Данная поверхность вращения также пересекается с указанным шаром по окружности; данная окружность проектируется на плоскости V в виде отрезка прямой линии (a b). Данные отрезки (a b и s d) пересекаясь между собой, образуют определяемые точки 3, 4.

Разрезав обе поверхности другими шарами с различными радиусами, можно также найти несколько иных точек.

Создание выполняется в фронтальной проекции. Создание горизонтальной проекции линии пересечения по фронтальной проекции не является сложным. Например, для определения горизонтальных проекций точек 3, 4 рисуется окружность с диаметром, равным отрезку, a b, на который опускается вертикальная прямая с точек 3, 4.

В некоторых случаях для того, чтобы линии пересечения данных поверхностей с вспомогательным шаром

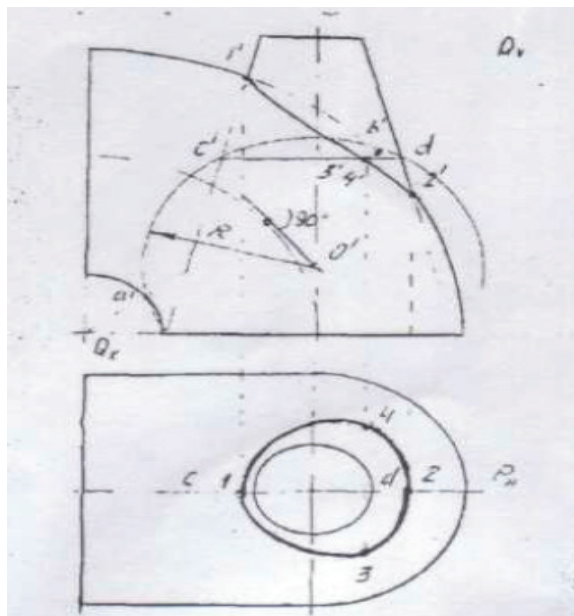


Рис. 3

были окружностями, каждый раз необходимо сдвигать центр шара на новое место.

На рисунке 3 отображен метод создания линии пересечения конуса и кольца посредством «скользящих» шаров по оси конуса. Для экономии места на чертеже отображена лишь одна четверть кольца. Точки 1,1; 2,2 лежащие на линии плоскости общей симметрии (главного меридиана) поверхностей (R) находятся непосредственно.

Для определения других промежуточных точек создание необходимо начать с проведения линии плоскости окружности, образуемой в результате пересечения кольца и шара. Окружность, образуемая в результате пересечения данной плоскости и кольца, проецируется на

плоскости V в виде отрезка прямой линии (a b). Линия пересечения (O) перпендикуляра к центру отрезка a b с осью конуса является центром вспомогательного шара, пересекающего и кольцо, и конуса по окружности с радиусом.

Окружность, образуемая в пересечения шара и конуса, проецируется на плоскости V в виде отрезка прямой линии s d. В результате a b пересекается с s d, и даёт определяемые точки 3, 4. В горизонтальной проекции данные точки проводятся посредством окружности на конусе s d.

Проводя другие плоскости, подобные плоскости Q, можно также найти несколько других центров и радиусов вспомогательных шаров.

Литература:

1. Гордон, В. О., Семенцов-Огиевский М. А. Курс начертательной геометрии. М., 2002.
2. Фролов, С. А. Начертательная геометрия. М., 1983.
3. Четверухин, Н. Ф. и др. Курс начертательной геометрии. М., 1968.
4. Четверухин, Н. Ф. и др. Начертательная геометрия. М., 1963.

О неразрушающем контроле сварных швов газгольдеров

Офрим Алексей Васильевич, эксперт;

Черепанов Кирилл Владиславович, дефектоскопист II уровня;

Хижняков Павел Валерьевич, дефектоскопист II уровня

ООО «Техническая экспертиза и диагностика» (г. Пятигорск)

Рассмотрен вопрос обобщения материалов нормативных документов, который позволит нам лучше ориентироваться в вопросах неразрушающего контроля сварных соединений газгольдеров и проводить их качественную диагностику, что значительно повысит безопасность эксплуатации газгольдеров.

Промышленными и коммунальными потребителями, газ используется в течение определенного времени (суток, месяца и года) неравномерно.

Для того, чтобы газоснабжение было стабильным, необходимо аккумулировать резервные объемы газа, которые можно подавать в газовую систему в период максимального потребления.

Для равномерной подачи газа, используют специальные сосуды большого объема — газгольдеры.

Газгольдер представляет собой резервуар для хранения легковоспламеняющихся жидкостей (ЛВЖ), сжиженных газов (СУГ, СПГ), сжатых газов, агрессивных продуктов (кислот) и игристых вин под давлением от 0,25 до 1,8 МПа при климатическом и изотермическом температурном режиме. По его величине различают газгольдеры низкого (до 4–5 кПа) и высокого (до 3 МПа) давления, по способу герметизации газового пространства — мокрые и сухие. Во-первых, герметизация осуществляется с помощью гидравлического (обычно водяного) затвора, во-вторых — любыми другими способами (например, с применением сальниковых уплотнений).

Различают газгольдеры переменного и постоянного объема.

Газгольдеры постоянного объема представляют собой цилиндрические или сферические стальные резервуары и способны хранить газ при давлении до 1,8 МПа. Чаще всего изготавливаются из высококачественной стали 09Г2С. Необходимо отметить, что сталь 09Г2С характеризуется эффективной устойчивостью к коррозии, сильным температурным перепадам, различным механическим нагрузкам. Причем толщина стенки выбрана в соответствии с прочностными расчетами и рассчитана на 12 лет эксплуатации [4]. Установка газгольдера высокого давления происходит попутно с монтажом системы газовой обвязки, которую составляют газовые трубы, редукторы, предохранительные клапаны, регуляторы давления, надежные запорные устройства и компрессор, доставляющий газ в газгольдер. Кроме того, резервуар должен быть оборудован приборами визуального контроля над давлением и системой планового или аварийного сброса газа (давления). Корпус резервуара покрывается несколькими слоями специальной краски на основе эпок-

сидной смолы. Она защищает резервуар от механических и химических повреждений. Газгольдеры оснащены анодно-катодной защитой, которая защищает данный тип резервуаров от наводящих и блуждающих подземных токов на протяжении всего срока эксплуатации конструкций.

В процессе эксплуатации, газгольдеры, подвергаются экспертизе промышленной безопасности, поскольку являются опасными техническими устройствами.

Комплексному техническому обследованию подлежат следующие элементы шарового резервуара: 1) оболочка сферического корпуса, верхнее и нижнее сферические днища; 2) сварные швы приварки лепестков оболочки друг к другу, а также к верхнему и нижнему сферическим днищам; 3) продольные сварные швы сопряжения верхнего и нижнего сферических днищ; 4) места пересечений сварных швов; 5) узлы приварки горловин люков к верхнему и нижнему сферическим днищам; 6) места приварки штуцеров, опор и других элементов; 7) конструкции опор; 8) технологическое оборудование (газоуравнительная система, дыхательные, предохранительные клапаны, задвижки, арматура трубопроводов, система заземления и молниезащиты и др.); 9) вспомогательные металлические конструкции (лестницы, площадки обслуживания, переходы и т.д.) [4].

Первоочередному полному техническому обследованию должны подвергаться шаровые резервуары: 1) выработавшие установленный проектом или предприятием-изготовителем ресурс эксплуатации; 2) не имеющие установленного ресурса и находящиеся в эксплуатации 12 лет и более; 3) не имеющие установленного ресурса и за время работы накопившие 1000 циклов нагружения и более (под циклом нагружения подразумевается колебание уровня заполнения шарового резервуара более 30%); 4) временно находившиеся под воздействием параметров, превышающих расчетные (например, при пожаре или аварии); 5) по мнению предприятия-владельца требует оценки остаточного ресурса.

Также, рекомендуется проведение полного технического обследования при страховании и для определения экономической целесообразности ремонта или реконструкции шарового резервуара.

Для проведения полного технического обследования шарового резервуара необходимо привлечь экспертную организацию в обязательном порядке, если при периодическом контроле технического состояния выявлены следующие дефекты и повреждения: 1) нарушение герметичности шарового резервуара; 2) неравномерная осадка шарового резервуара; 3) превышение допустимого объема заполнения емкости и установленного в нем давления.

Во всех вышеперечисленных случаях необходимо вывести шаровой резервуар из эксплуатации и подготовить его для полного технического обследования [4].

Неотъемлемой частью технического обследования, являются неразрушающие методы контроля: 1) акустико-эмиссионный (АЭ) контроль целостности оболочки шарового резервуара; 2) ультразвуковая дефектоскопия или

радиографический метод; 3) ультразвуковая толщинометрия оболочки шарового резервуара; 4) цветная дефектоскопия или магнитопорошковый метод;

Контроль основного металла и металла сварных швов неразрушающими методами контроля производится по результатам проведения АЭ-контроля шарового резервуара в местах с повышенной активностью выявленных источников АЭ в целях определения фактического местоположения дефектов, возникших в процессе монтажа и эксплуатации шарового резервуара.

К недопустимым дефектам основного металла и металла сварных швов относятся трещины всех видов, расслоения, непровары, прожоги, перерывы в швах, незаваренные кратеры, крупная чешуйчатость, резкие переходы от наплавленного металла к основному, чрезмерное усиление шва, неполномерность шва.

Критическое снижение прочности оболочки шарового резервуара, а также образование трещин в сварных швах могут быть обусловлены следующими факторами: 1) дефектами сварочно-монтажных работ; 2) охрупчиванием металла при низких температурах; 3) агрессивным воздействием хранимых продуктов; 4) чрезмерной концентрацией напряжений вследствие дефектов формы и размеров конструкции резервуара; 5) нарушениями правил эксплуатации.

Ультразвуковая диагностика (УЗД) сварных швов газгольдера и его элементов проводится в соответствии с ГОСТ 14782–86 [3] и обеспечивает выявление внутренних и поверхностных дефектов в сварных швах и околошовной зоне основного металла. При УЗД определяются условная протяженность, глубина и координаты расположения дефекта. Перед началом УЗД сварных соединений изготавливаются эталоны сварных соединений для настройки дефектоскопа и пьезоэлектрических преобразователей. Результаты УЗД заносятся в протокол.

При УЗД сварных соединений газгольдера и его элементов, применяют следующие способы контроля: эхо-импульсный, зеркально-теневой, эхо-теневой, эхо-зеркальный, дифракционный, дельта-метод. УЗД стыковых сварных соединений выполняют прямыми и наклонными преобразователями с использованием различных схем прозвучивания: прямым, однократно-отраженным, двукратно-отраженным, — лучами.

УЗД сварных соединений с целью выявления поперечных трещин (в том числе, в соединениях со снятым валиком шва), выполняют наклонными преобразователями с использованием следующих схем прозвучивания: 1) прозвучивание углового сварного соединения совмещенными наклонными и прямым преобразователями; 2) прозвучивание углового сварного соединения при двустороннем доступе совмещенными наклонными и прямым преобразователями или преобразователями подповерхностных (головных) волн; 3) прозвучивание стыковых сварных соединений при поиске поперечных трещин.

Сканирование сварного соединения выполняют по способу продольного или поперечного перемещения преобра-

зователя, при постоянных или изменяющихся углах ввода и разворота луча. Такие нюансы, как способ сканирования соединений, направление прозвучивания, поверхности, с которых ведется прозвучивание, — должны быть установлены с учетом технологической документации.

При УЗД сварных соединений газгольдера, применяют способы поперечно-продольного или продольно-поперечного сканирования. Рекомендуется также применять способ сканирования качающимся лучом.

Дефектоскопы, используемые для УЗД сварных соединений, должны обеспечивать регулировку усиления (ослабления) амплитуд сигналов, измерение отношения амплитуд сигналов во всем диапазоне регулировки усиления (ослабления), измерение расстояния, пройденного ультразвуковым импульсом в объекте контроля до отражающей поверхности, и координат расположения отражающей поверхности относительно точки выхода луча.

Преобразователи, используемые совместно с дефектоскопами для УЗД сварных соединений, должны обеспечивать: 1) отклонение рабочей частоты УЗ колебаний, излучаемых преобразователями, от номинального значения — не более 20% (для частот не более 1,25 МГц); 2) не более 10% (для частот свыше 1,25 МГц); 3) отклонение угла ввода луча от номинального значения — не более $\pm 2^\circ$; 4) отклонение точки выхода луча от положения соответствующей метки на преобразователе — не более ± 1 мм.

Форма и размеры преобразователя, значения стрелы наклонного преобразователя и среднего пути УЗ в призме (протекторе) должны соответствовать требованиям технологической документации. Сварное соединение готово к УЗК, при условии отсутствия в соединении наружных дефектов. Поверхность соединения, по которой перемещают преобразователь, не должна иметь вмятин и не-

ровностей, с поверхности должны быть удалены брызги металла, отслаивающиеся окалина и краска, загрязнения. При механической обработке соединения, предусмотренной технологическим процессом на изготовление сварной конструкции, шероховатость поверхности должна быть не хуже 40 мкм по ГОСТ 2789. Неразрушающий контроль околошовной зоны основного металла на отсутствие расслоений, препятствующих проведению УЗК наклонным преобразователем, выполняют в соответствии с требованиями технологической документации. Сварное соединение следует маркировать и разделять на участки так, чтобы однозначно устанавливать место расположения дефекта по длине шва.

Радиографическому контролю подвергаются сварные соединения сосуда, неохваченные ультразвуковой дефектоскопией. Радиографический метод контроля выполняется в соответствии с требованиями ГОСТ 7512–82 [2], является одним из самых достоверных и позволяет выявить микроскопические дефекты в виде трещин, непроваров, газовых и шлаковых включений с размерами не менее 0,5 мм. Результаты контроля оформляются протоколом.

Необходимо отметить, что методы: магнитной памяти металла, вакуумный (пузырьковый) метод, вихре-токовый метод и метод керосиновой пробы, являются дополнительными и рекомендательными неразрушающими методами контроля целостности оболочки шарового резервуара [4].

Таким образом, данное обобщение материалов нормативных документов, позволит нам лучше ориентироваться в вопросах неразрушающего контроля сварных соединений газгольдеров и проводить их качественную диагностику, что значительно повысит безопасность эксплуатации газгольдеров.

Литература:

1. ГОСТ Р 55614–2013 Контроль неразрушающий. Толщиномеры ультразвуковые. Общие технические требования.
2. ГОСТ 7512–82. Контроль неразрушающий. Соединения сварные. Радиографический метод (с Изменением N 1)
3. ГОСТ 14782–86 Контроль неразрушающий. Соединения сварные. Методы ультразвуковые
4. РД 03–380–00 Инструкция по обследованию шаровых резервуаров и газгольдеров для хранения сжиженных газов под давлением.

Совершенствование систем автоматизации паровых котлов: залог их надежной эксплуатации

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

Рассмотрен вопрос использования современных систем автоматизации при эксплуатации паровых котлов, с помощью которых мы контролируем все факторы технологического процесса. Это происходит через изменение основных параметров работы котлоагрегатов и своевременную сигнализацию о сбоях в котельной си-

стеме. Тем самым, мы обеспечиваем долговечное и безаварийное функционирование котельных, а также повышаем безопасность технического персонала.

Снижение количества аварийных ситуаций при эксплуатации паровых котлов, одна из главных задач, над решением которой трудятся специалисты многих предприятий. Весь опыт диагностического и эксплуатационного контроля за паровыми котлами, показывает опасность несвоевременной и некачественной диагностики технического состояния котлоагрегатов. Когда же недостаткам в контроле сопутствуют и нарушения правил эксплуатации паровых котлов, то во многих случаях, это приводит к авариям и взрывам [1].

Если перечислить главные причины аварий паровых котлов, то перед нами предстанет следующий список: снижение уровня воды, превышение нормативного давления, нарушение водного режима, дефекты, возникшие при изготовлении и ремонте.

Важно соблюдать очередность технологических операций при наступлении внештатной ситуации. Например, в случае снижения уровня воды в котле, обслуживающий персонал обязан выполнить следующие операции: 1) отключить подачу топлива, 2) отключить аэрацию топки путём выключения дымососа и вентилятора, 3) прекратить продувку, 4) остановить питание котла, перекрыв вентиль питательной линии, 5) перекрыть парозапорный вентиль котла (ГПЗ). Подпитка котла категорически запрещается. Наполнение котла водой с целью определения возможных повреждений при снижении уровня воды и охлаждения барабана котла до температуры окружающего воздуха, можно производить только по распоряжению начальника котельной. К чему же приводит несанкционированное заполнение водой парового котла при его аварийномпуске? Если уровень воды снизился ниже предельно допустимого, прекращается охлаждение экранных труб изнутри и температура их нагрева значительно возрастает. Если при этом, в систему котлоагрегата пустить воду, то она мгновенно перейдет в пар, вызвав резкий скачок давления, что и приведет к взрыву. Некоторые случаи взрыва паровых котлов представлены следующим печальным списком.

Так, 7 февраля 2015 года в Республике Казахстан, в селе Акмол Целиноградского района в отдельно стоящем здании — котельной произошел взрыв котла. В результате произошло обрушение и возгорание стен.

15 февраля 2015 года в Республике Беларусь, в Логойском районе на территории ГУО «Октябрьская СШ» взорвался паровой котел, в результате чего погиб 24-летний местный житель.

20 сентября 2015 года в 21 час 10 минут в котельной ОАО «Теплосервис» (г. Кореновск, Краснодарский край), осуществляющей теплоснабжение Центральной районной больницы, муниципального образования Кореновский район Краснодарского края, произошло разрушение котла КСВа — 2,5Гс и частичное обрушение стен и кровли котельной.

1 октября 2015 года в якутском поселке Батагай Верхоянского района на производственной базе по производству пенополистирола произошел взрыв парового котла, в результате которого погибли три человека

11 ноября 2015 года в городе Кисловодске произошел взрыв газового котла в котельной № 4 на улице Островского.

Статистика показывает, что взрывы происходят с нарастающей частотой. Как же предотвратить внештатные ситуации? В первую очередь необходимо совершенствовать систему автоматики и защиты паровых и водогрейных котлов.

Автоматика котлов должна соответствовать следующим требованиям: 1) наличие достаточного количества блоков контроля герметичности газовых клапанов БКГ; 2) полная автоматизация розжига растопочной группы горелок котлов; 3) установка более совершенных систем автоматики должна быть привязана к существующим частотным приводам, управляющих дымососами и дутьевыми вентиляторами; 4) простота управления [3].

Например, основное управление системой котлоагрегата рекомендуем организовать с применением оборудования компании ОВЕН. Анализируя производственный опыт, можно сказать, что внедрение программируемого логического контроллера ПЛК100, компании ОВЕН, позволяет реализовать следующие задачи автоматизации паровых котлов (например, для котлов ПТВМ-30): 1) автоматическое сопровождение всего процесса розжига котла в строгой последовательности (запуск вентиляция топки, запуск программы контроля герметичности газовых клапанов, запуск продувки газопровода, проверка защиты, розжиг запальника и первой горелки растопочной группы по сигналу оператора, розжиг запальника и второй горелки растопочной группы по сигналу оператора, розжиг последующих горелок, прогрев котла, работа котла); 2) последовательное подключение необходимых элементов защиты; 3) мониторинг надежности автоматики безопасности; 4) фиксирование в памяти ЭВМ первопричины аварии котла; 5) мониторинг исправности регуляторов, модулей ввода/вывода и программируемого логического контроллера ПЛК, с помощью которого управляется котел; 6) контроль за количеством включенных горелок; 7) работа электронного самописца, для контроля заданных параметров котла на ПК оператора.

Если рассматривать проблему автоматизации парового котла типа ДКВР 10/13, то для решения задач автоматизации необходимо использовать сертифицированные отечественные средства автоматизации, которые выполнены на базе контроллера Текон УС ТКМ410 фирмы «ТЕКОН». Системное программное обеспечение предоставляется заводом изготовителем комплектно

с контроллером. Предоставление текущей, а также заархивированной информации выполняется на панели оператора V04 фирмы «ТЕКОН». Все средства автоматизации размещаются на автоматизированном месте оператора (АРМ) в виде щита ШУК (шкаф управления котлом). Для сбора информации в микропроцессорную систему используются отечественные датчики со стандартными дискретными и аналоговыми выходными сигналами. Датчики подобраны из соображений экономичности, точности и надежности, и размещаются на общем стативе для удобства эксплуатации. Местный контроль параметров газа, разрежения, воздуха и уровня ведется приборами, установленными на фронте котла.

Автоматизацию безопасности процессов паровых котлов типа ДЕ (ДЕ-4–14ГМ, ДЕ-10–24ГМ, ДЕ-6.5–14ГМ, ДЕ-10–14ГМ, ДЕ-16–14ГМ, ДЕ-16–24ГМ, ДЕ-25–14ГМ, ДЕ-25–24ГМ), которые предназначены для выработки насыщенного и перегретого пара, рекомендуем построить на базе микропроцессорного устройства (контроллера) АГАВА 6432.

Контроллер АГАВА 6432 при работе на газовом или жидком топливе в соответствии с руководством по эксплуатации на котел, федеральными нормами и правилами в области промышленной безопасности, техническими регламентами РФ и ТС в области безопасности, обеспечивает: 1) автоматическую проверку герметичности газовых клапанов, 2) автоматический розжиг горелки котла на газе, 3) полуавтоматический или ручной розжиг горелки на жидком топливе, 4) послеаварийную вентиляцию топки не менее 10 минут.

Защитное отключение горелки наступает при фиксации одного из событий: 1) повышении/понижении давления газа перед горелкой; 2) понижении давления жидкого топлива перед горелкой; 3) понижении давления воздуха перед горелкой; 4) понижении разрежения в топке; 5) повышении уровня в барабане котла выше верхнего аварийного; 6) понижении уровня в барабане котла ниже нижнего аварийного; 7) повышении давления пара в барабане котла; 8) погасании факела горелки или запальника; 9) отключении дымососа; 10) отключении дутьевого вентилятора; 11) прекращения подачи электроэнергии или исчезновения напряжения на устройствах дистанционного и автоматического управления и средствах измерения.

Кроме реализации всех обязательных защит автоматика, на базе микропроцессорного устройства (контроллера) АГАВА 6432, выполняет: 1) автоматическое плавное регулирование мощности котла по давлению пара в барабане котла или давлению газа на котел; 2) автоматическое плавное регулирование соотношения топливо/воздух путем управления исполнительными механизмом направляющего аппарата вентилятора или частотно-регулируемым приводом двигателя вентилятора; 3) автоматическое плавное регулирование разрежения в топке котла путем управления исполнительными механизмами направляющего аппарата дымососа или ча-

стотно-регулируемым приводом двигателя дымососа; 4) автоматическое плавное регулирование уровня воды в барабане котла путем управления исполнительным механизмом регулирующего клапана на подаче воды в котел; 5) коррекцию таблицы соотношения топливо/воздух по содержанию кислорода в отходящих газах или по температуре воздуха поступающего на горелку; 6) управление и защиту котла при работе на резервном жидком топливе.

Для регистрации событий и основных технологических параметров котла в контроллере реализован электронный регистратор.

Систему автоматизации водогрейного котла типа КВГМ, целесообразно строить на базе контроллера КР-300ИШ с «верхним уровнем» управления.

При этом, система автоматизации использует для отображения и управления персональный компьютер и SCA-DA-систему TRACE MODE 5,0.

Рассмотрим основные элементы комплекта автоматизации на базе контроллера КР-300ИШ, позволяющие эффективно управлять котлом типа КВГМ. Ими являются:

1) *щит программного управления ШУК*, в котором установлены:

– контроллер многофункциональный микропроцессорный КР-300ИШ КГЖТ. 421457.001 в составе:

а) блок контроллера БК-Ш-1–1-XXX-20–1,5–1 с клеммно-блочными соединителями КБС-72Ш;

б) блок БУСО-Ш-XXXX-0–1,5 с клеммно-блочными соединителями КБС-96Ш-1,5;

в) блоки питания контроллера БП-Ш-1–9 и БП-4М;

– измерители температуры и давления 2ТРМ1;

2) *щит исполнительных устройств*, в котором установлены:

– автоматические выключатели, коммутационная и защитная аппаратура;

– пускатели бесконтактные реверсивные ПБР-2М;

– блоки питания Карат-22, БП-10, БУС-30;

3) *программное обеспечение «LEONA»;*

4) *программное обеспечение «TRACE MODE»;*

5) *преобразователи давления* с электрическим выходом типа Метран-100, ТСМ-0193, ТСП-0193 и исполнительные механизмы типа МЭОФ-100/25–0,25у-99;

6) *запально-защитное устройство* ЗЗУ-4;

7) *отборные устройства* импульсов давления воздуха, разрежения в топке, давления воды, а также электромагнитные расходомеры для измерения расхода воды от котла.

Таким образом, используя современные системы автоматизации при эксплуатации паровых котлов, мы контролируем все факторы технологического процесса. Это происходит через измерение основных параметров работы котлоагрегатов и своевременную сигнализацию о сбоях в котельной системе. Тем самым, мы обеспечиваем долговечное и безаварийное функционирование котельных, а также повышаем безопасность технического персонала.

Литература:

1. Федеральные нормы и правила в области промышленной безопасности «Правила промышленной безопасности опасных производственных объектов, на которых используется оборудование, работающее под избыточным давлением» (приказ Ростехнадзора № 116 от 25.03.2014 г.).
2. СП 62.13330.2011* Газораспределительные системы. Актуализированная редакция СНиП 42–01–2002 (с Изменением N 1)
3. СП 89.13330.2012 Котельные установки. Актуализированная редакция СНиП II-35–76. СП (Свод правил) от 30 июня 2012 года № 89.13330.2012
4. ГОСТ Р 54961–2012 Системы газораспределительные. Сети газопотребления. Общие требования к эксплуатации. Эксплуатационная документация. ГОСТ Р от 22 августа 2012 года № 54961–2012
5. ГОСТ 21204–97 Горелки газовые промышленные. Общие технические требования (с Изменениями N 1, 2). ГОСТ от 25 апреля 1997 года № 21204–97

Обзор методов дефектоскопии при обследовании трубопроводов

Петинов Сергей Владимирович, доктор технических наук, профессор;

Сидоренко Валентина Геннадьевна, студент

Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого

В статье рассмотрены современные методы неразрушающего контроля при обследовании участков трубопроводов и соединительных деталей, находящихся в эксплуатации. Описаны области применения приборов, которые используются для контроля, их принципы работы. Анализируются их достоинства и ограничения области применения. Определены оптимальные методы выявления дефектов, намечены критерии улучшения работы приборов.

Ключевые слова: контроль труб, дефектоскопы, обследование труб, неразрушающий контроль, наружные сканеры.

В условиях эксплуатации на протяжении длительного времени трубопроводы подвергаются различным внешним и внутренним воздействиям, в результате чего происходит деградация материала, коррозионные повреждения, возникают и развиваются трещины усталости на поверхностях труб и другие виды дефектов. Несмотря на то, что проектирование трубопроводов по современным кодам и технология изготовления и монтажа должны обеспечить реализацию назначенного ресурса, исключить возможность возникновения таких дефектов не удается. Чтобы избежать серьезных последствий подрастания дефектов, проводят различные обследования, применяя методы неразрушающего контроля. Неразрушающий контроль — контроль надежности основных рабочих свойств и параметров объекта, не требующий выведения объекта из эксплуатации, либо его демонтажа [1].

Современные методы и средства неразрушающего контроля [17], используемые для диагностики трубопроводов, получили широкое развитие и распространение. Наибольшее применение получили такие методы, как магнитные (магнитной анизотропии, магнитной памяти металла, магнитной проницаемости), акустические (импульсные ультразвуковые, волн Лэмба, фазовые, акустической эмиссии), электрические и оптические (визуальные — эндоскопические, лазерные, голографические).

Такие методы применяются для выявления различных дефектов: нарушения герметичности, контроля напряженного состояния, контроля качества и состояния сварных соединений, контроля протечек и других параметров, ответственных за эксплуатационную надежность трубопроводов. При этом программы, методы и средства контроля трубопроводов различного назначения (теплопроводов, газопроводов, нефтепроводов, продуктопроводов, водопроводов) незначительно отличается друг от друга [5].

Актуальность данной темы объясняется тем, что в наше время имеется значительное число трубопроводов в эксплуатации и процессе производства; повреждения и разрушение компонентов которых может приводить к серьезным экономическим потерям и пагубным воздействиям на природу [19]. Существенно, что трубопроводы включают много соединительных деталей, как металлических, так и неметаллических, имеющих сложные геометрические формы (узлы), доступ к некоторым частям которых может быть ограничен. В таких случаях методы и технические средства неразрушающего контроля являются оптимальным и максимально удобным решением для проведения обследования определенных районов трубопроводов, без выведения объекта из эксплуатации, а также обследования труднодоступных участков для выявления дефектов.

Дефектоскопия как средство выявления признаков деградации материала трубопроводов и предупреждения аварийных ситуаций [18] естественно находится в поле внимания инженерного и научного сообщества. Постоянно развиваются методы определения размеров, ориентации дефектов, совершенствуется оборудование, проводятся исследования и испытания на выявление характеристик моделей дефектоскопов, а также проводится анализа для последующего улучшения работы средств дефектоскопии.

Вопросам дефектоскопии материалов и конструкций уделяется все большее внимание как у нас в стране, так и за рубежом, о чем свидетельствует непрерывный рост числа учебных центров, задачей которых является подготовка и квалификация специалистов для работы в области разработки методов дефектоскопии и их применения [5].

В связи с актуальностью темы неразрушающего контроля растет число публикаций, в которых исследуются взаимодействия дефектоскопов с трубопроводами. Результат диагностики подобных исследований трубопроводов показал, что нормативная база и приборная часть требуют дальнейшего совершенствования с учетом особенностей системы трубопроводов [2, 3].

Необходимость поддержания трубопроводов в хорошем состоянии заставляет искать новые эффективные методы контроля труб с целью выявления дефектов и трещин, а также коррозии на их поверхности. Появление современных автоматизированных роботов в разных сферах промышленности привело к разработке робота в области дефектоскопии, который позволит уменьшить время диагностирования различных типов трубопроводов, а также сократить затраты на контроль состояния трубопроводов [4].

История самого старого метода контроля показывает наглядный переход от сложного процесса реализации контроля, зависящего от человеческого фактора, к автоматизированным и экологически чистым методам в настоящее время [6].

В настоящее время обследования методами неразрушающего контроля следует производить в соответствии с [13–15], что позволит существенно повысить показатель надежности при эксплуатации [9].

Зарубежные источники, в частности [20–22], рассматривают возможности применения методов неразрушающего контроля для повышения уровня точности результатов.

Особенности критериев по выбору дефектоскопа

Принципы работы дефектоскопов различны, но при этом существует ряд параметров, по которым можно объективно дать оценку оборудованию по проведению диагностики методом неразрушающего контроля [10].

При выборе дефектоскопа следует учитывать:

1. Разрешение дефектоскопа. Точность определения размеров (расположения) дефекта.

2. Скорость диагностики. Как правило, чем быстрее идёт диагностика, тем ниже точность определения дефекта.

3. Способ крепления прибора.

4. Уровень защиты прибора от внешних воздействий. К внешним воздействиям можно отнести влагу, давление, осадки и др.

5. Температурный режим. Проводя сканирование при критических температурах, прибор может показывать не точные измерения или выйти из строя.

Анализ методов дефектоскопии трубопроводов

Сканеры дефектоскопы [23] используют для обследования трубопроводов. Дефектоскоп — прибор для нахождения дефектов в объектах из различных металлических и неметаллических материалов методом неразрушающего контроля. К дефектам относятся появление коррозии, развитие трещин, нарушение целостности структуры и др.

В данном обзоре рассмотрим следующие дефектоскопы:

- Вихретоковые
- Ультразвуковые
- Магнитно-порошковые
- Капиллярные

Вихретоковые дефектоскопы.

В основе метода вихретоковой дефектоскопии лежит измерение вихревых токов, возникающих возле подповерхностных дефектов в магнитном поле. При возникновении таких токов на исследуемом участке фиксируются показания электромагнитного поля вихревых токов, образующихся при нахождении дефекта. В результате обработки параметров, имеющих отклонения, можно получить информацию о внутренних дефектах (рисунок 1) [8].

Достоинства:

- Метод позволяет быстро провести диагностику
- Результаты контроля с минимальной погрешностью
- Сравнительно невысокая стоимость
- Высокая чувствительность

Недостатки:

- Глубина исследования до 2мм
- Контроль может осуществляться на определённых материалах объекта
- Надежность оборудования среднее

Ультразвуковой дефектоскоп

В ультразвуковых дефектоскопах используются эхо-метод и теневой методы контроля. Эхо-метод основан на подаче импульсов и измерении эхо-сигналов (рисунок 2). Принцип действия заключается в отправке ультразвукового сигнала в виде импульса от дефектоскопа к объекту исследования, при этом фиксируется интервал времени прихода эхосигналов, отраженных от дефектов. Метод позволяет обнаруживать поверхностные и глубинные дефекты с различной ориентировкой [7].

При теневом методе используют отражатели, установленные напротив друг друга (источник (А) и приемник

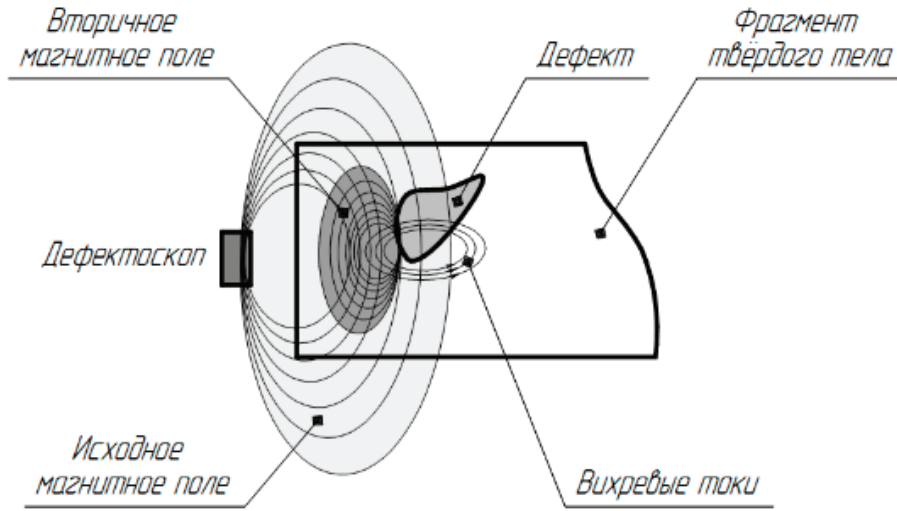


Рис. 1. Принцип работы вихретокового дефектоскопа

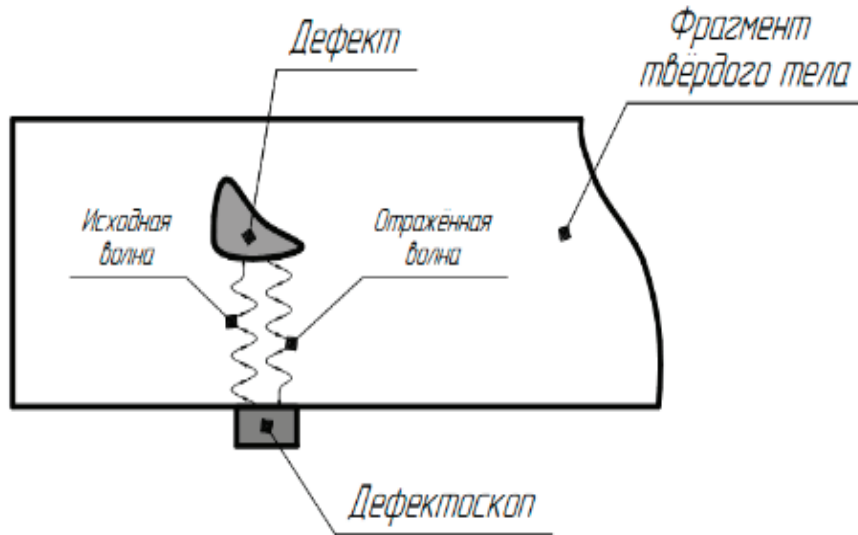


Рис. 2. Обнаружение скрытого дефекта с помощью ультразвукового дефектоскопа (эхо-метод)

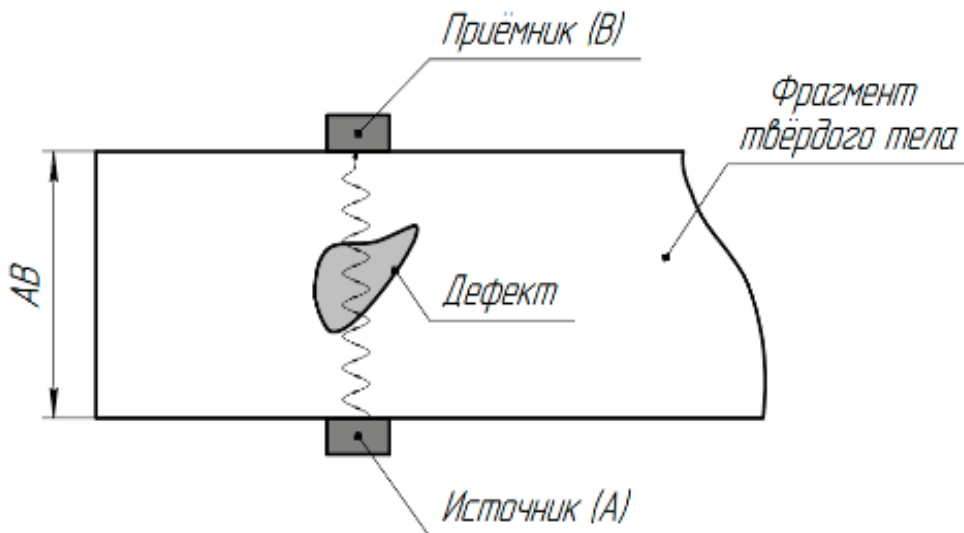


Рис. 3. Обнаружение скрытого дефекта с помощью ультразвукового дефектоскопа

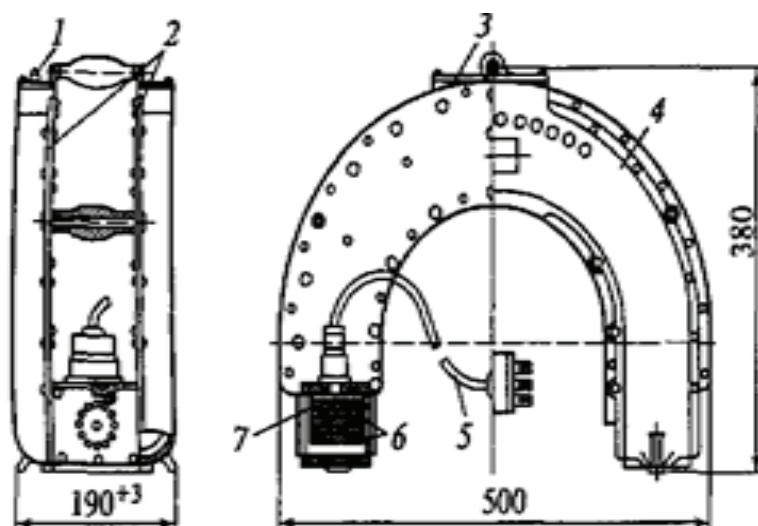


Рис. 4. Магнитно-порошковый дефектоскоп: 1 — выключатель, 2 — сердечник, 3 — клеммовый щиток, 4 — корпус, 5 — трехжильный кабель, 6, 7 — намагничивающая и дополнительная катушки

(В)). Если известно расстояние от А до В и измерено время прохождения волн от А к В, то в результате расчетов можно получить распределение скорости распространения волны на определенном участке объекта исследования (рисунок 3). Таким образом можно обследовать участки на наличие дефектов [12].

Достоинства:

- Контроль может осуществляться практически из любых материалов

- Широкая распространённость метода

Недостатки:

- Высокие требования к состоянию поверхности исследуемого тела (тип, габариты, форма)

- Стоимость сравнительно высокая

- Время контроля от среднего до длительного

- Надежность оборудования среднее

Магнитно-порошковая дефектоскопия

Метод основан на выявлении рассеяния магнитного поля над дефектами (рисунок 4). Этот метод является самым наглядным, т.к. принцип обследования заключается в нанесении магнитного порошка на исследуемый участок, в результате чего при действии магнитного поля частицы намагничиваются и соединяются. Визуально можно наблюдать скопления порошка в зонах трещин. Данный метод позволяет контролировать различные по форме детали, сварные швы, внутренние поверхности отверстий [11].

Достоинства:

- Эффективное и быстрое нахождение поверхностных дефектов

- Визуально наглядные результаты

- Низкая стоимость

- Высокая надежность оборудования

Недостатки:

- Трудности, возникающие при размагничивании больших деталей

- Недоступность контроля в стыках или узлах, не прибегая к разборке

- Невозможность контроля деталей из пластмассы, цветных металлов и некоторых видов сталей.

- Ограниченная глубина

Капиллярный дефектоскоп

Метод капиллярной дефектоскопии [24] позволяет обнаруживать невооружённым глазом тонкие поверхностные трещины и несплошности материала. Полости поверхностных трещин заполняют специальными индикаторными веществами (пенетрантами), проникающими в них под действием сил капиллярности. На очищенную от избытка пенетранта поверхность наносят тонкий порошок белого проявителя (окись магния, тальк и т.п.), обладающего сорбционными свойствами, за счёт чего частицы пенетранта извлекаются из полости трещины на поверхность, обрисовывают контуры трещины и ярко светятся в ультрафиолетовых лучах.

Достоинства:

- Высокая надежность оборудования

- Время контроля среднее

Недостатки:

- Нахождение исключительно дефектов, выходящих на поверхность

Результаты обзора

Резюмируя достоинства, недостатки и принципы действия различных методов [16], можно сделать следующие выводы:

- Эффективность выявления коррозионных повреждений (наружных и внутренних) с помощью ультразву-

ковых дефектоскопов может быть повышена в результате дополнительной обработки результатов дефектоскопии.

— Для обследования трубопроводов оптимальными по своим характеристикам и широкому распространению являются ультразвуковые и вихретоковые дефектоскопы.

— С внедрением новых моделей дефектоскопов производительность увеличивается, но требуются квалифицированные и подготовленные специалисты для работы с более современной техникой.

— Требования в нормативных документов к капиллярному контролю принципиальных различий не имеет, важна чувствительность.

— Особое внимание стоит уделять материалу исследуемой поверхности, т.к. от этого зависит точность диагностики и минимальная погрешность.

— Адаптация средств вихретокового контроля к электромагнитным свойствам поверхности может значительно

увеличить достоверность контроля и уменьшить присутствие человеческого фактора.

Заключение

В результате проведенного обзора видно, что необходимо проводить дальнейшие исследования для усовершенствования оборудования. Также новые разработки могут существенно повысить надежность диагностики и выявлять проблему контроля состояния труб в отрасли международного уровня.

Своевременное и достоверное определение размеров и конфигурации дефектов исключительно важно для оценок остаточного ресурса компонентов трубопроводов, для планирования и выбора технологии восстановления поврежденных участков, для назначения сроков проведения инспекций.

Литература:

1. Афанасьев, В. Б., Чернова Н. В. Современные методы неразрушающего контроля // Успехи современного естествознания. — 2011. — № 7 — с. 73–74
2. Шмаков, В. А., Смирнов Ю. Н., Гиззатуллин Р. Р. Планирование ремонта магистральных трубопроводов по результатам внутритрубной диагностики // Роль науки в развитии топливно-энергетического комплекса. Матер. научн. — практ. конф. 24 октября 2007 г. — Уфа, 2007. — с. 90–92.
3. Зубаилов, Г. И., Гумеров К. М., Гиззатуллин Р. Р. Ударная вязкость металла и прочность трубопровода // Проблемы и методы обеспечения надежности и безопасности систем транспорта. Матер. научн. — практ. конф. 22 мая 2007 г. — Уфа, 2007. — с. 169–171.
4. Поезжаева, Е. В. Разработка робота для контроля трубопроводов / Е. В. Поезжаева, А. Г. Федотов, П. В. Заглядов // Молодой ученый. — 2015. — № 16. — с. 218–222.
5. Потапов, И. А. Акустические методы и средства неразрушающего контроля и дистанционной диагностики трубопроводов [Текст]: автореф. дис. канд. техн. наук 05.02.11/ Потапов Иван Анатольевич. — Санкт-Петербург, 2007. — с. 26–30.
6. Сайфутдинов, С. М. Капиллярный контроль: история и современное состояние. М., 2008.
7. Жумаев, К. К. Выявление внутренних и наружных дефектов трубопроводов ультразвуковыми дефектоскопами [Текст] / К. К. Жумаев, Н. О. Каландаров // Молодой ученый. — 2014. — № 16. — с. 67–68.
8. Зацепин, Н. Н. Исследование магнитного поля вихревых токов над поверхностными дефектами. Дефектоскопия, 1969, № 4, с. 104–112.
9. Р Газпром 2–2.3–620–2011. Методика расчета показателей надежности при эксплуатации объектов линейной части. М., 2011.
10. Чистяков, В. В., Молотков С. Л. Сравнительный анализ технических возможностей ультразвуковых дефектоскопов общего назначения. В мире неразрушающего контроля. 2002 № 2 с. 40–44.
11. Григорьев, П. А., Фридман Л. А., Халилеев П. А. Намагничивающая система дефектоскопа для контроля труб подземных магистральных трубопроводов. — Дефектоскопия. 1976, № 4, с. 7–17.
12. Гурвич, А. К., Ермолов И. Н. Ультразвуковой контроль сварных швов. — Киев: Техшка, — 1972.
13. СНиП III-18–75. Металлические конструкции. М., 1976.
14. ГОСТ 23118–99. Конструкции стальные строительные. Общие технические условия. М., 2001.
15. Пособие по методам контроля качества сварных соединений металлических конструкций и трубопроводов, выполняемых в строительстве (к СНиП III-18–75)/ЦНИИПроектстальконструкция им. Мельникова. — М.: Стройиздат, 1988.
16. ГОСТ 18353–79. Контроль неразрушающий. Классификация видов и методов. М., 2004.
17. Ключев, В. В. Неразрушающий контроль и диагностика. Справочник. — 2003. — с. 10–15.
18. Щербинский, В. Г. Методы дефектоскопии сварных соединений. — 1987. — с. 57–64
19. Дмитриева В. Д., Мишукова Б. Г. Эксплуатация систем водоснабжения, канализации и газоснабжения. — 1988. — с. 124
20. Kline, R. A., Hsiao C. P., Fidaali M. A. Nondestructive evolution of adhesively bonded joints // Trans. ASME: J. Eng. Mater and Technol. 1986. — 108. — N 3. s. 214–217.

21. Pollock, A. A. Nondestructive Testing. 1969, — 9. — s. 178.
22. Defect Detection in Stainless Steel Uranus 45 FiG-Welded Joints // Materials Evaluation. 1987, —45, N 3, s. 348—352.
23. Васильев, Н. Н., Исаакян Н. О., Смолянский В. А. Дефектоскоп // Технический Железнодорожный словарь. М., Государственное транспортное железнодорожное издательство.1951.
24. Филинов, М. В. Капиллярный контроль. — М.: Машиностроение. —2004. с. 736.

Роботы трансформируют медицинскую практику без вмешательства врачей

Поезжаева Елена Вячеславовна, кандидат технических наук, профессор;

Закиров Евгений Аликович, студент;

Малёв Максим Валерьевич, студент

Пермский национальный исследовательский политехнический университет

В настоящее время медицинская робототехника развивается с феноменальной скоростью, всего через десятилетие врачам не придется надрезать тело пациента, на замену этому придет робот, имитирующий червяка.

Ключевые слова: робот, хирургия, роботизированная операция.

Robots are transforming the practice of medicine without the intervention of doctors

Poezhaeva Elena Vyacheslavovna, Evgeniy Zakirov Alikovich, Maxim Malev Valerievich

Currently, medical robotics is developing with phenomenal speed, just over a decade, doctors do not have to incise the patient's body, the replacement of this will come to a robot imitating a worm.

Keywords: Robot, surgery, robotic surgery.

Для проведения сложных операций на внутренних органах врачам-хирургам придет на помощь робот, имитирующий ползучего насекомого — червяка. Данный робот будут перемещаться в теле пациента и пока только исполнять менее ответственные операции, например, фотографировать труднодоступные места человеческого организма. Робот червяк будет состоять из нескольких модулей, проглоченных пациентом, которые будут состыковываться внутри организма, а после проведения всех необходимых операций распадутся и выводиться через естественные отверстия.

Каждый модуль, из которых состоит «червяк» будет иметь свою специализацию: один вести съемку, другой обеспечить питание, третий сбор анализов и т.д. Гибкость соединений позволит всей системе безболезненно двигаться сквозь кишечник, действуя в том месте, которое интересует врачей. Для организации гибкой и управляемой связи между капсулами «сегментного» робота можно использовать модули, которые также проходят через специальную модель желудка.

Таким образом для точного перемещения в организме человека, рассматривается манипулятор с перемещением в цилиндрической системе координат (Рис. 2). Поскольку перемещения по вертикальной оси мало влияют на динамику степени подвижности, в дальнейшем рассматриваются движения только в двух степенях свободы. Упругие элементы модулей передачи каждой степени подвижности представлены в виде линейной и вращательной пар с жесткостями соответственно K_1 и K_2 . Объект манипулирования представлен точечной массой M_L . Степени подвижности приводятся в движение с помощью электродвигателей, передающих силу и вращающий момент звеньям манипулятора через упругий модуль передачи.

На всех степенях подвижности необходимо установить электроприводы от высокомоментных электрических двигателей DD-типа с непосредственной безредукторной передачей. Таким образом, полная модель рассматриваемой плоской механической системы имеет четыре степени свободы и может быть представлена в виде

$$J_{m1} \ddot{\theta}_{m1} + \frac{K_1}{N_1^2} (\theta_{m1} - N_1 q_1) = T_{m1} - B_{m1} \dot{\theta}_{m1}, \quad (1)$$

$$J_{A1} \ddot{q}_1 - [M_A q_1 + M_L (q_1 + a)] (\dot{q}_2)^2 + K_1 \left(q_1 - \frac{1}{N_1} \theta_{m1} \right) = 0 \quad (2)$$



Рис. 1. Робот-червяк

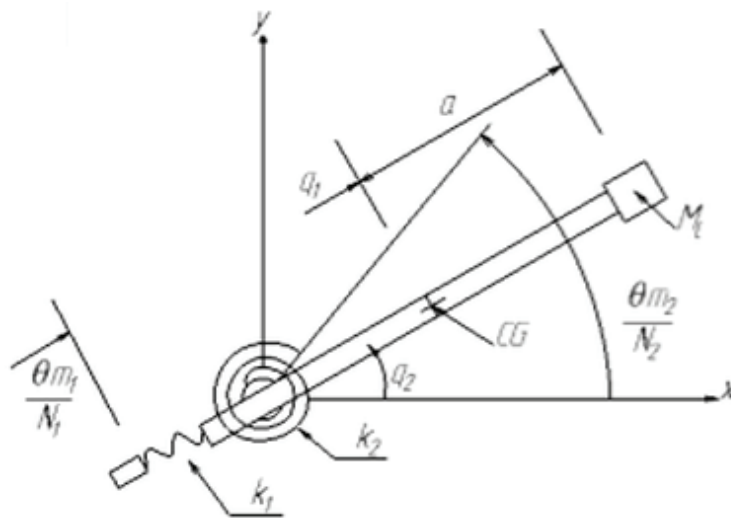


Рис. 2

$$J_{m2} \ddot{\theta}_{m2} + \frac{K_2}{N_2^2} (\theta_{m2} - N_2 q_2) = T_{m2} - B_{m2} \dot{\theta}_{m2}, \tag{3}$$

$$J_{A2} \ddot{q}_2 + 2[M_A q_1 + M_L (q_1 + a)] \dot{q}_1 \dot{q}_2 + K_2 \left(q_2 - \frac{1}{N_2} \theta_{m2} \right) = 0, \tag{4}$$

где

$$J_{A1} = M_A + M_L,$$

$$J_{A2} = J_1 + J_2 + M_A q_1^2 + M_L (q_1 + a)^2.$$

θ_{m1}, θ_{m2} — положения валов двигателей; q_1, q_2 — положения степеней подвижности на выходе модулей передачи; N_1, N_2 — передаточные отношения модулей передачи; T_{m1}, T_{m2} — развиваемые двигателем моменты; B_{m1}, B_{m2} — константы вязкого трения двигателей; J_{m1}, J_{m2} — моменты инерции роторов двигателей; M_A — масса звена; a — расстояние от центра тяжести звена до объекта манипулирования. Вводя в рассмотрение вектор $\tilde{q} = (\theta_{m1}, \theta_{m2}, q_1, q_2)^T$ можно уравнения (1–4) представить в комплексной форме

$$J(\ddot{q})\ddot{q} + h(\dot{q}, \ddot{q}) + e(\ddot{q}) = P\tau, \tag{5}$$

где $h(\dot{q}, \ddot{q})$ включает в себя нелинейные взаимосвязанные члены, представляющие кориолисовы и центробежные силы, а также силы тяжести и вязкого трения; член $e(\ddot{q})$ представляет упругие силы в сочленениях.

Действуя внутри тела при помощи робота-червяка, хирурги могут избежать наружных надрезов, что позволяет снизить боль до минимума и сократить период восстановления пациента.

Литература:

1. Поезжаева, Е. В. Промышленные роботы: учебное пособие в 3 ч. — М.; УМО АМ МВТУ им. Баумана; изд-во ПГТУ, 2009.
2. <http://trendclub.ru/883>

Наноробот с динамической обратной связью

Поезжаева Елена Вячеславовна, кандидат технических наук, профессор;

Закиров Евгений Аликович, студент;

Малёв Максим Валерьевич, студент

Пермский национальный исследовательский политехнический университет

В современном мире важным вопросом выступает эффективное, безболезненное лечение. Самым главным является вылечить пациента как можно быстрее. Поэтому создан наноробот, который способен доставлять лекарство прямо к источнику заболевания.

Ключевые слова: наноробот, манипулятор, динамическая система, биосовместимость.

In today's world an important issue appears effective, painless treatment. The most important thing is to cure the patient as quickly as possible. Therefore nanorobot created, which is capable of delivering the drug directly to the source of the disease.

Keywords: nano robot manipulator, dynamic system, biocompatibility.

На сегодняшний день роботы стали очень важным элементом в жизни людей, особенно в медицине. Создание медицинских нанороботов — важное направление в робототехнике. Успехи в этой области были достигнуты сравнительно недавно.

Рассмотрим медицинский наноробот, размером с шарик от авторучки (рис.1.), который способен перемещаться во всех направлениях. Робот способен передвигаться не только по крупным артериям, но и по узким кровеносным сосудам. Это позволяет проводить сложные виды лечения без хирургического вмешательства. Наноробот будет вводиться иглой в определенную часть тела. Робот полезен при лечении онкологических заболеваний, доставляет лекарство прямо к злокачественному образованию.

Робот изготавливается из алмазоида или сапфириода. Это обеспечивает биосовместимость человека и наномашины. Оборудованием робота являются телескопические захваты и жгутики, которые могут складываться в корпус робота для лучшего передвижения в кровеносном русле.

В нашем случае используется метод декомпозиции динамических систем антропоморфных манипуляторов с помощью статической обратной связи по состоянию системы. Этот метод хорошо себя проявляет в приме-

нении к манипуляционным роботам с жесткими соединениями.

Можно осуществить декомпозицию динамической системы манипулятора с помощью эластичных соединений, или воспользоваться методом согласования нелинейных моделей. Построение на основании этого метода управления, решающее задачу декомпозиции, является динамической обратной связью по состоянию системы.

Манипулятор можно рассматривать как структуру последовательно соединенных между собой твердых тел (звеньев) и сочленений между ними. Если передаточные механизмы, связывающие двигатели со звеньями, обладают упругостью, то модель робота включает в себя несколько твердых тел, из которых некоторые могут быть управляемы. Движение такой модели может быть описано системой уравнений второго порядка

$$q = B(q)^{-1} [m(t) - e(q) - c(q, \dot{q})], \tag{1}$$

где q — вектор обобщенных координат, $B(q)$ — матрица инерционности размера, $c(q, \dot{q})$ — центробежные и кориолисовы силы, $m(t)$ — вектор обобщенных управляющих сил, у которого четные элементы равны нулю.

В случае эластичных сочленений вектор $f(x)$ и матрица $g(x)$ имеют вид

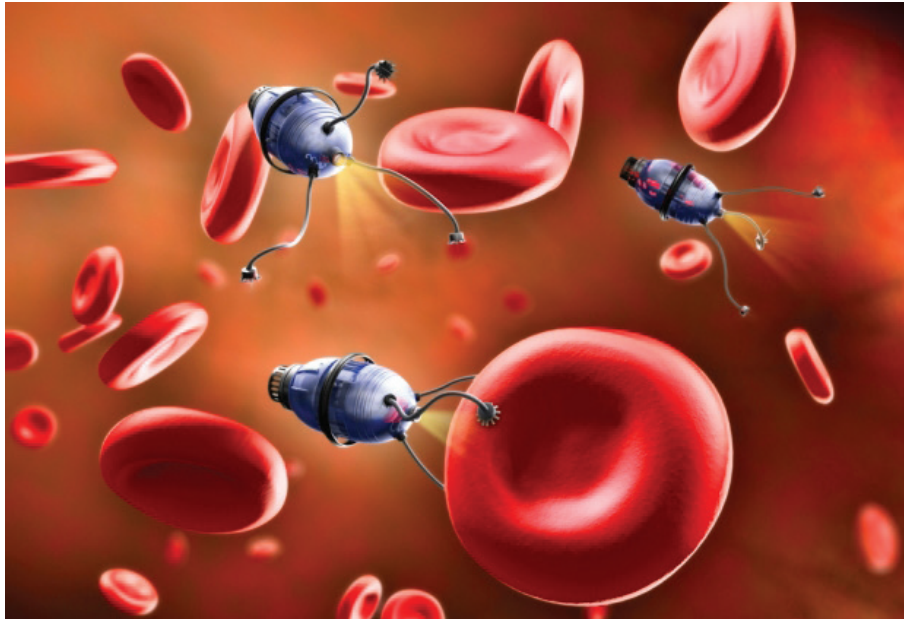


Рис.1. Наноробот

$$\begin{aligned} \dot{f}(x) &= -B(X_P)[c(X_P, X_V) + e(X_P)] \\ g(x) &= B(X_P) \text{diag} \left\{ \begin{matrix} 0 \\ 1 \\ 0 \end{matrix} \right\} \end{aligned} \quad (2)$$

Выход в системе для рассматриваемой модели манипулятора может быть определен как вектор перемещений звеньев. Входной сигнал состоит из нулевых элементов вектора.

Для эластичных роботов решить задачу декомпозиции можно с помощью управления, использующую динамическую обратную связь которая определяется равенствами

$$\begin{aligned} \dot{\epsilon} &= a(x, \epsilon) + b(x, \epsilon)v \\ u &= c(x, \epsilon) + d(x, \epsilon)v \end{aligned} \quad (3)$$

где ϵ -компонентный вектор состояний, v — компонентный вектор, представляющий собой вектор нового входной сигнала.

Построение искомого динамического управления проводится по образцу, приведенному в доказательстве теоремы с учетом особенностей рассматриваемой системы

манипулятора. Результирующая системы управления представляет собой динамическую систему в форме с входными сигналами v_1, v_2 , выходными сигналами u_1, u_2 и четырехкомпонентным вектором состояния $\epsilon = (\epsilon_1, \epsilon_2, \epsilon_3, \epsilon_4)$. Она имеет вид

$$\begin{aligned} \dot{\epsilon}_1 &= \epsilon_2 \\ \dot{\epsilon}_2 &= \epsilon_3 \\ \dot{\epsilon}_3 &= \epsilon_4 \\ \dot{\epsilon}_4 &= v_1 \\ u_1 &= \bar{\alpha}_1(x, \epsilon) + \bar{\beta}_{11}(x)v_1 + \bar{\beta}_{12}v_2 \\ u_2 &= -\bar{f}_6(x)/g_{62}(x) + 1/g_{62}(x) * \epsilon_4 \end{aligned} \quad (4)$$

где $\bar{\alpha}_1 = -DA_2(L_1^{-6}h_2)$, $\bar{\beta}_{11} = -D(A_3 \cos x_4 + A_2)$, $\bar{\beta}_{12} = DA_2$
 $D = N_1 N_2 J R Z_1 J R Z_2 / K_1, K_2$, $L_1 h_2 = (\partial h_2 / \partial x_1 \dots \partial h_2 / \partial x_8) \bar{\Gamma}$,
 $L_1^k h_2 = L_1 \cdot (L_1^{-k-1} h_2)$.

Использование динамического управления позволяет осуществить декомпозицию рассматриваемой системы манипулятора и так организовать поведение этой системы, чтобы оно совпадало с поведением линейной управляемой системы.

Литература:

1. Поезжаева, Е. В. Промышленные роботы: учебное пособие в 3 ч. — М.; УМО АМ МВТУ им. Баумана; изд-во ПГТУ, 2009.
2. <http://bonifazi2010.narod.ru/>

Робот для проверки качества бытовой химии на складах предприятий

Поезжаева Елена Вячеславовна, кандидат технических наук, профессор;

Поликарпова Кристина Николаевна, студент;

Новикова Анастасия Александровна, студент;

Сайкинова Вероника Алексеевна, студент

Пермский национальный исследовательский политехнический университет

В настоящее время стоит вопрос о продаже качественной и годной бытовой химии. В связи с этим разработан робот, позволяющий определить срок годности, химический состав бытовой химии и ее соответствие ГОСТам.

Ключевые слова: робот, анализ химического состава, контроль качества.

Вся бытовая химия имеет ограниченный срок годности. А потому на практике нередко возникают ситуации, когда на складе предприятия, оказываются нерализованная бытовая химия, срок годности которой истек. Такой товар нельзя продавать или использовать — его нужно списать и уничтожить. Нередки случаи, когда просроченная бытовая химия попадает в розничную продажу, что предприниматели или организации не желают нести убытки путем уничтожения недоброкачественной бытовой химии, что противоречит п.1 ст. 31 закона № 86-ФЗ.

Решим данную проблему определением срока годности, химического состава бытовых средств и их соответствием ГОСТам. Для этого используем робота, который будет проверять товар на годность. Если данный товар проходит эту проверку, то он переходит к опреде-

лению химического состава и сверке его с собственной базой данных государственных стандартов для бытовых средств. Если товар просрочен или его состав не соответствует ГОСТу, то его упаковка подлежит повреждению с целью предотвращения реализации.

Аналогом робота будет служить летающий робот-пчела фирмы Monsanto, уникальность нашей разработки в том, что она будет оснащена устройством-сканером между передними и средними парами лапок, использующим луч близкий к инфракрасному диапазону, который позволяет определить состав без физического контакта с ними. Пара передних лапок пчелы будут представлены в виде толстых игл с целью повреждения упаковки, средние и задние пары лапок — схватами для взятия упаковок [1].



Рис. 1. Летающий робот-пчела

Так же робот будет оснащен системой технического зрения, расположенной на месте глаз пчелы, для распознавания объектов и определения их положения и ориентации в пространстве. Данная задача будет решена зрительной системой ДКНО (движущаяся камера, неподвижные объекты). Общий подход состоит в том, чтобы отдельно определить расстояние от точки наблюдения до объекта и ориентацию камеры, хотя они не являются полностью независимыми друг от друга. Этот подход оказывается рабо-

тоспособным потому, что расстояние в основном связано с размером изображения объекта или признака, тогда как направление наблюдения, главным образом, связано с выбором точки наблюдения, с которой виден требуемый признак без окклюзии. При таком разделении задача во многих случаях упрощается. Далее рассмотрим методы отдельного определения расстояния и ориентации камеры.

Первым определяемым параметром очередного положения камеры является ее расстояние до объекта. Это

расстояние выбирается из тех соображений, чтобы интересующая особенность объекта была хорошо видна. Желательно минимизировать количество видов, покрывающих всю поверхность объекта. В таблице 1 показано

соотношение между количеством видов и требуемым расстоянием от камеры до объекта для простейшего случая, когда объектом является сфера.

Таблица 1

Количество видов	β требуемое	$\alpha = \frac{R}{r}$ ($\alpha = 75^\circ$)	$b = \frac{R}{r}$ ($\alpha = 90^\circ$)	$\frac{a}{b}$
2,3	90	невозможно	∞	-
4	70.53	12.4	3.0	4.13
5	63.44	4.82	2.24	2.16
6	54.74	2.79	1.73	1.61

Смысл параметров проиллюстрирован на рис. 2, где обозначено: 1 — фокальная плоскость; 2 — видимая область. Для более сложных объектов примерное расстояние можно определить, используя понятие объемлющей сферы. Такой подход хорошо работает на не слишком вытянутых объектах.

Далее рассчитывается ориентация камеры с использованием модели объекта и имеющейся грубой информации о его ориентации в пространстве. В случае, когда препятствия отсутствуют, задача упрощается и сводится к отысканию направления, с которого видна интересующая особенность объекта. Общий алгоритм определения направления выглядит следующим образом: 1. Выделить неисследованную область признаковой поверхности; 2. Представить ее в соответствии с выбранным методом; 3. Учесть препятствия между объектом и камерой (если таковые имеются); 4. Выбрать наиболее незагороженную область около интересующей точки или требуемого угла, содержащую признак; 5. Проверить правильность выбора точки наблюдения с использованием метода невидимых поверхностей. При наличии ГВ искомое направление может определяться следующим образом. Прежде всего, выделяются узлы ГВ, отвечающие видам, на которых интересующий признак виден достаточно хорошо. Затем из них выбирается наилучший. При этом может учитываться наличие препятствий. Абсолютная ориентация

камеры получается в результате использования имеющейся информации об ориентации объекта. Однако при наличии многих загромождающих объектов более перспективным методом отыскания наилучшего направления наблюдения представляется предлагаемый метод проекций. Он состоит в том, чтобы спроектировать невидимую часть признаковой поверхности на сферический или цилиндрический «экран». Радиус этого экрана определяется требуемым расстоянием от камеры до объекта, центр совпадает с центром объекта, а высота цилиндрического экрана определяется высотой модели. Выбор между сферическим и цилиндрическим экранами делается в зависимости от формы объекта. Следующим этапом является проектирование загромождающих объектов, расположенных между анализируемым объектом и экраном. При этом учитываются только те загромождающие объекты, проекция которых перекрывается с проекцией интересующего участка поверхности анализируемого объекта [2].

Имеются два метода проектирования — эклиптический и точечный. Эти методы проиллюстрированы на рис.3. Эклиптический метод дает более точное описание в том смысле, что он позволяет различать полностью и не полностью закрытые объекты. Недостатком его является вычислительная сложность». Точечный метод значительно проще и при этом дает относительно неплохие результаты.

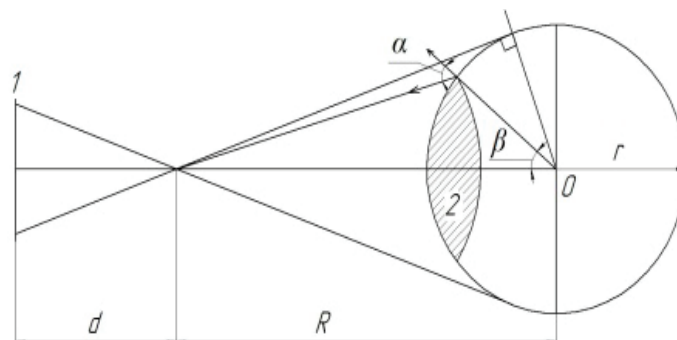


Рис. 2. Параметры положения камеры

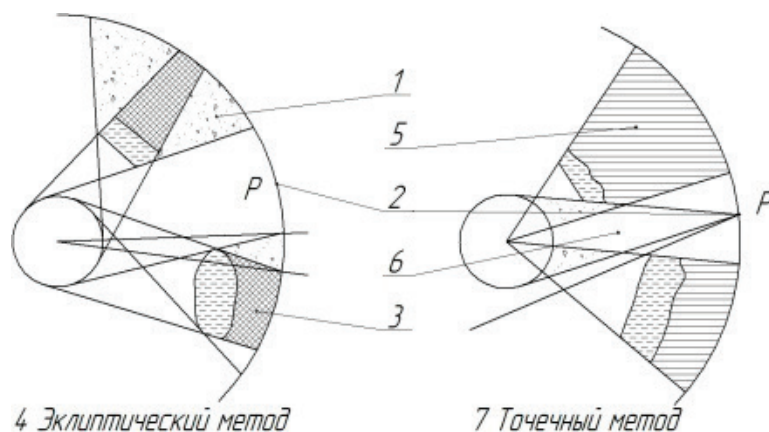


Рис. 3. Методы проектирования загромождающих объектов

Выбор метода проектирования осуществляется самим роботом. Система является быстродействующей. Сигнал с телекамеры после порогового устройства передается на микропроцессор. В пороговом устройстве устанавли-

ваются два порога. С помощью этих порогов выделяется необходимый интервал амплитуд входного сигнала. Вся обработка изображений осуществляется с помощью микропроцессора.

Литература:

1. Поезжаева Е.В.// 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., Поликарпова К. Н., Роботизация для обеспечения комфорта в промышленных и бытовых помещениях // Молодой ученый. — 2015. — № 14 (94). — с. 179–181.

Система управления движения ступни робота, участвующего при диагностике производственных помещений

Поезжаева Елена Вячеславовна, кандидат технических наук, профессор;
 Поликарпова Кристина Николаевна, студент;
 Новикова Анастасия Александровна, студент;
 Сайкинова Вероника Алексеевна, студент
 Пермский национальный исследовательский политехнический университет

В статье говорится о системе управления перемещением робота в пространстве для диагностики производственных помещений, используя математическую модель.

Ключевые слова: робот, система, диагностика.

Многие шагающие роботы, скрывают в себе огромный потенциал, позволяющий использовать их для диагностики производственных помещений. Автоматическим устройством, обеспечивающим передвижение, является шагающий робот. Большинство из них имеет адаптивное программное управление, в котором программа задается либо в форме готовых приводов для траектории каждой из координат манипуляционной системы, либо в виде траекторий в координатах рабочей зоны, которые затем преобразуются в реальном режиме

времени в координаты степеней подвижности манипуляционной системы робота (Рис.1).

Однако в реальных условиях при перемещении аппарата по поверхности в результате её уплотнения под действием веса аппарата происходит изменение положения центра тяжести и пространственной ориентации корпуса шагающего аппарата.

Система управления движением шагающего аппарата использует информацию от силовых сенсоров, установленных в каждой ступне аппарата. Свойства опорной

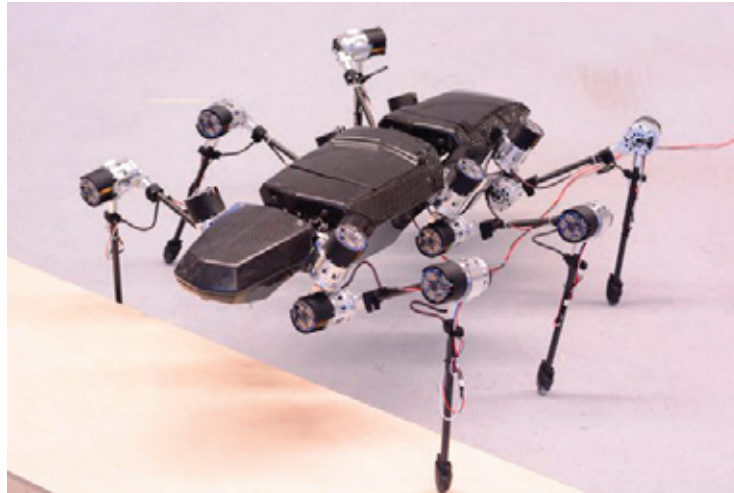


Рис. 1. Шагающий робот

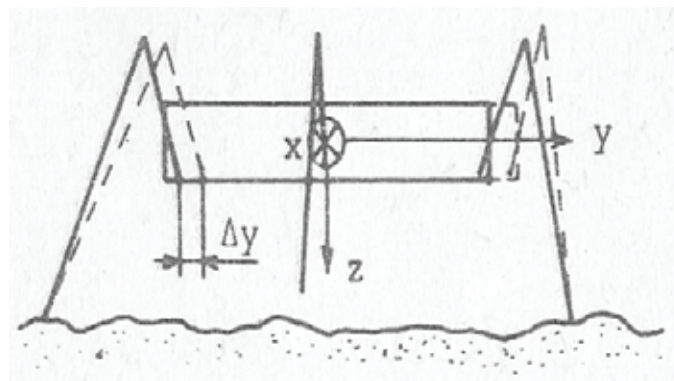


Рис. 2. Координаты шагающего робота

поверхности описываются моделью $F = k \cdot \delta^n$ (1), где δ — коэффициент деформации; F — сила, действующая на поверхность со стороны ступни; k и n — константы, определяемые экспериментально. Принимаем допущения об окружающей среде и шагающем аппарате: 1. Проседание δ не превышает длины ноги ($\delta < 1$). 2. Сила давления ступни F и коэффициент деформации δ связаны соотношением (1). 3. Упругие деформации элементов конструкции полагаются пренебрежимо малыми.

Упрощенное изображение шагающего аппарата и связанной с ним координатной системы показано (Рис.2) штриховой линией показано малое смещение корпуса в направлении оси y . Начало системы координат совпадает с центром тяжести корпуса аппарата.

Ниже рассматривается изменение опорных сил в двух фазах движения аппарата: в фазе смены опорных конечностей и в фазе перемещения корпуса. Алгоритм управления включает в себя две части: 1) формирует движение ступни; 2) осуществляет компенсацию в фазе перемещения корпуса аппарата. В фазе смены опорных конечностей управление силой осуществляется её регистрированием на ступне. В фазе перемещения корпуса аппарата опорная сила конечности изменяется. Наклон корпуса аппарата уменьшает область статической устойчивости аппарата и приводит к не-

желательному перераспределению опорных сил. Коррекция пространственной ориентации может производиться по сигналам специальных сенсоров, регистрирующих углы наклонов аппарата в разных направлениях.

Малый угол наклона аппарата можно определить (рис.3) и без использования сенсора абсолютной пространственной ориентации. Оси x_{2i} , y_{2i} и z_{2i} представляют координатные системы, начала которых совпадают с точками крепления конечности к корпусу. Точка $(\bar{x}_{2i}, \bar{y}_{2i}, \bar{z}_{2i})$ представляет координаты концов конечностей в собственных координатных системах. Если правая опорная нога имеет номер $2i$, а левая — $2i-1$, то из баланса сил и моментов можно получить

$$\sum F_{2i} d_{2i} = F_{2i-1} d_{2i-1}$$

$$d_{2i} = (a_1 + \bar{x}_{2i}) \cos \theta + \bar{z}_{2i} \sin \theta$$

$$d_{2i-1} = (a_2 + \bar{x}_{2i-1}) \cos \theta - \bar{z}_{2i-1} \sin \theta$$

Если угол θ мал, то его можно определить из выражения

$$\theta = \frac{\sum F_{2i-1} (a_2 + \bar{x}_{2i-1}) - \sum F_{2i} (a_1 + \bar{x}_{2i})}{\sum F_{2i-1} \bar{z}_{2i-1} + \sum F_{2i} \bar{z}_{2i}}$$

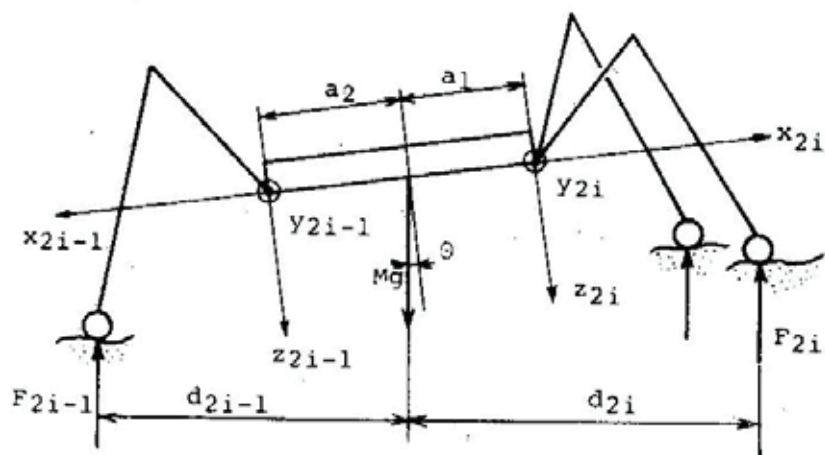


Рис. 3. Коррекция пространственной ориентации

Накапливаемую ошибку пространственной ориентации аппарата можно скорректировать без использования специальных сенсоров только на основании силовой обратной связи с восстановлением угла наклона [1].

Робот с дистанционным управлением предназначен для диагностики производственных помещений. Он может

быть использован для проведения работ в подвальном помещении. Робот управляется двумя операторами, один следит за передвижением, другой — за электрическими проводами. Он преодолевает любые препятствия и выполняет различную физическую работу [2].

Литература:

1. Поезжаева, Е. В. Промышленные роботы: учеб. пособие. в 3 ч. — М.: Изд-во УМО АМ МВТУ им. Баумана; изд-во ПГТУ, 2009.
2. Поезжаева, Е. В., Поликарпова К. Н., Роботизация для обеспечения комфорта в промышленных и бытовых помещениях // Молодой ученый. — 2015. — № 14 (94). — с. 179–181.

Исследование влияния количества электродов на эксплуатационные характеристики двигателя

Приходьков Константин Владимирович, кандидат технических наук, доцент;
 Турченков Сергей Сергеевич, студент;
 Авдюк Данила Никитович, студент
 Волгоградский государственный технический университет

Автомобильный транспорт на сегодняшний день является одним из основных источников загрязнения окружающей среды и потребителей углеводородного топлива. С каждым годом для автомобилей ужесточаются экологические нормы. Так, например, в перспективных стандартах Евро-6 предусматривается снижение содержания углекислого газа и несгоревших углеводородов на 10% и 15% по сравнению с действующими в настоящее время в Российской Федерации стандартами [1]

В связи с этим исследования методов и способов снижения токсичности отработавших газов двигателя и потребления им топлива представляется актуальной задачей.

Как показывают исследования [4] одним из способов снижения токсичности и улучшения топливно-экологи-

ческих показателей ДВС является совершенствование системы зажигания. Правильно выбранные параметры системы зажигания обеспечивают стабильность его работы [2], позволяют повысить мощность двигателя, снизить расход топлива и выбросы вредных веществ. Одним из основных элементов системы зажигания, непосредственно влияющих на рабочий процесс, является свеча зажигания. Именно свеча зажигания инициирует процесс горения, качество протекания которого и определяет во многом параметры двигателя и транспортного средства в целом.

В настоящее время ассортимент свечей зажигания настолько широк, что возникает вопрос как те или иные конструктивные особенности СЗ влияют на показатели

ДВС. Так, например, в некоторых исследованиях, в том числе и зарубежных, указывается, что количество электродов влияет на рабочие процессы двигателя и его характеристики, но при этом отсутствуют сведения о натуральных испытаниях [6].

В целях получения сведений о влиянии количества боковых электродов на эксплуатационные характеристики двигателя был проведён ряд экспериментальных исследований.

Исследования проводились в два этапа. На первом этапе с использованием испытательного стенда снимались нагрузочные характеристики двигателя ВАЗ-11194 с одновременной фиксацией СН. Затем, проводились замеры расхода топлива автомобиля ВАЗ 2115 при его движении в режимах максимально соответствующих среднему городскому ездовому циклу.

Испытательный стенд с двигателем ВАЗ 11194 был оснащен всеми измерительными системами, необходимыми для снятия стандартных характеристик двигателя, а также специализированным оборудованием, позволяющим получать данные для определения статистик распределений цикловых значений пробивных напряжений и частоты вращения коленчатого вала. Регулирование нагрузочного режима двигателя осуществлялось электрическим тормозом постоянного тока мощностью 60 кВт при $n = 6000 \text{ мин}^{-1}$ (электрический тормоз MS-2218—4 производства фирмы Тесла).

Электрическая машина постоянного тока нагружающего устройства могла работать в режиме электродвигателя, что позволяло осуществлять запуск двигателя и, при необходимости, его прокрутку.

Конструкция муфты, соединяющей поршневой двигатель с электрическим тормозом, позволяла легко отсоеди-

нить последний при работе поршневого двигателя на холстом ходу.

Так же для фиксации значений концентрации выбросов и расхода топлива использовался K-line адаптер и газоанализатор АСКОН-02, система зажигания двигателя микропроцессорная с блоком управления Bosh 7.9.7.

Автомобиль, задействованный в эксперименте — ВАЗ 2115 — серийная модель с двигателем 11183, с микропроцессорной системой зажигания на основе ЭБУ Январь 7.2.

Исследования проводились с двумя комплектами свечей (рис. 1.): одноэлектродных АУ17 ДВРМ и двухэлектродных Equem RFC58122E.

Для фиксации значений было использовано диагностическое оборудование, включающее в себя диагностический k-line адаптер, подключенный к ноутбуку, газоанализатор и программное обеспечение Diagnostic Tools v1.31.2.

Испытательный участок подбирался из условий возможности поддерживать осредненный городской ездовой цикл.

В связи с тем, что напряжение на электродах свечи зажигания определяется термодинамическими и электромагнитными свойствами газа в межэлектродном зазоре, а не количеством электродов, можно предположить, что увеличение числа электродов скажется только на статистических характеристиках параметров искрового разряда. Иными словами можно ожидать повышения стабильности параметров искрового разряда при примерно одинаковых средних показателях. Повышение стабильности искрового разряда сказывается, прежде всего, на содержании в отработавших газах несгоревших углеводородов. В предельном случае — пропуск воспламенения вследствие отсутствия искры на свече зажигания — количество СН должно достигать максимальных значений.



Рис. 1. Свечи зажигания, использованные в эксперименте: а) одноэлектродная свеча АУ17 ДВРМ; б) двухэлектродная свеча Equem RFC58122E

Рисунок 2, а, показывающий нагрузочные характеристики по составу отработавших газов испытанного двигателя, подтверждает на наш взгляд сделанные предположения. Как видно из этого рисунка значение содержания СН в отработавших газах при работе двигателя с комплектом двухэлектродных свеч Equem RFC58122E, значительно меньше, чем с комплектом одноэлектродных свеч АУ17 ДВРМ, устанавливаемых заводом изготовителем. Так, на холостом ходу количество СН составляет 57 частиц на миллион для одноэлектродной, а для 2х электродной 41. Нестабильная работа и наличие пропусков воспламенения помимо увеличения содержания СН в отработавших газах может приводить и к повышенному расходу топлива.

Рисунок 2, б иллюстрирует зависимость среднего расхода топлива испытанным автомобилем при работе с различными комплектами свечей зажигания. Можно заметить, что использование комплекта двухэлектродных свечей, позволяет несколько снизить расход топлива. Так, на исследованных режимах работы использование двухэлектродных свечей позволило снизить массовый расход топлива в среднем на 0.11 г/сек. или практически на 7% в отличие от одноэлектродных свечей. Максимальное снижение расхода топлива составило 0.26 г/сек при частоте вращения коленчатого вала 1480 мин⁻¹ в пользу двухэлектродных свечей. При повышении частоты вращения положительный эффект практически исчезает.

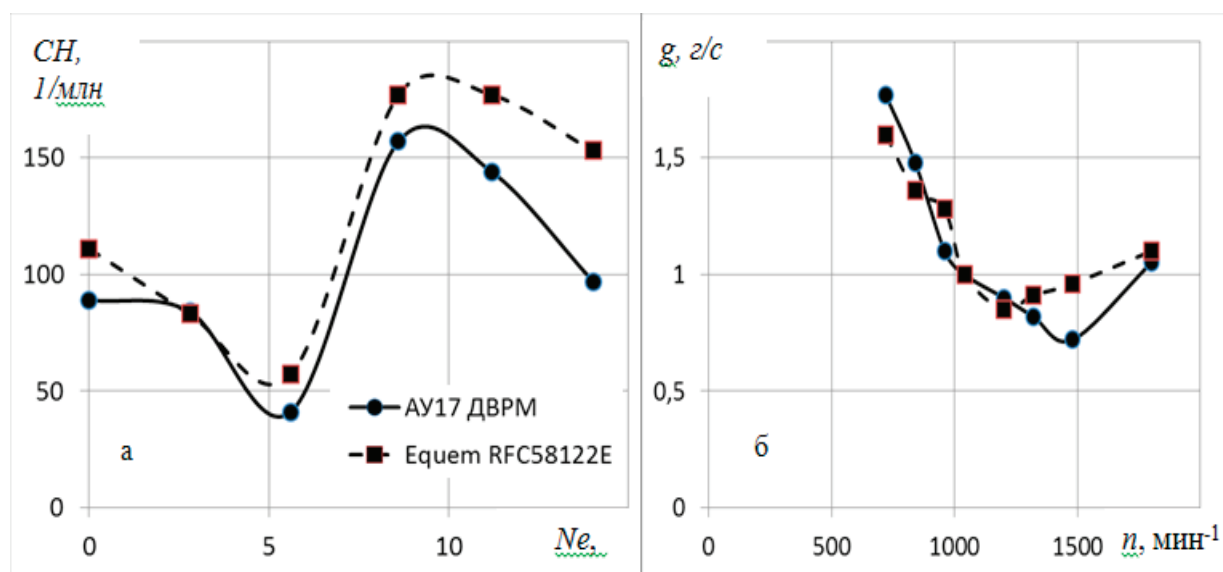


Рис. 2. Влияние количества боковых электродов на показатели двигателя: а — количество несгоревших углеводородов; б — расход топлива

Таким образом, на наш взгляд, использование многоэлектродных свечей в двигателях внутреннего сгорания позволяет несколько улучшить топливно-экономические

показатели автомобиля при его эксплуатации в городских условиях, характеризующимися значительным временем работы на холостом ходу и частичной нагрузке.

Литература:

1. Экологические нормы для автомобилей, // [Электронный ресурс]. — 2014 — Режим доступа — wikipedia
2. Францев, С.М. Влияние величины межэлектродного зазора свечи зажигания на показатели газового двигателя / Францев Сергей Михайлович, Кафторов Александр Юрьевич // [Электронный ресурс]. — Режим доступа — elibrary.ru
3. Обеспечение бесперебойности искрообразования в межэлектродном зазоре свечи зажигания / Францев Сергей Михайлович, Кафторов Александр Юрьевич // [Электронный ресурс]. — Режим доступа — elibrary.ru
4. Францев, С.М. Влияние характеристик искрового разряда конденсаторных систем зажигания на показатели газового двигателя на нагрузочных режимах / Францев Сергей Михайлович, Кафторов Александр Юрьевич // [Электронный ресурс]. — Режим доступа — elibrary.ru
5. Влияние положения электродов свечей зажигания на межцикловую неидентичность рабочего процесса бензиновых двигателей в режиме холостого хода / Е.А. Федянов, С.Н. Шумский, К.В. Приходьков, В.Н. Костычев // Известия ВолгГТУ. Серия «Процессы преобразования энергии и энергетические установки». Вып. 3: межвуз. сб. науч. ст. / ВолгГТУ. — Волгоград, 2011. — № 8. — С. 17–19.
6. Impact of spark plug number of ground electrodes on engine stability, / Ahmed A. Abdel-Rehim // [Электронный ресурс]. — 2013 — Режим доступа — elibrary.ru

Обоснование выбора метода выделения ароматических углеводов в дизельном топливе

Рашидов Акбар Войитович, магистрант;
Бозоров Гайрат Рашидович, доцент
Бухарский инженерно-технологический институт (Узбекистан)

Как известно, существуют различные методы выделения ароматических углеводов: азеотропная перегонка; экстрактивная перегонка; экстракция и адсорбционное выделение.

При выборе метода выделения ароматических углеводов нами выбран наиболее доступный, простой и универсальный метод адсорбционного выделения, т.к. остальные методы рекомендуются для выделения одного, двух или трех ароматических углеводов и их концентрация в сырье должна быть высокая — выше 70%.

Ароматические углеводороды способны более сильно адсорбироваться на специально подобранных адсор-

бентах, чем парафиновые и нафтеновые углеводороды; на этом основано их выделение из нефтяных продуктов. Проведенными в лаборатории химии нефти многолетними исследованиями в области выделения ароматических углеводов из нефтяных фракций и газоконденсатов установлено, что оптимальным адсорбентом для их извлечения является силикагель. Следует отметить, что силикагель является промышленным адсорбентом и широко применяется в производстве. В качестве оптимального адсорбента для адсорбции ароматических углеводов из дизельного топлива выбран силикагель КСК — 2, как имеющей наибольшую емкость по аренам (таблица 1).

Таблица 1. Динамическая емкость силикагелей с различным радиусом пор

Сорбенты (термообработка при 170°C)	Средний радиус пор, нм	Емкость (г/100г) по					
		н-гептану	изооктану	декалину	Тетралину	бензолу	нафталину
КСК № 2, партия 262	7,0	0	0	0	1,25	1,45	3,91
КСК № 2,5, партия 252	5,1	0,08	0,15	0	1,79	1,88	4,25
КСК № 3, партия 246	3,54	0,06	0,22	0	1,02	1,70	3,21
КСК № 4, партия 244	2,34	0,04	0,10	0,01	1,40	1,76	3,11
КСМ № 5, партия 215	1,5	0,08	0,12	0,09	1,24	1,53	2,96
КСМ № 6, партия 240	0,98	0,09	0,09	0,55	1,33	1,36	1,39

Для улучшения сорбционной емкости он активирован по специальной методике, суть которой заключается в ак-

тивации сорбента концентрированной соляной кислотой. При этом получены следующие результаты (табл. 2).

Таблица 2

Сорбент	Термообработка, °С	Емкость, % масс	
		до проскока	Полная
КСК, исх.	170°C, 6 час	0	1,45
КСК, акт.НС1	170°C, 6 час	1,45	2,00

Таким образом, динамическая емкость КСК-2, определенная криоскопическим методом такова: у исходного емкость — до проскока 0, полная 1,45; акт. НС1 — до проскока 1,45%, полная 2,00% масс. На рис.1 приводится выходная кривая активированного силикагеля КСК-2 по бензолу.

Определялась емкость активированного силикагеля КСК-2 по различным веществам: парафиновым и ароматическим сорбатам в динамических условиях криоскопическим методом в жидкой фазе (табл. 3).

Как видно из приведенных данных, активированный силикагель является избирательным адсорбентом по от-

ношению к ароматическим углеводородам, и он использован в дальнейшей работе для частичной деароматизации местного дизельного топлива.

Исходя из полученных данных в дальнейшей работе для деароматизации дизельного топлива согласно евростандартам, использовали активированный силикагель т.к. его емкость выше, чем у исходного: 1,45%, против 2,00% масс.

Преимущественная адсорбция ароматических углеводов на силикагеле объясняется образованием молекулярных соединений (π -комплексов) между

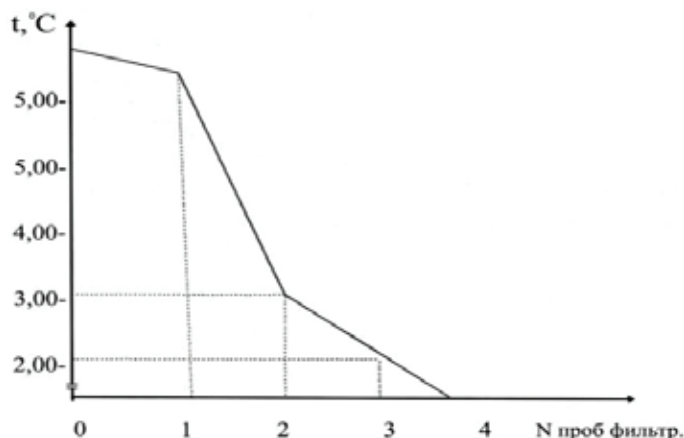


Рис. 1. Выходная кривая активированного силикагеля КСК по бензолу

Таблица 3. Динамическая емкость активированного силикагеля по различным сорбатам

Адсорбент	Условия предварит. обработки		Емкость (г/100г) по												
			н-гептану		изооктану		декалину		тетралину		Бензолу		нафталину		
	°C	часы	до про-скака	Полная	до про-скака	полная	до про-скака	полная	до про-скака	полная	до про-скака	Полная	до про-скака	полная	
КСК-2	170	6	0	0	0	0	0	0	0	0	1,25	0	2,00	2,00	4,25

бензолом — электронодонорной молекулой и силикагелем — электроноакцепторным и протонно-донорным адсорбентом.

Образование комплексного соединения ароматических углеводородов с ионами на поверхности адсорбента происходит вследствие возникновения дипольного момента в электронейтральной молекуле ароматических углеводородов под влиянием электростатического поля поверхности адсорбента.

Адсорбционно-криоскопическим методом (АКМ) установлено следующее содержание углеводородов, (%): ароматических углеводородов — 26,50, н-парафиновых углеводородов — 4,00, изо-парафиновых углеводородов+нафтеновых — 69,50.

Как видно из приведенных данных, содержание ароматических углеводородов в дизельном топливе высокое — 26,5% масс. По требованиям Евростандарта оно должно быть снижено до 20,00%. Содержание ароматических углеводородов в дизельном топливе высокое — 26,50% масс. Такое количество ароматических углеводородов является нежелательным явлением и по требованию соответствующих стандартов их количество должно быть снижено до 20,00% по классу 2 (Евростандарт-3) и до 5% по классу 1.

Деароматизацию исходного дизельного топлива Бухарского НПЗ на опытной установке в лабораторных условиях проводили адсорбционным методом. Количество силикагеля брали в соответствии с определенной его динамической емкостью (табл. 4).

Таблица 4

Диз.топливо (мл)	Адсорбент, г	Аром.углевод. (% масс)
140	120	20
400	350	5

В адсорбционную колонку (рис. 2) засыпали 120 г активированного соляной кислотой силикагеля КСК-2, высушенного при температуре 160°C в течение 6-ти часов. Налили петролейный эфир в количестве 100мл с к.к. 70°C для снятия теплоты смачивания сорбента. Как только петролейный эфир полностью смочил сорбент, в колонку залили дизельное топливо (140 мл)

и элюировали петролейным эфиром в соотношении (1:3).

Для чистоты эксперимента петролейный эфир взят с к.к. 70°C с целью исключения в нем присутствия ароматических углеводородов. Элюирование петролейным эфиром продолжали до показателя преломления чистого петролейного эфира (n_D^{20} — 1,3630).

Таблица 5. Физико-химические показатели исходного и деароматизированного топлива

Наименование показателей	Исходного топлива	Деароматизированного до 20% топлива
n_D^{20}	1,4650	1,4578
d_4^{20}	0,860	0,840

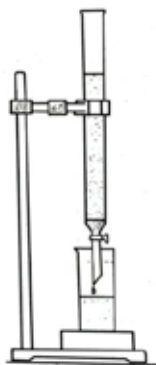


Рис. 2. Адсорбционная колонка

В качестве десорбирующей жидкости использован этиловый спирт, как обладающий значительной дополнительной специфической энергией адсорбции.

Появление ароматических углеводородов отмечали формалиновой реакцией: в пробирку помещали 1 мл 98 %-й бесцветной серной кислоты, добавляли 2–3 капли 10 %-го раствора формалина и столько же продукта. При отсутствии аренов смесь оставалась бесцветной или слегка желтой. Ярко-красное окрашивание указывало, на появление в отобранной фракции аренов.

Завершением анализа считается появление чистого этилового спирта ($n_D^{20} - 1,3611$). В таблице 5 даны результаты проведенных исследований.

Найдены условия регенерации сорбента. Силикагель высыпается из хроматографической колонки, промывается горячей дистиллированной водой, сушится на воздухе, затем в сушильном шкафу — вначале при температуре 100°C, затем 170°C в течение 6-ти часов. Определяется его динамическая емкость по бензолу криоскопическим методом и сорбент можно использовать в следующем цикле адсорбции — десорбции ароматических углеводородов. Следует отметить, что емкость сорбента падает от цикла к следующему циклу до полной

срабатываемости адсорбента, т.е. в конце он становится инертным.

Содержание серы в дизельном топливе определялось согласно общепринятому стандарту. В исходном дизельном топливе содержание серы было 0,18% масс, при адсорбционной деароматизации до 20 %-ного содержания ароматических углеводородов содержание серы стало 0,078% масс, а при доведения количества ароматических углеводородов в дизельном топливе до 5% — 0,072% серы.

Для определения содержания полициклических ароматических углеводородов избран классический метод определения и выделения аренов адсорбционным методом с использованием активированного силикагеля КСК-2.

Отработан способ деароматизации дизельного топлива на опытной установке в лабораторных условиях с применением активированного силикагеля КСК-2 и доведением содержания ароматических углеводородов до 20% масс., т.е. соответствия дизельного топлива Евростандарту-3.

В частично деароматизированном дизельном топливе адсорбционно-криоскопическим методом определено содержание ароматических углеводородов — 19,80% масс, т.е. оно соответствует дизельному топливу 2 го класса Евростандарта-3.

Литература:

1. Шарипов, К. К., Нарметова Г. Р. Определение группового химического состава дизельного топлива адсорбционно-криоскопическим методом. В матер. Респ. научно-практ. конф. «Стратегия и развитие науки и технологий в XXI веке». Бухара, 2009. — с. 290–292.
2. Шарипов, К. К., Нарметова Г. Р. Дизельное топливо, отвечающее современным требованиям / В Материалах Международной научно-практической конференции, Нефтегазопереработка — 2009, 26–29 мая, УФА (РФ), 2009. — С. 129.
3. Хамидов, Б. Н., Нарметова Г. Р., Шарипов К. К. Дизельное топливо сулучшенными эксплуатационными и экологическими характеристиками. Сборник трудов республиканской научно-технической конференции. Бухара, 2009. — с. 130–132.

Влияние параметров режущего элемента на процесс резки мыла

Рузиев Исламбай Самандарович, кандидат технических наук, доцент;
Курамбаев Шерзод Раимбергенович, кандидат технических наук;
Шарипов Полвон Рузматович, преподаватель;
Рахимов Умар Бекназарович, преподаватель;
Самандаров Абдорбек Исламбаевич, студент
Ургенский государственный университет имени Аль-Хорезми (Узбекистан)

В статье приведены влияние параметров режущего элемента роторного устройства с плоскими ножами на процесс резки мыла.

Ключевые слова: *режущий элемент, рычаг, струна, высота ножа, плоскость реза, точность резки, сопротивление бруса, плотность бруса, пластичность бруса, вязкость бруса.*

The article describes the influence of the parameters of the cutting element of the rotary device with a flat knife to the cutting process soap.

Keywords: *cutting element, the lever, the string height blade hloskost cutting, precision cutting, the resistance rod, bar density, plasticity of the timber, the viscosity of the timber*

Одним из основных параметров режущего устройства является режущий элемент. В зависимости от характера движения режущего инструмента относительно мыльного бруса, различают устройства резки ударного действия и резки действующие по принципу «прижима». В резательных устройствах существующих на производствах машин-автоматов режущим инструментом являются либо натянутые металлические струны, либо плоские съемные стальные ножи.

Мощность, затрачиваемую на резку мыла определяют по следующей формуле [1,2,3]

$$N = C_p \frac{l_1 l_2}{\tau} = C_p \frac{F}{\tau}$$

где F — поперечное сечение бруса, см²;

p — сопротивление резанию режущей кромки ножа, Па;

τ — продолжительность рабочего хода режущего инструмента, с

C — коэффициент пропорциональности зависящий от выбора единиц измерения [если l_1 и l_2 в см и F в см², $C = 10^{-2}$]

l_1 — длина режущей кромки ножа;

l_2 — ход ножа, равный второму размеру поперечного сечения.

При разрезании мыла плоским ножом вследствие соприкосновения его боковых поверхностей с мылом возникают силы трения, поэтому требуется большее усилие, чем при резании струной. Однако, после того как плоский нож войдет в мыло, он может двигаться лишь в плоскости резания. Чтобы изменить направление его движения, требуется значительное усилие.

Сопротивление резанию зависит главным образом от твердости мыла и геометрических размеров режущего инструмента. Вязкость мыла также оказывает значительное

влияние на возрастание сопротивления. Ниже приведены значения сопротивления резанию мыльного бруса, исследованные авторами работ [1,2,3].

Исследования литературных источников показали, что при разрезании хозяйственного мыла с жирностью 47% плоским ножом, с толщиной лезвия 0,88 мм и шириной 12 мм, усилие, создаваемое на ноже составляет 5,8–7,3 Па, при разрезании хозяйственного мыла 60%-ной жирности, проволокой диаметром 0,88 мм, усилие, создаваемое для среза бруса мыла составляет 3,5–5,0 Па, при разрезании туалетного мыла плоским ножом усилие составляет 5,2–8,6 Па [1,2,3].

Струна, совершающая резание, таким ограничением не связана. Во время резания, струна может двигаться в любом направлении, что приводит к искривлению, перекосу плоскости резания, а также к отклонениям от плоскостности. Величина погрешностей поверхности резания зависит от скорости выхода бруса, скорости движения струны, размеров и ориентации сечения бруса относительно режущего инструмента. Неперпендикулярность граней затрудняет последующую обработку мыла и ухудшает его внешний вид. Современные машины изготавливают так, чтобы обеспечить ровную поверхность реза.

В целях сохранения поточности, производительность мылорезательной машины, действующей непрерывно, в любой момент времени должна соответствовать производительности стоящей переди установки — шнекпресса. Скорость выхода мыльного бруса из конуса шнекпресса непостоянна. Стало быть, отличаются и другие параметры: плотность, пластичность, вязкость. Автоматы для резки мыльного бруса сконструированы таким образом, что с увеличением скорости выхода бруса, возрастает число резаний в минуту, но размеры и масса куска остаются постоянными, заданными для данного сорта мыла.

Если режущие элементы имеют вид пластины, а не струны, энергия пластичного бруса мыла может передаваться на режущие элементы (рис.1).

При этом для сохранения постоянной длины отрезаемых изделий, а также для обеспечения перпендикулярности плоскости реза необходимо, чтобы, режущие элементы устройства перемещались в горизонтальном направлении синхронно с брусом и постоянно сохраняли вертикальное положение, что обеспечивается в предлагаемом нами устройстве.

В данном устройстве при подаче непрерывного пластичного бруса из шнекпресса, его торец оказывает давление на нож режущего элемента. Режущий элемент перемещается в горизонтальном направлении синхронно с разрезаемым брусом. После прохождения первым режущим элементом расстояния равного некоторой части длины отрезаемого куска мыла, следующий режущий элемент начинает врезаться в брус, синхронно перемещаясь в горизонтальном направлении совместно с разрезаемым брусом. И также последуют другие режущие элементы.

Чтобы обеспечить постоянное вертикальное положение ножей режущих элементов в устройстве установлены два барабана на коленчатой оси, эксцентриситет которой имеет вертикальное направление, что также обеспечивает перпендикулярность плоскости реза.

Опытный образец предлагаемого автомата для резки непрерывного пластичного мыльного бруса, удовлетворяющий вышеуказанным требованиям, использовался при экспериментальных исследованиях в мыльном цехе ОАО

«Ургенч-ёг» Хорезмской области Республики Узбекистан.

Для определения усилия сопротивления мыльного бруса режущему элементу, первоначально проводились экспериментальные исследования с ножом, площадь которого перекрывает всю площадь сечения бруса, когда высота ножа составляла 50мм. При этом учитывался коэффициент перекрытия ножей m и обеспечивалось вертикальное положение ножей, перпендикулярное направлению движения бруса.

При этом выявлено, что режущий элемент в виде плоского ножа кроме ряда преимуществ имеет и некоторые недостатки. Одним из них является наличие вертикальной плоскости, находящейся в контакте с поверхностью реза пластичного бруса. Если нож перекрывает всё сечение пластичного бруса мыла при синхронном движении с ним, соответственно и площадь трения достигает максимума. Кроме того, может происходить налипание массы мыльного бруса на нож, что также способствует росту сил, противодействующих резанию.

Также, для определения работоспособности устройства в условиях пониженного усилия трения, проведены эксперименты по определению влияния высоты ножа на сопротивление мыльного бруса резанию. Как показали проведенные испытания уменьшение высоты ножа уменьшает усилие сопротивления мыльного бруса резанию, однако с уменьшением высоты ножа уменьшаются его возможности по передаче усилия мыльного бруса режущему барабану без снижения точностных показателей процесса.



Рис. 1. Новая конструкция устройства для резки непрерывного пластичного бруса мыла

В связи с этим имеется необходимость подбора параметров режущего устройства исходя из текущих условий с обеспечением надёжного протекания процесса резки.

Литература:

1. Молчанов, И. В. Технологическое оборудование жироперерабатывающих производств. — М: Пищевая промышленность, 1965. — 510с.
2. Малыгина, Е. П. О коэффициенте трения мыла // Известия вузов. — М: Пищевая технология, 1972. — № 3. С. 117–119.
3. Журавлев, А. М. Гозенпут Л. Д. Оборудование жироперерабатывающих предприятий. — М: Пищевая промышленность, 1997. — 328с.

Технологические трубопроводы из пластмассовых труб — 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
Китаев Олег Олегович, эксперт по промышленной безопасности

В данной статье авторы доводят до сведения широкого круга специалистов положения нормативно-правовых актов, касающихся технологических трубопроводов из пластмасс, предоставляют свои замечания и рекомендации.

Ключевые слова: экспертиза промышленной безопасности (ЭПБ); технологический трубопровод; пластмассы, нормативная техническая документация (НТД).

Technological pipelines made of plastic tubes — peculiarities of carrying out examination of industrial safety

Sapronov Oleg, Expert on industrial safety, Vladimir
Tokarev Dmitry, Expert on industrial safety, Vladimir
Doronin Sergey, Expert on industrial safety, Vladimir
Kitaev Oleg, Expert on industrial safety, Moscow

In this article, the authors bring to the attention of a wide range of experts, the provisions of legal acts concerning industrial pipelines made of plastics, provide their comments and recommendations.

Keywords: examination of industrial safety (industrial safety); process pipe; plastic, normative technical documentation.

Технологические трубопроводы являются особой составляющей в различных производственных процессах, без трубопроводов не обходится ни одно промышленное производство, даже самое современное и инновационное. Трубопроводы предназначены для транспортирования жидких и газообразных сред. Наряду с основным технологическим оборудованием технологические трубопроводы воспринимают воздействие от дав-

ления, температуры, агрессивности среды транспортирования, вибрации, весовых нагрузок и пр. Наибольшее распространение получили стальные технологические трубопроводы, однако, современная промышленность настолько разнообразна и процессы, столь различны, что находят применение и технологические трубопроводы, выполненные их стекла, цветных металлов и сплавов, пластмасс, керамики.

Применение технологических трубопроводов из пластмасс не ново, мировая промышленность применяет подобные трубопроводы не одно десятилетие в различных отраслях.

В данной статье будут рассмотрены особенности проведения ЭПБ технологических трубопроводов из пластмасс.

Наиболее часто встречаемые пластмассы для производства технологических трубопроводов — это полиэтилен (низкого и высокого давления), поливинилхлорид (пластифицированный и непластифицированный), фторопласт, полипропилен.

PVC (Polyvinyl chloride) — международное обозначение поливинилхлорида (ПВХ, полихлорвинил, винил, вестолит, хосталит, виннол, корвик, сикрон, джеон, ниппеон, сумилит, луковил, хелвик, норвик и др.) — бесцветная, прозрачная пластмасса, термопластичный полимер винилхлорида. Отличается химической стойкостью к щелочам, минеральным маслам, многим кислотам и растворителям. Не горит на воздухе и обладает малой морозостойкостью (-15°C). Нагревостойкость: $+66^{\circ}\text{C}$. Применяется во всех отраслях промышленности и народного хозяйства. Подлежит промышленной переработке. Переработка отходов поливинилхлорида позволяет избежать негативного влияния на окружающую среду и вторично использовать эти отходы для производства новой продукции.

PTFE (Poly (difluoromethylene)) — систематическое наименование полимера тетрафторэтилена (ПТФЭ) — фторопласта-4 (тефлон) — белое, в тонком слое прозрачное вещество, по виду напоминающее парафин или полиэтилен. Плотность по ГОСТ 10007—80 от 2,18 до 2,21 г/см³. Обладает высокой тепло- и морозостойкостью, остаётся гибким и эластичным при температурах от минус 70 до плюс 270 $^{\circ}\text{C}$, прекрасный изоляционный материал. Тефлон обладает очень низкими поверхностным натяжением и адгезией и не смачивается ни водой, ни жирами, ни большинством органических растворителей. По своей химической стойкости превосходит все известные синтетические материалы и благородные металлы. Не разрушается под влиянием щелочей, кислот и даже смеси азотной и соляной кислот. Разрушается расплавами щелочных металлов, фтором и трифторидом хлора.

PE (Polyethylene) — международное обозначение полиэтилена термопластичный полимер этилена, относится к классу полиолефинов. Является органическим соединением и имеет длинные молекулы ... — CH_2 — CH_2 — CH_2 — ..., где «—» обозначает ковалентные связи между атомами углерода. Самая распространённая в мире пластмасса. Представляет собой массу белого цвета (тонкие листы прозрачны и бесцветны). Химически- и морозостоек, диэлектрик, не чувствителен к удару (амортизатор), при нагревании размягчается (80—120 $^{\circ}\text{C}$), адгезия (прилипание) — чрезвычайно низкая.

PP (Polipropilen) международное обозначение полипропилена — это термопластичный полимер пропилена (пропена). В отличие от полиэтилена, полипропилен менее плотный (плотность 0,91 г/см³, что является наименьшим значением вообще для всех пластмасс), более твёрдый (стойк к истиранию), более термостойкий (начинает размягчаться при 140 $^{\circ}\text{C}$, температура плавления 175 $^{\circ}\text{C}$), почти не подвергается коррозионному растрескиванию. Обладает высокой чувствительностью к свету и кислороду (чувствительность понижается при введении стабилизаторов). Полипропилен — химически стойкий материал. Заметное воздействие на него оказывают только сильные окислители — хлорсульфоновая кислота, дымящая азотная кислота, галогены, олеум. Концентрированная 58%-ная серная кислота и 30%-ный пероксид водорода при комнатной температуре действуют незначительно. Продолжительный контакт с этими реагентами при 60 $^{\circ}\text{C}$ и выше приводит к деструкции полипропилена. В органических растворителях полипропилен при комнатной температуре незначительно набухает. Выше 100 $^{\circ}\text{C}$ он растворяется в ароматических углеводородах, таких, как бензол, толуол.

Как любое техническое устройство, применяемое на опасных производственных объектах, технологические трубопроводы подлежат периодическому контролю технического состояния, а в случаях, предусмотренных положениями Федерального закона «О промышленной безопасности опасных производственных объектов» № 116-ФЗ экспертизе промышленной безопасности.

При проведении экспертизы промышленной безопасности стальных технологических трубопроводов, эксперты не испытывают значительных трудностей в поиске нормативно правовых актов для определения соответствия трубопроводов требованиям НТД. В помощь экспертам методики, разработанные специализированными организациями и проектными институтами, руководящие документы и стандарты ассоциаций, согласованные Ростехнадзором, ГОСТы на элементы трубопроводов, и иная полезная нормативная техническая документация.

При проведении экспертизы промышленной безопасности технологических трубопроводов из пластмасс дело обстоит совсем иначе! Стоит отметить, что и трубопровод из пластмассы «работает» по-иному. В силу физических характеристик пластмасс, трубопровод не способен воспринимать весовые нагрузки, температурные воздействия, высокое давление, также как стальной трубопровод. Преимуществами применения пластмасс является легкость конструкции и химическая стойкость к агрессивным средам. К указанным преимуществам допустимо прибавить и легкость монтажа.

С развитием индустрии применения трубопроводов из пластмасс в быту, растет качество и разнообразие выполнения неразъемных соединений и герметичность разъемных соединений и арматуры.

Авторы статьи рекомендуют к использованию при проведении экспертизы промышленной безопасности технологических трубопроводов из пластмасс некоторую нормативную техническую документацию:

– **СНиП 3.05.05–84** «Технологическое оборудование и технологические трубопроводы» содержит раздел «КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА СОЕДИНЕНИЙ ПЛАСТМАССОВЫХ ТРУБОПРОВОДОВ», рекомендации по выбору давления испытания.

– **СН 550–82** «Строительные нормы. Инструкция по проектированию технологических трубопроводов из пластмассовых труб». Содержит требования проектирования технологических трубопроводов из пластмассовых труб диаметром до 1200 мм, предназначенных для транспортирования жидких и газообразных веществ с различными физико-химическими свойствами (сырье, полуфабрикаты, реагенты, промежуточные и конечные продукты, полученные или использованные в технологическом процессе и др.), к которым материал труб химически стоек или относительно стоек. В документе приводится классификация технологических трубопроводов на группы в зависимости от физико-химических свойств транспортируемых по ним веществ, приведены требования к конструкции трубопроводов и методика расчета на прочность и устойчивость трубопровода.

– **Пособие** по проектированию технологических трубопроводов из пластмассовых труб (к СН 550–82) содержит данные по свойствам пластмассовых труб, графики для определения расчетных характеристик материала труб, графики по сроку службы трубопро-

водов в зависимости от рабочей температуры и нормативного длительного сопротивления разрушению материала труб. В Пособии приведены примеры расчета срока службы, который возможно применить при расчете остаточного ресурса.

При необходимости возможно использование **ГОСТ 11262–80** «Пластмассы. Метод испытания на растяжение». Необходимость проведения испытаний образцов при экспертизе промышленной безопасности может возникнуть при отсутствии данных о материале элементов трубопровода и невозможности проведения расчета на прочность. Следует отметить, что испытания должны проводиться силами специализированной лаборатории, аттестованной в установленном порядке в качестве лаборатории разрушающего контроля. В стандарте определены требования к образцам, проведению испытаний и обработке результатов.

Для определения давления разрушения и критического напряжения рекомендуется пользоваться **ГОСТ ISO 1167–1–2013** «Трубы, соединительные детали и узлы соединений из термопластов для транспортирования жидких и газообразных сред. Определение стойкости к внутреннему давлению. Часть 1. Общий метод».

Авторы статьи надеются, что в обозримом будущем объем документации по проведению контроля технического состояния технологических трубопроводов из пластмасс будет сопоставим с документацией по стальным технологическим трубопроводам, и во многие документы будут добавлены разделы по эксплуатации технологических трубопроводов из пластмасс.

Литература:

1. ГОСТ 11262–80 «Пластмассы. Метод испытания на растяжение».
2. ГОСТ ISO 1167–1–2013 «Трубы, соединительные детали и узлы соединений из термопластов для транспортирования жидких и газообразных сред. Определение стойкости к внутреннему давлению. Часть 1. Общий метод».
3. СН 550–82 «Строительные нормы. Инструкция по проектированию технологических трубопроводов из пластмассовых труб».
4. Пособие по проектированию технологических трубопроводов из пластмассовых труб (к СН550–82).
5. СНиП 3.05.05–84 «Технологическое оборудование и технологические трубопроводы».
6. Федеральный закон «О промышленной безопасности опасных производственных объектов» № 116-ФЗ (ред. от 13.07.2015 г.).

Антикризисная политика промышленных предприятий

Сапронов Олег Алексеевич, эксперт по промышленной безопасности;
Токарев Дмитрий Александрович, эксперт по промышленной безопасности;
Доронин Сергей Евгеньевич, эксперт по промышленной безопасности
Китаев Олег Олегович, эксперт по промышленной безопасности

В данной статье рассмотрена стратегия антикризисной политики промышленных предприятий в период снижения спроса на выпускаемую продукцию.

Ключевые слова: кризис, спрос, продукция, промышленная безопасность

Anti-crisis policy of industrial enterprises

Sapronov Oleg, Expert on industrial safety, Vladimir
Tokarev Dmitry, Expert on industrial safety, Vladimir
Doronin Sergey, Expert on industrial safety, Vladimir
Kitaev Oleg, Expert on industrial safety, Moscow

This article considers the strategy of anti-crisis policy of industrial enterprises in a period of declining demand for manufactured products.

Keywords: Crisis, demand, production, industrial safety.

Кризис — это крайнее обострение внутривыпускных и социально-экономических отношений, а также отношений организации с внешнеэкономической средой [1].

Кризисные ситуации могут возникнуть на любой стадии деятельности организации как в период становления и развития, так и в период стабилизации и расширения производства.

В последние годы наиболее частыми становятся внешние социально-экономические и политические причины наступления кризисных ситуаций, вызывающие риск снижения спроса на продукцию, что в свою очередь является основополагающим фактором, сдерживающим рост производства на промышленных предприятиях. Снижение индивидуального спроса из-за ухудшения общего экономического положения населения, вследствие резкого роста инфляции — одна из главных причин и составляющих социально-экономической ситуации в обществе.

Из-за нарушения связи между производством и потреблением объем невостребованной продукции увеличивается. Эту опасную тенденцию необходимо учитывать предприятиям, особенно в условиях современных внешнеэкономических отношений, чтобы правильно спланировать ассортимент и объемы производства, целесообразно расходовать ресурсы и своевременно реализовывать произведенную продукцию, которая должна быть конкурентоспособной. Наиболее остро проблему сбыта продукции испытывает производитель в случае, когда один из немногих, а не редко и единственный крупный заказчик оказывается за гранью платежеспособности.

Как следствие, производитель, не реализующий продукцию в привычном для себя объеме и по ранее установленным ценам, теряет прибыль. Такая ситуация негативно отражается на производственной деятельности предприятия. В сложившихся условиях происходит задержка выплаты заработной платы, переход на сокращенный график работы, снижение цен на выпускаемую продукцию, экономия всех видов ресурсов, сокращение численности рабочего персонала и т.п.

Экономический спад на предприятиях неизбежно приводит к повышению вероятности возникновения промышленных рисков и негативно сказывается на состоянии промышленной безопасности. Это связано с тем, что предприятия в целях экономии затрат вынуждены использовать более дешевые и зачастую некачественные за-

пасные части и эксплуатационные материалы, проводить обслуживание и планово-предупредительные ремонты при крайней необходимости, с отступлением от графиков. Кроме того, на предприятиях отсутствует финансовая возможность обновления технологического оборудования. Деятельность предприятий, попадающих под категорию опасных производственных объектов (в соответствии с Федеральным законом «О промышленной безопасности опасных производственных объектов» № 116-ФЗ) и вовсе может оказаться под вопросом из-за невыполнения требований промышленной безопасности. Например, исходя из финансовых соображений, предприятие не может себе позволить провести экспертизу промышленной безопасности, либо выполнить законное предписание органов государственного надзора. В этом случае законодательством предусмотрено в отношении должностных лиц наложение административного штрафа или дисквалификация, а в отношении юридических лиц — штраф, либо приостановление деятельности предприятия.

Для решения такого рода проблем существуют различные стратегии антикризисного управления, наиболее важными из которых являются следующие:

- предупреждение возникновения кризиса и подготовка к его наступлению;
- разработка мероприятий по последовательному выходу из кризиса;
- создания условий снижения последствий кризиса на деятельность предприятия;
- выжидание наступления пика кризисной ситуации для успешного решения проблемы его преодоления;
- стабилизация ситуации посредством использования дополнительных ресурсов и резервов;
- возможное снижение налоговых затрат;
- реализация имущества, не связанного с производственной деятельностью.

В период, когда промышленные предприятия сталкиваются с финансовыми трудностями, предпринимаются меры по снижению всех видов затрат с целью уменьшения себестоимости продукции. Руководство компаний видит в этом главный рецепт выживания в кризисных ситуациях.

Возможными путями снижения затрат являются:

- применение более экономичного оборудования;
- применение менее затратных технологических процессов;

– эксплуатация основного энергопотребляющего оборудования в период временного (суточного) снижения тарифов на электроэнергию;

– рассмотрение целесообразности вывода опасных производственных объектов предприятия из государственного реестра опасных производственных объектов. Под этим понимается экономическое сравнение разовых затрат на проведение комплекса мероприятий, связанных разработкой проекта ликвидации или технического перевооружения и проведения экспертизы этого проекта с периодическими расходами на проведение экспертизы промышленной безопасности объекта. К примеру: на предприятиях по добыче общераспространенных полезных ископаемых и разработки россыпных месторождений полезных ископаемых, осуществляемых открытым способом это можно достичь путем отказа от проведения взрывных работ; в металлургическом и литейном производстве — путем применения печей с количеством расплава менее 500 кг; на предприятиях, где используются подъемные сооружения — путем переоборудования грузоподъемных механизмов (грузоподъемностью до 10 т) на управления с пола посредством кнопочного аппарата, подвешенного на кране, или со стационарного пульта, а также управляемые дистанционно по радиоканалу или однопроводной линии связи; на объектах, где используется оборудование, работающее под избыточным давлением — путем использования избыточного давления не более 0,07 МПа, на объектах, использующие опасные вещества — путем снижения коли-

чества опасного вещества меньше значений, указанных в Приложении 2 Федерального закона «О промышленной безопасности опасных производственных объектов» № 116-ФЗ.

Кроме того, возможны варианты сохранения спроса на выпускаемую продукцию путем:

– перераспределения объемов ассортимента продукции, в зависимости от спроса и расширения сферы оказываемых услуг, которые могли бы дополнительно заинтересовать потребителя. Например, производитель предлагает транспортные услуги по доставке собственной продукции;

– торговля путем прямого обмена продукцией или услуг (использование бартерных сделок);

– активизации поиска потенциальных заказчиков и тактически грамотной организацией сбыта готовой продукции. К примеру, не следует пытаться массово реализовать продукцию в период снижения цен на нее. Гораздо целесообразнее приостановить продажи, а основное производство направить на склад. Стоит помнить, что одно из условий успешного бизнеса гласит: покупать нужно, когда все продают, а продавать, когда все покупают.

Опасность возникновения кризиса в организации существует всегда, поэтому промышленным предприятиям необходимо постоянно анализировать ситуацию на рынке сбыта с целью прогнозирования и предупреждения кризисных ситуаций. А при их наступлении, необходимо иметь средства и резервы для их преодоления. Кроме того, необходимо владеть системой управления деятельности предприятия в условиях наступившего кризиса.

Литература:

1. Жарковская, Е. П., Бродский Б. Е. Антикризисное управление. — М.: ОМЕГА-Л, 2004.
2. «Кодекс Российской Федерации об административных правонарушениях» от 30.12.2001 N 195-ФЗ (ред. от 14.12.2015).
3. Тэпман, Л. Н. Риски в экономике. Под ред. проф. В. А. Швандара. — М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2002.
4. Федеральный закон «О промышленной безопасности опасных производственных объектов» от 21.07.97 г. № 116-ФЗ (в редакции от 13.07.2015 г.).
5. Чурбанова, Е. С., Кузнецов В. П. Кризисные ситуации в деятельности промышленных предприятий: причины и методы борьбы. // [Электронный ресурс]. URL: <http://pandia.ru>. (дата обращения 04.12.2015 г.).

Особенности состава и свойств устойчивых водонефтяных эмульсий местных нефтей

Саторов Мирвохид Олимович, преподаватель
Бухарский инженерно-технологический институт (Узбекистан)

В настоящее время динамичное развитие добычи и переработки нефти в Узбекистане требует разработки эффективных научно-обоснованных методов обезвоживания и обессоливания водонефтяных эмульсий, особенно устойчивости характера.

Знание особенностей состава и свойств местных водонефтяных эмульсий позволяет их правильно классифици-

ровать и смешивать для дальнейшей переработки т.е. для обезвоживания, обессоливания и т.д. [1].

Устойчивые водонефтяные эмульсии, образующиеся на промыслах нефти (ПН), участках подготовки нефти (УПН) и нефтеперерабатывающих заводах (НПЗ) сильно различаются как по составу, так и по их количеству [1].

Основная часть образующихся на практике устойчивых водонефтяных эмульсий находятся на ПН и УПН, где в отдельности подбирают вид и расход деэмульгатора.

Известно, что в процессах обезвоживания и обессоливания нефти в основном удаляются с пластовой водой водорастворимых компоненты (соли, кислоты и т.п.). Часть ранее введенного деэмульгатора остается в нефти (хотя его ничтожно мало по сравнению с основными компонентами нефти).

В УПН, где поступающие нефти смешиваются в общих резервуарах наблюдается образование устойчивых водонефтяных эмульсий.

Здесь подбор эффективного деэмульгатора ведется без учета ранее примененного в ПН деэмульгатора.

Часто, ошибочный подбор того-или иного деэмульгатора не приводит к ускорению процесса разрушения водонефтяной эмульсии, а способствует повышению его устойчивости.

Анализ состава и свойств устойчивых водонефтяных эмульсий местных нефтей показала, что в них имеются в значительных количествах: парафины, механические примеси, смолянисто-асфальтеновые соединения повышающие их устойчивость.

Интенсивность разрушения водонефтяной эмульсии характеризуется по разности ($\Delta\rho$) между плотностями воды и нефти, а также отношением суммарного содержания асфальтенов (а) и смол (с) к содержанию парафинов (п) в нефти: $[(a+c)/n]$. Последний показатель дает

возможность предопределить способ деэмульгирования перерабатываемой водонефтяной эмульсии.

Показатель $\Delta\rho$ соответствует движущей силе гравитационного отстаивания и по нему исследуемые водонефтяные эмульсии можно классифицировать на [2]:

- трудно расслаиваемые ($\Delta\rho=0,2\div 0,25$ г/см³);
- расслаиваемые ($\Delta\rho=0,25\div 0,3$ г/см³);
- легко расслаиваемые ($\Delta\rho=0,3\div 0,35$ г/см³),
- а по показателю $[(a+c)/n]$ на:
- смешанные $[(a+c)/n=0,951\div 1,400]$;
- смолистые $[(a+c)/n=2,759\div 3,888]$;
- высокосмолистые $[(a+c)/n=4,774$ и более].

В табл. 1 представлены показатели $\Delta\rho$ и $[(a+c)/n]$ водонефтяных эмульсий, добываемых в Узбекистане.

Из табл. 1 видно, что среди рассмотренных местных водонефтяных эмульсий к легкораслаиваемому относится эмульсия Андижанского месторождения ($\Delta\rho=0,301\div 0,324$ г/см³). Эмульсии месторождений Кокдумалак ($\Delta\rho=0,271\div 0,275$ г/см³), Северный Уртабулак ($\Delta\rho=0,273\div 0,288$ г/см³), Крук ($\Delta\rho=0,272\div 0,283$ г/см³), Южный Аламышик ($\Delta\rho=0,275\div 0,279$ г/см³) и Зеварда ($\Delta\rho=0,278\div 0,282$ г/см³) по показателю $\Delta\rho$ классифицируются как расслаиваемые, а остальные — как трудно-расслаиваемые. Причем, водонефтяные эмульсии месторождений Амударья ($\Delta\rho=0,205\div 0,211$ г/см³), Ляльмикар ($\Delta\rho=0,224\div 0,229$ г/см³), Коштар ($\Delta\rho=0,246\div 0,257$ г/см³), Кокайты ($\Delta\rho=0,232\div 0,237$ г/см³) и Миршади ($\Delta\rho=0,215\div 0,219$ г/см³) трудно поддаются разрушению даже в присутствии активных деэмульгаторов.

Таблица 1. Показатели $\Delta\rho$ и $[(a+c)/n]$ местных водонефтяных эмульсий

Месторождения	Значение $\Delta\rho$, г/см ³	Значение $[(a+c)/n]$	Характеристика свойств эмульсии
Кокдумалак (контроль)	0,271÷0,275	1,185÷1,248	Расслаиваемая, смешанная
Северный Уртабулак	0,273÷0,288	2,765÷2,774	Расслаиваемая, смолистая
Крук	0,272÷0,283	2,761÷2,772	Расслаиваемая, смолистая
Южный Аламышик	0,275÷0,279	2,766÷2,783	Расслаиваемая, смолистая
Андижан	0,301÷0,324	1,325÷1,345	Легкораслаиваемая, смешанная
Зеварда	0,278÷0,282	1,214÷1,263	Расслаиваемая, смешанная
Шурчи	0,212÷0,218	2,964÷3,693	Труднораслаиваемая, смолистая
Джаркак	0,221÷0,235	2,815÷3,451	Труднораслаиваемая, смолистая
Амударья	0,205÷0,211	7,791÷7,825	Труднораслаиваемая, высокосмолистая
Ляльмикар	0,224÷0,229	7,753÷7,758	Труднораслаиваемая, высокосмолистая
Коштар	0,246÷0,257	7,546÷7,623	Труднораслаиваемая, высокосмолистая
Кокайты	0,232÷0,237	7,764÷7,771	Труднораслаиваемая, высокосмолистая
Миршади	0,215÷0,219	8,112÷8,119	Труднораслаиваемая, высокосмолистая

По показателю $[(a+c)/n]$ местные водонефтяные эмульсии месторождений Кокдумалак, Андижан и Зеварда относятся к смешанным, Северный Уртабулак, Крук, Южный Аламышик, Шурчи и Джаркак — к смолистым, Амударья, Ляльмикар, Коштар, Кокайты и Миршади — к высокосмолистым.

Таким образом, изучая значения показатели $\Delta\rho$ и $[(a+c)/n]$ местных водонефтяных эмульсий можно установить их расслаивающую способность. Полученные показатели позволяют характеризовать водонефтяные эмульсии не только по их месторождениям, но и правильно смешивать их с учетом соответствующих их значений $\Delta\rho$ и $[(a+c)/n]$.

Литература:

1. Медведев, В. Ф. Сбор и подготовка неустойчивых эмульсий на промыслах, М.: Недра, 1987—278с.
2. Атауллаев, Ф. Ш. Комбинированный способ интенсификации процесса разрушений устойчивых водонефтяных эмульсии местных нефтей, Автореферат. Канд. техн. наук. Ташкент, ИОНХ АН РУз. 2007—25с.

Молодой ученый

Международный научный журнал
Выходит два раза в месяц

№ 2 (106) / 2016

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.

Международный редакционный совет:

Айрян З. Г. (Армения)
Арошидзе П. Л. (Грузия)
Атаев 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)

Руководитель редакционного отдела: Кайнова Г. А.

Ответственный редактор: Осянина Е. И.

Художник: Шишков Е. А.

Верстка: Бурьянов П. Я., Голубцов М. В.

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

Материалы публикуются в авторской редакции.

АДРЕС РЕДАКЦИИ:

почтовый: 420126, г. Казань, ул. Амирхана, 10а, а/я 231;

фактический: 420029, г. Казань, ул. Академика Кирпичникова, д. 25.

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

Учредитель и издатель:

ООО «Издательство Молодой ученый»

ISSN 2072-0297

Подписано в печать 10.02.2016. Тираж 500 экз.

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