

СОВРЕМЕННЫЕ ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ НАУКИ И ТЕХНОЛОГИЙ

ПЕРИОДИЧЕСКИЙ НАУЧНЫЙ СБОРНИК

ПО МАТЕРИАЛАМ XXIV МЕЖДУНАРОДНОЙ
НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ
Г. БЕЛГОРОД, 31 МАРТА 2017 Г.

2017
№ 3-4



АГЕНТСТВО ПЕРСПЕКТИВНЫХ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ
(АПНИ)

СОВРЕМЕННЫЕ ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ
НАУКИ И ТЕХНОЛОГИЙ

2017 • № 3, часть 4

Периодический научный сборник

*по материалам
XXIV Международной научно-практической конференции
г. Белгород, 31 марта 2017 г.*

ISSN 2413-0869

СОВРЕМЕННЫЕ ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ НАУКИ И ТЕХНОЛОГИЙ

2017 • № 3-4

Периодический научный сборник

Выходит 12 раз в год

Свидетельство о регистрации средства массовой информации ПИ № ФС 77-65905 от 06 июня 2016 г. выдано Федеральной службой по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций (Роскомнадзор)

Учредитель и издатель:

ИП Ткачева Екатерина Петровна

Главный редактор: Ткачева Е.П.

Адрес редакции: 308000, г. Белгород, Народный бульвар, 70а

Телефон: +7 (919) 222 96 60

Официальный сайт: issledo.ru

E-mail: mail@issledo.ru

Информация об опубликованных статьях предоставляется в систему **Российского индекса научного цитирования (РИНЦ)** по договору № 301-05/2015 от 13.05.2015 г.

Материалы публикуются в авторской редакции. За содержание и достоверность статей ответственность несут авторы. Мнение редакции может не совпадать с мнением авторов статей. При использовании и заимствовании материалов ссылка на издание обязательна.

Электронная версия сборника находится в свободном доступе на сайте:
www.issledo.ru

По материалам XXIV Международной научно-практической конференции «Современные тенденции развития науки и технологий» (г. Белгород, 31 марта 2017 г.).

Редакционная коллегия

Духно Н.А., д.ю.н., проф. (Москва); *Васильев Ф.П.*, д.ю.н., доц., чл. Российской академии юридических наук (Москва); *Винаров А.Ю.*, д.т.н., проф. (Москва); *Датий А.В.*, д.м.н. (Москва); *Кондрашихин А.Б.*, д.э.н., к.т.н., проф. (Севастополь); *Котович Т.В.*, д-р искусствоведения, проф. (Витебск); *Креймер В.Д.*, д.м.н., академик РАЕ (Москва); *Кумехов К.К.*, д.э.н., проф. (Москва); *Радина О.И.*, д.э.н., проф., Почетный работник ВПО РФ, Заслуженный деятель науки и образования РФ (Шахты); *Тихомирова Е.И.*, д.п.н., проф., академик МААН, академик РАЕ, Почётный работник ВПО РФ (Самара); *Алиев З.Г.*, к.с.-х.н., с.н.с., доц. (Баку); *Стариков Н.В.*, к.с.н. (Белгород); *Таджибоев Ш.Г.*, к.филол.н., доц. (Худжанд); *Ткачев А.А.*, к.с.н. (Белгород); *Шановал Ж.А.*, к.с.н. (Белгород)

СОДЕРЖАНИЕ

СЕКЦИЯ «ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ»	6
<i>Бабаева Е.Ю., Коробова Л.А.</i> ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ФРЕЙМОВОЙ МОДЕЛИ ДЛЯ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ ЗНАНИЙ О КЛАССИФИКАЦИИ ГЛАЗНЫХ ЗАБОЛЕВАНИЙ.....	6
<i>Баженов Е.Н.</i> АНАЛИЗ ПРИМЕНЕНИЯ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ И ГЕОМЕТРИКО-СТРУКТУРНОГО ПОДХОДА ДЛЯ РАСПОЗНАВАНИЯ ОБРАЗОВ.....	10
<i>Бобрикова И.Г., Ледовой Э.А., Шахлевич Е.С.</i> КИНЕТИЧЕСКИЕ ЗАКОНОМЕРНОСТИ ЭЛЕКТРООСАЖДЕНИЯ ЦИНКА В БЕЗАММОНИЙНОМ СУЛЬФАТНО-ХЛОРИДНОМ ЭЛЕКТРОЛИТЕ	12
<i>Вернигорю Ю.М., Фролова Н.Н., Плотников Д.М.</i> ПРАКТИЧЕСКОЕ ПРИМЕНЕНИЕ ОТХОДОВ ШЛИФОВАЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА .	17
<i>Дьяков В.Е.</i> РЕГЕНЕРАЦИЯ ПРИПОЕВ ИЗ ОТХОДОВ ПЕЧАТНЫХ ПЛАТ ЦЕНТРОБЕЖНОЙ ФИЛЬТРАЦИЕЙ	23
<i>Дьяков Д.Е., Лиховидов Д.В., Великодный Г.С.</i> РАЗВИТИЕ ОБОРУДОВАНИЯ ИЗМЕРЕНИЯ ОБЪЕМА ТОПЛИВА НА ПРИМЕРЕ СЧЁТЧИКА ТОПЛИВА ИП179	27
<i>Ефимов А.Ю., Глухов С.Н.</i> ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ БОРЬБЫ С КОНДЕНСАТОМ В СИСТЕМЕ ВОЗДУХОСНАБЖЕНИЯ.....	29
<i>Ефимов А.Ю., Крылов А.Ю.</i> АНАЛИЗ И РЕШЕНИЕ ПРОБЛЕМ СИСТЕМ ГОРЯЧЕГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ.....	34
<i>Ефимов А.Ю., Кузнецов Д.В., Петрушкин П.Н.</i> ДИАГНОСТИЧЕСКИЙ ПОДХОД ДЛЯ ПРЕДУПРЕЖДЕНИЯ АВАРИЙ ОБОРУДОВАНИЯ	40
<i>Зуева А.П., Тихомирова А.Н.</i> АВТОМАТИЗАЦИЯ РАБОТЫ ОТДЕЛА КАДРОВ НА МАЛОМ ПРЕДПРИЯТИИ	42
<i>Камчыбеков Д.К.</i> ИНВЕСТИЦИОННЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ ПРОМЫШЛЕННЫХ УГОЛЬНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ПО РЕГИОНАМ КЫЗГЫЗСТАНА.....	45
<i>Камчыбеков Д.К.</i> ТЕХНИЧЕСКИЕ ПРЕДПОСЫЛКИ УСКОРЕННОГО РАЗВИТИЯ УГОЛЬНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ КЫРГЫЗСТАНА	50
<i>Кириченко Д.О., Тихомирова А.Н.</i> СОЗДАНИЕ ВЕБ-ОРИЕНТИРОВАННОГО ПРОГРАММНОГО ПРИЛОЖЕНИЯ ДЛЯ АВТОМАТИЗАЦИИ БИЗНЕС-ПРОЦЕССОВ ОБРАБОТКИ ЗАКАЗОВ	55
<i>Колосов С.В., Чуличков И.В., Чуличков В.В.</i> ВОПРОСЫ ПРИМЕНЕНИЯ НАНОТЕХНОЛОГИЙ В АВТОМОБИЛЕСТРОЕНИИ	57
<i>Комаров А.И., Верендяйкин Г.Г.</i> ТЕПЛООБМЕН В УСЛОВИЯХ КОЛЕБАНИЯ ПОТОКА.....	61
<i>Комаров А.И., Макеев А.Н.</i> К ВОПРОСУ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЯВЛЕНИЯ КАВИТАЦИИ.....	63

Королев Н.Я. ПРОЧНОСТЬ ТРУБ ПРИ ВНУТРЕННЕМ ДАВЛЕНИИ.....	66
Кремер Ю.Г. ИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ В БУХГАЛТЕРСКОМ УЧЕТЕ: ПРОБЛЕМЫ И ПУТИ РЕШЕНИЯ	74
Лапшин В.П., Дячков А.В., Стецурин Е.А. МОДЕЛИРОВАНИЕ ДИНАМИКИ ПОСТУПАТЕЛЬНОГО ДВИЖЕНИЯ МАЛОГО МОБИЛЬНОГО РОБОТА	77
Лисома В.Э. ТИПОЛОГИЯ АУДИТА САЙТА.....	82
Осипук А.Ю., Киреев С.О., Кадеров Х.К. РАЗРАБОТКА ЭСКИЗНОГО ПРОЕКТА БЛОКА МАНИФОЛЬДОВ РАМНОГО ИСПОЛНЕНИЯ КОНТЕЙНЕРНОГО ТИПА ДЛЯ ГИДРАВЛИЧЕСКОГО РАЗРЫВА ПЛАСТА.....	85
Панасюк А.Н., Кашибулгаянов Р.А., Липкань А.В. КОНЦЕПЦИЯ МЕТОДИКИ ОЦЕНКИ ФУНКЦИОНАЛЬНО-ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ДВИЖИТЕЛЕЙ МАШИН В ЗОНАЛЬНЫХ УСЛОВИЯХ	90
Петрушкин П.Н. ПРИМЕНЕНИЕ ТЕПЛОВЫХ ТРУБ ДЛЯ ОХЛАЖДЕНИЯ СИЛОВЫХ ПОЛУПРОВОДНИКОВЫХ ПРИБОРОВ.....	99
Петрушкин П.Н., Хусяинов И.А. ВЕРОЯТНОСТНЫЕ МОДЕЛИ ОТКАЗОВ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ УСТАНОВОК.....	102
Платонов Ю.Г., Артамонова Е.В. ВОЗМОЖНОСТИ ТЕХНОЛОГИИ ОБЪЕКТ RELATIONAL MAPPING ДЛЯ НЕРЕЛЯЦИОННЫХ БАЗ ДАННЫХ	104
Попов А.А. ОЦЕНКА ТЕПЛОЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ СИСТЕМ ПРОМЫШЛЕННОЙ ВЕНТИЛЯЦИИ	108
Ручко К.А., Проценко М.С., Карнов А.С., Красников С.С. МЕТОДЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ДОРОЖНОГО ДВИЖЕНИЯ ПРИ ПЕРЕВОЗКАХ НЕГАБАРИТНЫХ И ТЯЖЕЛЫХ ГРУЗОВ	112
Рябцев М.В. АНАЛИЗ ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ДАТЧИКА ОПТИЧЕСКОГО ПОТОКА ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ОРИЕНТАЦИИ БЕСПИЛОТНОЙ АВИАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ С НЕПОДВИЖНЫМ КРЫЛОМ.....	115
Тишина А.В., Рудиков Д.А. КРИТЕРИЙ ОПТИМИЗАЦИИ ШУМА ОБОРУДОВАНИЯ НА СТАДИИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ	118
Сорокин А.Г. СПЕЦИФИКА ИНДУКЦИОННОГО НАГРЕВА ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ ПЛАСТИЧЕСКИХ МАСС МЕТОДОМ ЛИТЬЯ.....	120
Халезин С.В. РАСЧЕТ СЕБЕСТОИМОСТИ МАТЕРИАЛОВ В БЕТОНАХ РАЗЛИЧНОЙ СТРУКТУРЫ.....	123
Хоркин В.Н. ИЗГИБ КРИВОЙ СТАЛЬНОЙ ПЛАСТИНЫ НА ПРЕССЕ	127

Чулюков В.А. СТЕГАНОГРАФИЯ В ОБРАЗОВАНИИ	135
Шинкин В.Н. ПЕРВОЕ ПРИБЛИЖЕНИЕ РАСЧЕТА 2N-РОЛИКОВОЙ ЛИСТОПРАВИЛЬНОЙ МАШИНЫ	137
Шинкин В.Н. ВТОРОЕ ПРИБЛИЖЕНИЕ РАСЧЕТА 2N-РОЛИКОВОЙ ЛИСТОПРАВИЛЬНОЙ МАШИНЫ	141
Шинкин В.Н. ТРЕТЬЕ ПРИБЛИЖЕНИЕ РАСЧЕТА 2N-РОЛИКОВОЙ ЛИСТОПРАВИЛЬНОЙ МАШИНЫ	146

СЕКЦИЯ «ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ»

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ФРЕЙМОВОЙ МОДЕЛИ ДЛЯ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ ЗНАНИЙ О КЛАССИФИКАЦИИ ГЛАЗНЫХ ЗАБОЛЕВАНИЙ**Бабаева Е.Ю.**

магистрант кафедры информационных технологий моделирования и управления,
Воронежский государственный университет инженерных технологий,
Россия, г. Воронеж

Коробова Л.А.

зав. кафедрой информационных технологий моделирования и управления,
канд. техн. наук, Воронежский государственный университет
инженерных технологий, Россия, г. Воронеж

В статье рассматривается разработка модели для диагностики глазных заболеваний, в основе которой лежат правила продукции и прямая цепочка рассуждений.

Ключевые слова: фреймовая модель, правило продукции, цепочка прямого вывода.

При современном темпе жизни у обычного человека довольно часто не остается времени на визит к врачу. В том случае если у человека возникают жалобы на самочувствие, ему необходимо удостовериться в том, что его проблема требует консультации врача. В последнее время информационные технологии для анализа здоровья, постановки диагноза заболевания, рекомендации по применению лекарственных препаратов становятся популярными и востребованными. Поэтому, задача разработки программы, которая позволит провести первичную диагностику возможного заболевания и выдаст рекомендацию для дальнейшего обращения к специалисту, становится актуальной.

Рассмотрим диагностику заболевания глаз. Жизнь современного человека сложно представить без электронных устройств. Каждый день мы проводим много времени за компьютером и другими электронными приборами как на работе, так и дома. Также активно используем телефоны, которые стали больше, чем просто средством связи. Из-за постоянного напряжения глаз могут развиваться заболевания зрительного аппарата.

Заболевания глаз снижают способность человека четко видеть, они являются как органическими, так и функциональными поражениями зрительного анализатора человека, также это могут быть поражения придаточного аппарата глаза.

Заболевания зрительного анализатора обширны и их можно разделить на несколько разделов согласно международной классификации болезней.

Разработка системы поддержки принятия решения (СППР) диагностики глазных заболеваний будет состоять из двух частей:

1. Разработка модели поддержки принятия решения на основе нечеткой логики для диагностики принадлежности болезни к классу глазных заболеваний.

2. Разработка модели диагностики глазных заболеваний с помощью прямой цепочки рассуждений для диагностики непосредственно заболевания.

Рассмотрим разработку модели прямой цепочки рассуждений для диагностики глазных заболеваний.

При рассмотрении предметной области «Глазные заболевания», были выявлены следующие объекты и атрибуты, представленные на рис. 1.

Объект: заболевание.

Атрибуты:

1. Категории заболеваний
2. Названия заболеваний
3. Симптомы заболеваний

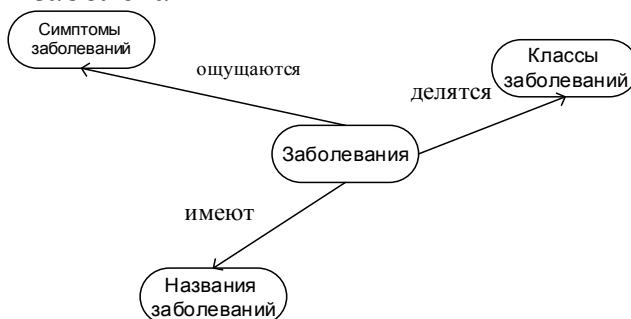


Рис. 1. Значения функции принадлежности «первичные симптомы»

С помощью фреймовой модели представления знаний [1] была реализована структура отношений, показанная на рис. 3. Модель наглядно иллюстрирует классификацию глазных заболеваний.

Самой распространенной формой реализации базы знаний является представление знаний с помощью правил продукции [5], с их помощью можно описать практически любую систему знаний.

Правила продукции представлены в виде импликации:

$$p_i : s_i \rightarrow d_i ,$$

- где p_i – правило продукции,
 s_i – условие применения правила,
 d_i – результат применения правила.

Использование правила продукции представлено на рис. 2.

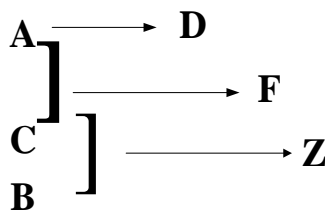


Рис. 2. Использование правила продукции

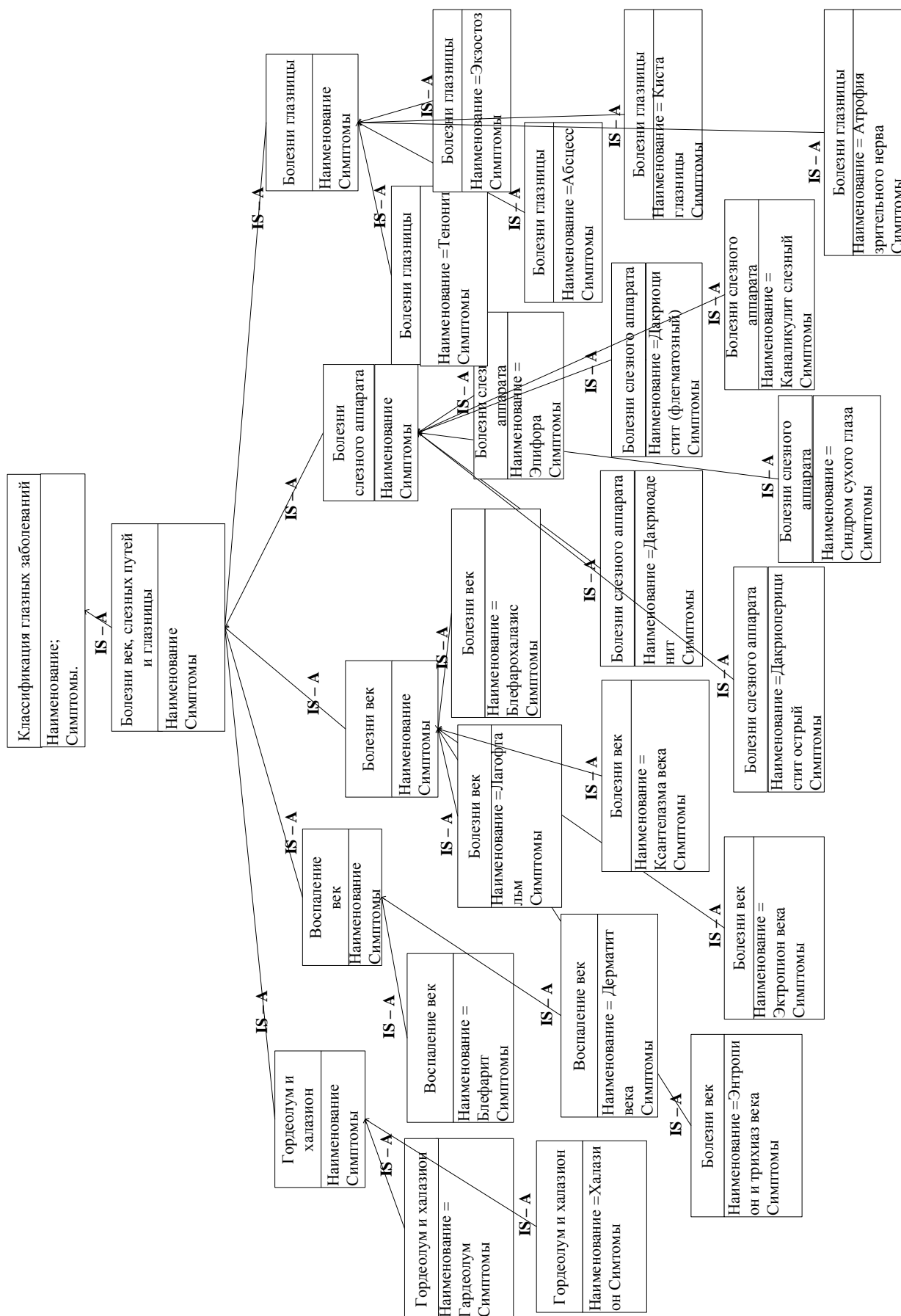


Рис. 3. Фреймовая модель представления знаний глазных заболеваний

Правило может быть интерпретировано следующим образом:

1. Если есть симптом (А) – ставится диагноз, болезнь (D).
2. Например. При симптоме уплотнение века, ставится один единственный диагноз – экзостоз, и он не сопровождается другими симптомами.
3. Если есть симптом (А) и симптом (С) – ставится диагноз, болезнь (F).
4. Если есть симптом (А) и симптом (С) и симптом (В) – ставится диагноз, болезнь (Z).

Например. При симптомах: уплотнение века, ощущение присутствия инородного тела в глазу и конъюнктивы ставится диагноз – киста глазницы.

По известным симптомам ставится диагноз, который следует из этих симптомов, таким образом, будет накапливаться рабочая память, т. е. формироваться и в последствие расширяться база диагнозов.

$A \& C \rightarrow F$, и диагноз F помещается в рабочую память (базу диагнозов). Далее, снова делается проверка правил, которые находятся в базе правил: $A \& C \& B \rightarrow Z$, и диагноз Z заносится в рабочую память (базу диагнозов). Если диагноз является окончательным, то поиск прекращается.

На рис. 4 представлены прямые цепочки рассуждений. В результате обучения системы после первого урока к симптомам заболевания добавлен новый диагноз D, который для следующего урока становится известным. Увеличение базы симптомов и диагнозов происходит на протяжении всего процесса обучения системы.

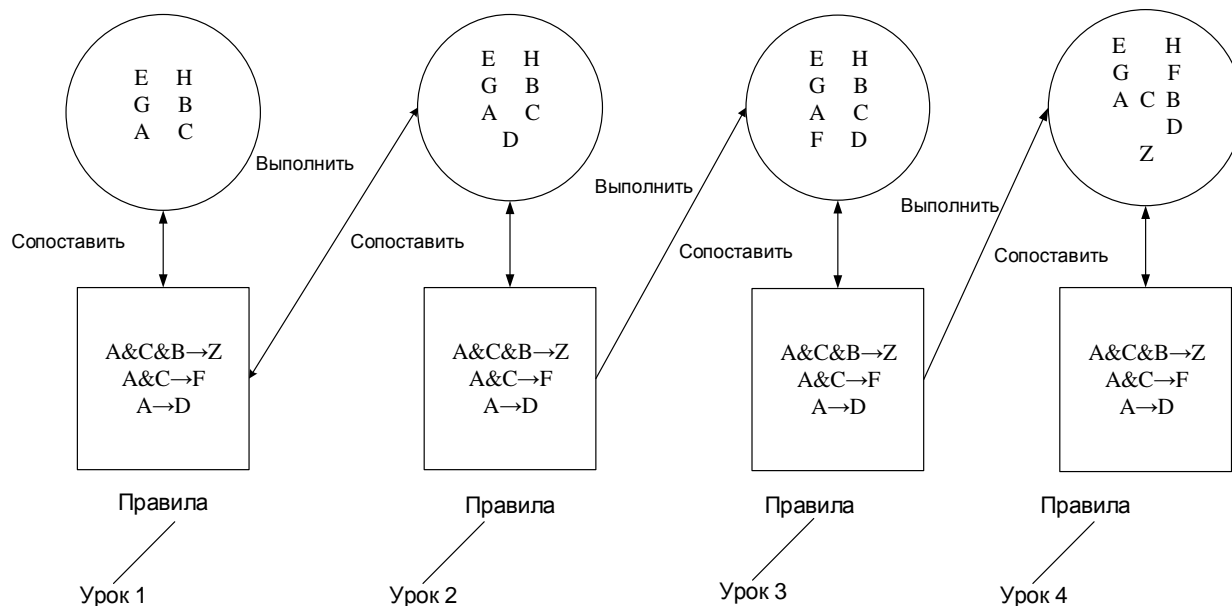


Рис. 4. Реализации прямой цепочки рассуждений

Процесс обучения системы заключается в следующем. Пока имеются известные симптомы вырабатывается новый диагноз по известным правилам. Этот диагноз заносится в рабочую память (базу диагнозов). Для заключительного урока процесса обучения системы, представленного на рис. 4, получаем: если выбраны из базы знаний симптомы А и С и В, то в случае применения правила $A \& C \& B \rightarrow$, следует вывод о диагнозе Z.

Таким образом, данный пример наглядно иллюстрирует возможность использования фреймовой модели для представления знаний о классификации глазных заболеваний. А также удобство и целесообразность применение прямых цепочек рассуждений для обучения системы постановки диагноза.

Список литературы

1. Бибило П. Н., Романов В. И. Логическое проектирование дискретных устройств с использованием продукционно-фреймовой модели представления знаний. – Минск: Беларус. наука, 2011. – 279 с.
2. Минькович Т.В. Модель методических систем обучения информатике. М: Логос, 2011. – 308 с.

АНАЛИЗ ПРИМЕНЕНИЯ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ И ГЕОМЕТРИКО-СТРУКТУРНОГО ПОДХОДА ДЛЯ РАСПОЗНАВАНИЯ ОБРАЗОВ

Баженев Е.Н.

магистрант, Ижевский государственный технический университет им. М.Т. Калашникова, Россия, г. Ижевск

Исследование посвящено вопросам применения нестандартных способов обработки и хранения данных, а также возможностям анализа информации при помощи геометрико-структурного подхода и подхода, в основе которого лежат нейронные сети.

Ключевые слова: Теория распознавания образа, образ, метрика, адаптация, обучение, нейронные сети, бинаризация, векторная графика, растровая графика, SVG.

На сегодняшний день, системы для обработки нестандартных способов хранения данных (звук, изображение) нашли достаточно большой отраслевой охват: телефоны способны распознавать речь, дорожные камеры могут понимать автомобильные номера со снимков, создаются целые системы для работы в медицине.

В данной статье будет рассмотрен пример, с обработкой растровых изображений с помощью двух подходов: геометрико-структурного и нейронных сетей. Процесс обработки изображения можно поделить на две части: подготовка изображения, обработка изображения. В обоих рассматриваемых случаях обе части будут различаться.

Распознавание образов, в случае с нейронной сетью, включает в себя следующие шаги [3]:

1) Бинаризация исходного изображения (выделение контуров объектов).

На этом шаге цвета исходного изображения преобразуются в бинарную палитру (только чёрный и белый цвета), в результате чего объекты выделяются визуально.

2) Сегментация.

На этом шаге, на изображении, полученном в результате бинаризации, выделяются участки с объектами (с чёрным цветом), так, чтобы в участок попадал только один объект.

3) Сжатие результата в матрицу.

На этом шаге, выбранные сегменты преобразуются к размеру, на который настроена нейронная сеть.

4) Применение нейронной сети.

В отличие от нейронных сетей, геометрико-структурный подход подразумевает работу с векторным изображением. Для распознавания образов необходимо выполнить следующие операции [1]:

1) Векторизация.

Преобразование растрового изображения в векторное. Например, в формате SVG.

2) Распознавание объектов.

Некоторые векторизаторы формируют всё изображение в один объект, который описывает сразу несколько фигур. Такая возможность появляется из-за особенности языка SVG. Но, поскольку SVG – это язык разметки, то все данные описаны явно, и выделение отдельных объектов – не трудная задача. Например, переход на другую координату может говорить о переходе к построению новой фигуры [4].

3) Определение классов объектов.

Поскольку SVG формат подразумевает явное выделение классов некоторых фигур, например `circle` – круг, `line` – линия, `rect` – прямоугольник, а в случае с нетипичными фигурами, предусмотрен объект `path`, с помощью которого можно описать объект любой сложности. Так, например, эллипс с одинаковыми вертикальным и горизонтальным радиусами – окружность [4].

Преимущества и недостатки рассматриваемых форматов

Каждый из рассмотренных подходов имеет свои преимущества и недостатки. Так применение нейронных сетей обладает следующим списком недостатков:

1) Если на изображении, например, находится человек на фоне большого джипа, то в результате бинаризации видно будет только джип и система не распознает человека.

2) Если выделенные сегменты будут достаточно большого размера, например 800*800px, а нейронная сеть настроена на сегменты в 10*10px, то возможно существенная потеря форма объекта на рассматриваемом сегменте.

3) Узкая специализация. Для решения задачи распознавания образов нет какого-то общего алгоритма для нейронных сетей: каждая задача требует индивидуального подхода.

4) Сложность, связанная с ненаглядным видом алгоритма самой нейронной сети.

Помимо недостатков нейронная сеть обладает и рядом преимуществ:

1) Способность к обучению.

2) Устойчивость к некорректности вводимых данных.

В свою очередь, геометрико-структурный подход также обладает некоторыми недостатками:

1) Зависимость от алгоритма векторизации: точности и правильности определения фигур.

2) Зависимость от возможностей выбранного векторного формата.

3) Отсутствие способности к обучению, или статичность спектра распознаваемых данных. Иными словами, такая система сможет распознать только те случаи, которые предусмотрены программным кодом.

А так же преимуществами:

1) Использование традиционных алгоритмов.

2) Наглядность используемой программной части.

3) Проще в масштабировании.

Таким образом, при выборе подхода, стоит учитывать разброс распознаваемых вариантов и изменчивость предметной области. Так, например, для работы с рукописью, больше подойдут нейронные сети, а в случае с обработкой снимков спутника, подойдёт геометрико-структурный подход.

Список литературы

1. A.N. Gorban., D.A. Rossiev. Нейронные сети на персональном компьютере. 1996 https://www.researchgate.net/publication/267446024_Neural_networks_on_a_personal_computer_Neironnye_seti_na_Personal%27nom_Komp%27yutere_in_Russian (Дата обращения: 10.03.2017).

2. Michael S. Lew. Next Generation Web Searches for Visual Content. 2000. https://www.researchgate.net/publication/220476003_Next-Generation_Web_Searches_for_Visual_Content (Дата обращения 24.02.2017).

3. Nuno Vasconcelos. Image Indexing with Mixture Hierarchies. 2001. <http://www.svcl.ucsd.edu/publications/conference/2001/cvpr01/cvpr01.pdf> (Дата обращения: 02.03.2017).

4. Бен Фрейн. HTML5 и CSS3. Разработка сайтов для любых браузеров и устройств. – СПб.: Питер, 2014. – 304 с.: ил.

КИНЕТИЧЕСКИЕ ЗАКОНОМЕРНОСТИ ЭЛЕКТРООСАЖДЕНИЯ ЦИНКА В БЕЗАММОНИЙНОМ СУЛЬФАТНО-ХЛОРИДНОМ ЭЛЕКТРОЛИТЕ

Бобрикова И.Г.

доцент кафедры «Химические технологии», канд. техн. наук, доцент,
Южно-Российский государственный политехнический университет
(НПИ) им. М.И. Платова, Россия, г. Новочеркасск

Ледовой Э.А., Шахлевич Е.С.

магистранты по направлению «Химическая технология»,
Южно-Российский государственный политехнический университет
(НПИ) им. М.И. Платова, Россия, г. Новочеркасск

В статье представлены результаты исследования кинетических закономерностей электроосаждения цинка в слабокислом безаммонийном сульфатно-хлоридном электролите. Установлена природа предельных токов в электролите с экологически приемлемыми добавками ПВП и ОС-20. Показана возможность участия в процессе электроосаждения

цинка высокодисперсных коллоидных частиц, формирующихся на основе гидроксида и основных солей цинка и интенсифицирующих процесс.

Ключевые слова: электроосаждение цинка, безаммонийный сульфатно-хлоридный электролит, природа предельных токов, высокодисперсные коллоидные частицы на основе гидроксида и основных солей цинка.

В современных отраслях промышленности для цинкования деталей, изготовленных из различных марок стали, наиболее распространенными являются слабокислые электролиты [6]. В составе многих из них большое содержание ионов аммония (аммиакатные электролиты) или ионов хлора (хлоридные электролиты), высокая концентрация солей цинка и токсичных органических добавок, что делает их экологически опасными и агрессивными и повышает материальные и энергетические затраты.

В связи с этим задача разработки и исследования низкоконцентрированного по основным компонентам слабокислого высокопроизводительного электролита цинкования, не содержащего ионы аммония и токсичные органические добавки, является весьма актуальной.

Перспективными с этой точки зрения являются электролиты, в которых при электроосаждении наряду с простыми и комплексными ионами цинка принимают участие высокодисперсные коллоидные частицы, образующиеся при подщелачивании прикатодного слоя на основе гидроксидов и основных солей цинка [1, 2, 4, 5, 8].

Исследования проводили в сульфатно-хлоридном электролите состава, г/л: сульфат цинка семиводный (в пересчете на металл) 13,5, хлорид калия 180, борная кислота 20 при рН 4,5-6,5 и комнатной температуре (18-25 °С).

Предварительные исследования [2] показали, что в электролите исследуемого состава эффективной является добавка ПВП, позволяющая в диапазоне концентраций 1,0-2,0 г/л получать полублестящее равномерное цинковое покрытие при плотностях тока 0,2-3,0 А/дм² и рН 5,5-6,0. Расширить диапазон рабочих плотностей тока до 4 А/дм² позволило введение совместно с добавкой ПВП 0,1-0,5 г/л препарата ОС-20.

Исследование кинетических закономерностей электроосаждения цинка в исследуемом электролите с добавками ПВП и ОС-20 проводили потенциодинамическим методом при температуре 20 °С. Величина рН 5,5.

Введение в исследуемый электролит 1,5 г/л добавки ПВП повышает катодную поляризацию (рис. 1), что улучшает структуру цинкового осадка.

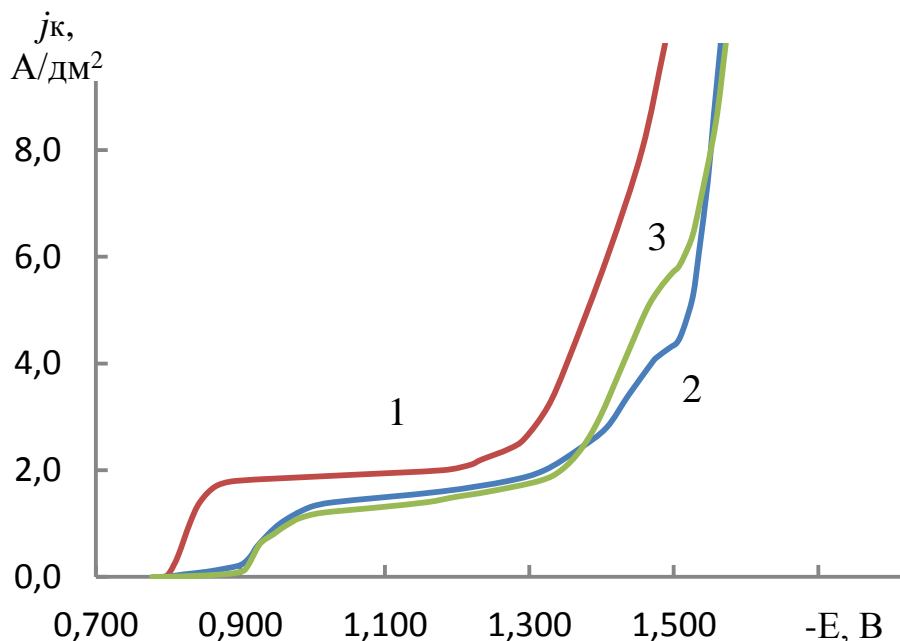
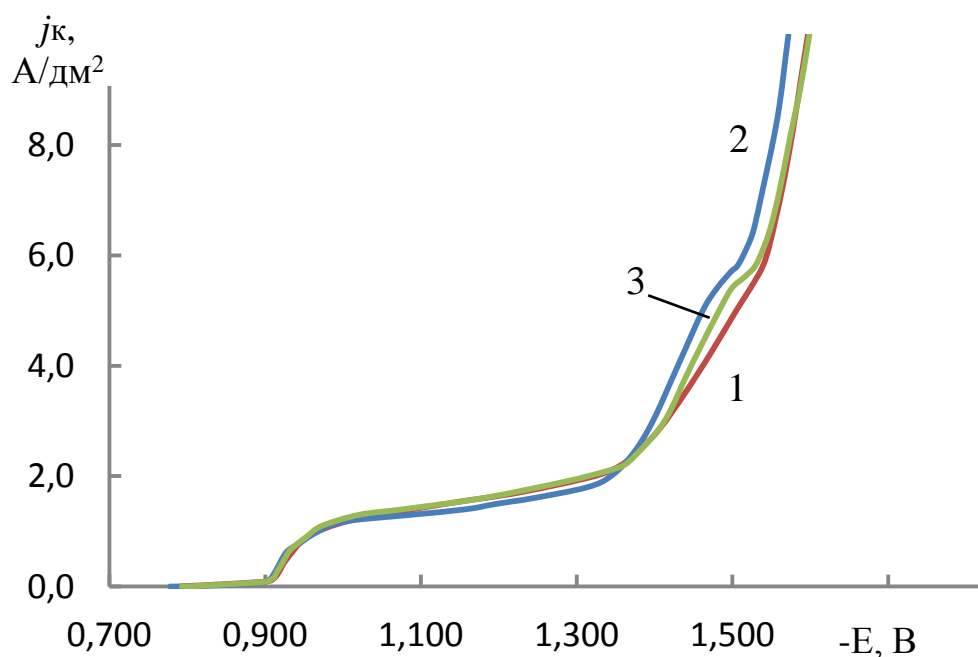


Рис. 1. Потенциодинамические зависимости выделения цинка в электролите исследуемого состава без добавок (1), с добавкой 1,5 г/л ПВП (2) и с добавками 1,5 г/л ПВП и 0,3 г/л ОС-20 (3)

На потенциодинамических зависимостях выделения цинка в исследуемом электролите с 1,5 г/л добавки ПВП наблюдается три волны предельного тока (рис. 1). При добавлении в электролит совместно с добавкой ПВП 0,3 г/л препарата ОС-20 происходит увеличение третьего предельного тока, наблюдаемого в области потенциалов от минус 1,450 до минус 1,520 В.

Увеличение концентрации препарата ОС-20 от 0,1 до 0,5 г/л незначительно изменяет его величину и катодную поляризацию (рис. 2).

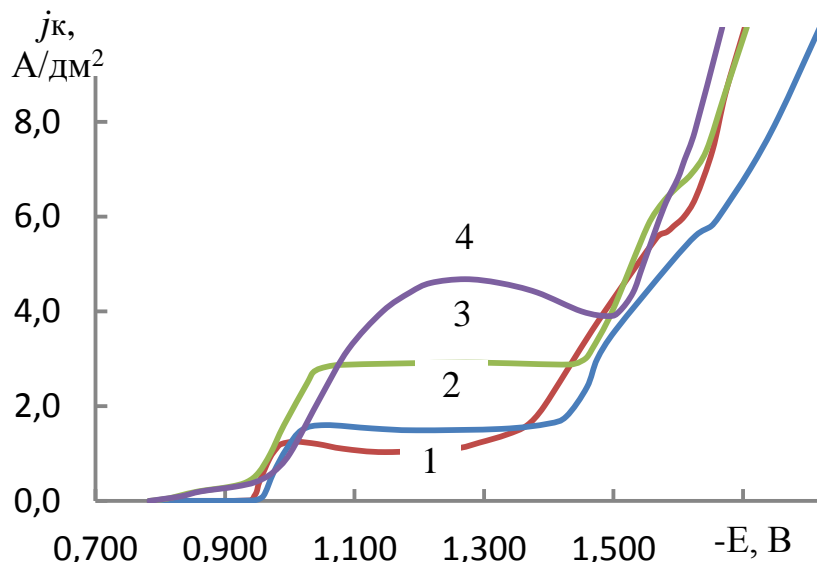


Концентрация препарата ОС-20, г/л: 1 – 0,1; 2 – 0,3; 3 – 0,5

Рис. 2. Потенциодинамические зависимости выделения цинка в исследуемом электролите с добавкой 1,5 г/л ПВП и различным содержанием препарата ОС-20

Второй предельный ток, как видно из рис. 2, не зависит от присутствия препарата ОС-20 и его концентрации.

Для установления природы предельных токов в исследуемом электролите с добавками ПВП и ОС-20 получили потенциодинамические зависимости при различных скоростях изменения потенциала (рис. 3) и построили зависимости максимумов предельных токов от скорости изменения потенциала в степени 1/2 (рис. 4).



Скорость изменения потенциала, мВ/с: 1 – 10; 2 – 20; 3 – 40; 4 – 80

Рис. 3. Потенциодинамические зависимости выделения цинка в электролите исследуемого состава с добавками 1,5 г/л ПВП и 0,3 г/л ОС-20

Как видно из рис. 4, первый предельный ток почти не зависит от скорости изменения потенциала и обусловлен, вероятно, скоростью проникновения разряжающихся ионов через адсорбционный слой добавки ПВП.

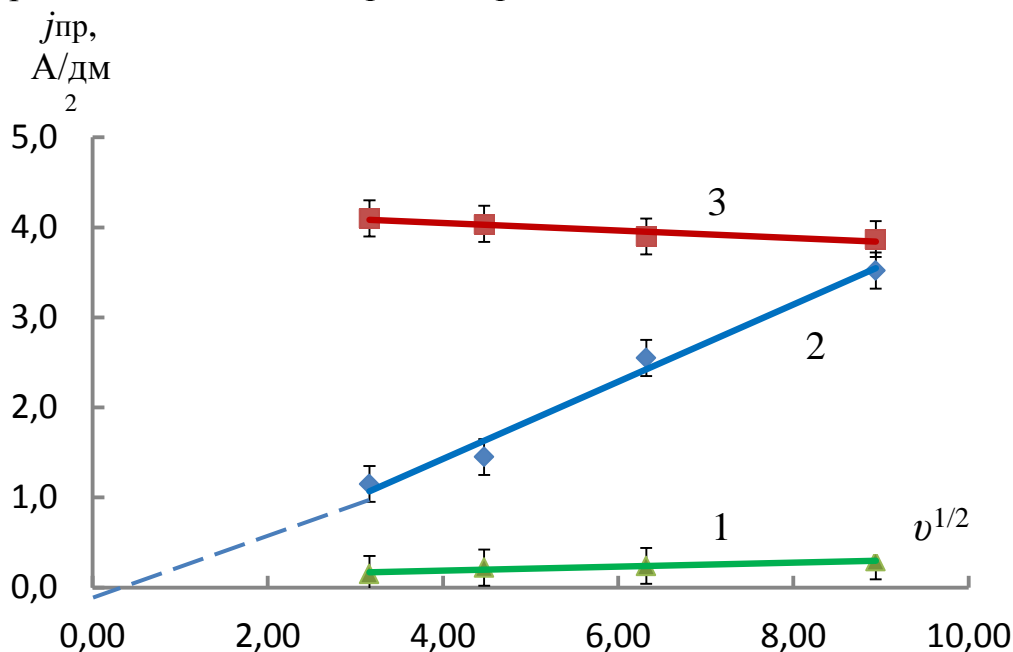
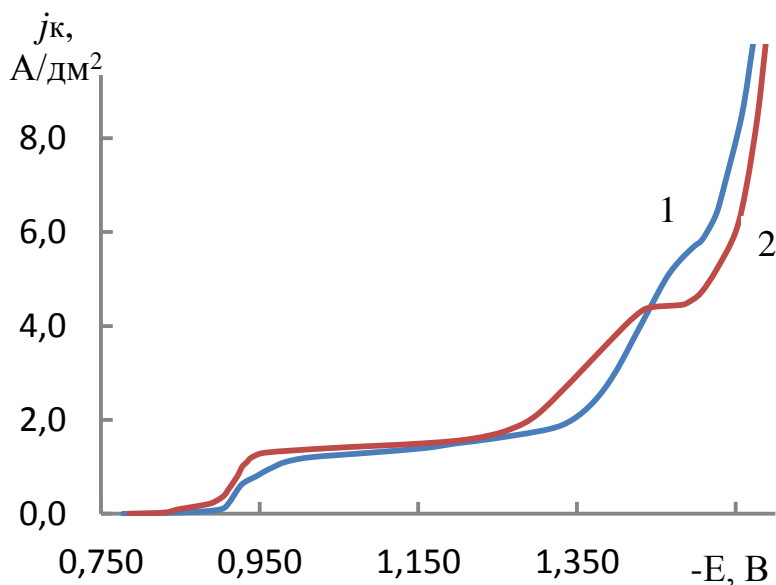


Рис. 4. Зависимость максимумов первого (1), второго (2) и третьего (3) предельных токов от скорости изменения потенциала в степени 1/2 в исследуемом электролите с добавками 1,5 г/л ПВП и 0,3 г/л ОС-20

Второй предельный ток обусловлен диффузией разряжающихся частиц к электроду. Причем, так как потенциал максимумов предельных плотностей тока при увеличении скорости изменения потенциала смещается в отрицательную область (рис. 3), диффузия осложнена адсорбцией реагента [3]. Вероятно, на электроде адсорбируются основные соли цинка $ZnSO_4 \cdot Zn(OH)_2$ и $ZnCl_2 \cdot Zn(OH)_2$, рН гидроксидообразования которых $pH_T \sim 3,8$ и $5,1$ [7], соответственно, и разряд электроактивных частиц происходит через адсорбционную пленку.

Третий предельный ток, как видно из зависимости $j_{пр} - v^{1/2}$, обусловлен кинетическими затруднениями [3]. В процессе электроосаждения в области потенциалов этого предельного тока возможно участие коллоидных частиц, которые могут формироваться в прикатодном слое на основе основных солей цинка.

Для установления этого определили область потенциалов восстановления коллоидных частиц с помощью нанесения на катод агар-агаровой пленки, которая не препятствует проникновению простых ионов цинка, но не пропускает коллоидные частицы [4]. Потенциодинамические зависимости электроосаждения цинка в электролите исследуемого состава с добавками ПВП и ОС-20 при нанесении на катод агар-агаровой пленки и без нее приведены на рис. 5.



1 – без агар-агаровой пленки на катоде; 2 – с агар-агаровой пленкой на катоде

Рис. 5. Потенциодинамические зависимости выделения цинка в исследуемом электролите с добавками 1,5 г/л ПВП и 0,3 г/л ОС-20

Как видно из рис. 5, в исследуемом электролите с добавками в присутствии на катоде агар-агаровой пленки (кривая 2) величина третьего предельного тока, который наблюдается в области потенциалов от минус 1,450 до минус 1,520 В, снижается почти в 1,5 раза. Таким образом, именно в этой области потенциалов наряду с простыми ионами цинка происходит восстановление коллоидных частиц до металла. Это позволяет расширить область ра-

бочих плотностей тока и осаждают полублестящие равномерные цинковые покрытия до 4 А/дм^2 .

Список литературы

1. Бобрикова И.Г. Разработка высокопроизводительных электролитов-коллоидов цинкования: дис. ... канд. техн. наук. Новочеркасск, 1988. 202 с.
2. Бобрикова И.Г., Ледовой Э.А., Шахлевич Е.С. Электроосаждение цинка из безаммонийного слабокислого электролита // Современные тенденции развития науки и технологий: Период. науч. сборник по материалам XX Междунар. науч.-практ. конф. Белгород, 2016. С. 21–25.
3. Бонд А.М. Полярографические методы в аналитической химии. / Под ред. С.И. Жданова. М.: Химия, 1983. С. 135–138.
4. Кудрявцева И.Д. Интенсификация электроосаждения металлов и сплавов из электролитов-коллоидов: автореф. дис. д-ра техн. наук. Новочеркасск, 1994. 36 с.
5. Кудрявцева И.Д., Селиванов В.Н. Высокопроизводительные малоотходные технологии электроосаждения металлов из электролитов-коллоидов // Гальванотехника и обработка поверхности. 1993. Т. 2, № 4. С. 33–36.
6. Окулов В.В. Цинкование. Техника и технология. М.: Глобус, 2008. 252 с.
7. Ротинян А.Л., Тихонов К.И., Шошина И.А. Теоретическая электрохимия / Под ред. А.Л. Ротиняна. Л.: Химия, 1981. С. 86.
8. Селиванов В.Н. Электроосаждение металлов из малоконцентрированных электролитов-коллоидов / Юж.-Рос. гос. техн. ун-т. Новочеркасск: ЮРГТУ, 2001. 85 с.

ПРАКТИЧЕСКОЕ ПРИМЕНЕНИЕ ОТХОДОВ ШЛИФОВАЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА

Вернигорев Ю.М.

профессор кафедры «Физика», д-р техн. наук, профессор,
Донской государственный технический университет,
Россия, г. Ростов-на-Дону

Фролова Н.Н.

заместитель директора гимназии ДГТУ, учитель физики,
Донской государственный технический университет,
Россия, г. Ростов-на-Дону

Плотников Д.М.

доцент кафедры «Технологии формообразования и
художественной обработки материалов», канд. техн. наук, доцент,
Донской государственный технический университет,
Россия, г. Ростов-на-Дону

В статье рассматриваются вопросы применения отходов шлифовального производства. Применение абразива, получаемого при производстве подшипников имеет перспективы роста в ближайшем будущем.

Ключевые слова: шлам, абразив, шлифовальное производство, сепарированная сталь.

Введение. В основу инженерного решения задач охраны окружающей среды должно быть положено понятие о том, что практически при любом технологическом производстве, отходов быть не должно. Важной народнохозяйственной задачей при современном производстве является использование отходов, т. к. количество отходов велико и по прогнозным данным будет возрастать. Деятельность металлообрабатывающих производств вызывает необратимые изменения в виде загромождения поверхности отвалами, возникновения биогенных мутаций, выход на поверхность сточных вод, изменение рН грунтовых вод и их загрязнение и т.д. Обеспечение селективного сбора, транспортирования и хранения металлосодержащих отходов перед переработкой является важнейшим фактором, определяющим промышленную конкурентоспособность новых технологических решений.

Шлам представляет собой трудноразрушимые агрегаты, образованные из металлических частиц и абразива пропитанные смазочно-охлаждающей жидкостью. Металлическая составляющая шлифовального шлама имеет форму стружки лезвийной обработки металла с высокоразвитой поверхностью. Между металлическими частицами шлама действуют большие силы притяжения когезионной и магнитной природы. Форма металлических частиц шлама создает основные трудности при его сепарации. Технологии его переработки и обогащения к настоящему времени недостаточно развиты для успешного внедрения на производстве. Для достижения эффективного разделения компонентов шлифовальных отходов предложено использовать сепарацию шлама по магнитовибрационной технологии в неоднородном переменном магнитном поле, что позволит разрушить агрегаты, выделить абразив и получить продукты переработки высокой чистоты [1,2].

Дисперсная система магнитных материалов в квазистационарном магнитном поле под действием пондеромоторных сил может быть переведена в состояние, магнитооживления или магнитокипения [3,4]. Основными свойствами такого состояния, представляющими интерес в технологических процессах разделения металлической и неметаллической компонент шлама, являются следующие: высокая порозность частиц, снижение сил межчастичного взаимодействия, большая скорость трансляционного и вращательного движения частиц [5,6].

Цель работы. Анализ возможностей практической реализации промышленного применения металлической фракции и абразива, полученных при сепарации шлама шлифовального производства подшипников.

1. Применение абразива. Исследования, получаемого сепарацией шлама абразива показали его относительную чистоту с незначительными примесями, в основном вкрапления мельчайших частиц металла в зерне абразива [7]. Для определения эффективности использования получаемого абразива в литейном производстве в качестве материала для облицовочного слоя оболочек [8] были изготовлено две модели (4), (5) и припаяны к одному стояку (2) рис.1а. На образец (4) наносили облицовочный слой промышленного электрокорунда, а на второй образец (5) – полученного сепарацией

шлама шлифовального производства подшипников. Для экспериментального модельного блока было изготовлено два одинаковых образца в виде прямоугольных брусков из выплавляемого модельного состава марки Р-3, основными компонентами которого являются парафин и стеарин. Модельный состав расплавлялся в водяном термостате и заливался под давлением 0,5...0,6 МПа/мм² в пресс-форму. После этого модели зачищались и собирались в блок. Для изготовления литейной формы использовали суспензию, состоящую из мелкодисперсного кварцевого песка (маршалита) и жидкого связующего вещества (гидролизованного этилсиликата) марки ЭТС-40, приготовляемого на основе этилового спирта. Суспензию на блок наносили погружением. Для удержания на поверхности блока суспензии на него наносили электрокорунд в кипящем слое (рис. 1б). Модель 1 покрывалась обычным электрокорундом, а модель 2 – полученным при сепарации шлама. Последующие 7 слоев набирались с использованием шамотной крошки. Свеженанесенное покрытие не обладает прочностью и удерживается на поверхности модели только благодаря смачиванию.

Для придания прочности покрытию его сушили, в процессе чего одновременно с испарением влаги происходило затвердевание связующего вещества этилсиликата (переход его из золя в гель). Сушка 2-го и последующих слоев происходила 2-4 часа при температуре 18-20°C. Выплавление моделей осуществлялось в горячей воде. После выплавления модельного состава модельный блок для удаления из него остатков модельного состава и влаги, а также повышения литейных свойств прокаливался 4 часа до 900-1000° С.

Непосредственно после прокаливания форма остывала до 500°C и заливалась расплавом латуни марки ЛС59, полученным в электрической индукционной печи. После охлаждения блока отливок форму разрушали и очищали от следов керамического покрытия путем погружения в каустическую соду на 3-4 часа. Полученная отливка представлена на рис. 2.



Рис. 1. Модельный блок

а – схема; б – нанесение электрокорунда 1 – заливочная горловина, 2 – стояк, 3 – питатель, 4 и 5 – образцы

Для сравнения качества поверхности образцов отливок были произведены сравнительные замеры с помощью профилметра. Полученные усредненные данные представлены в таблице 1. Из приведенных в таблице данных

видно, что разница в качестве поверхности образцов минимальна и принадлежит к классу шероховатости 6а (ГОСТ 2789-73) / 8(ISO1302).



Рис. 2. Отливка

2. Применение порошка стали ШХ15. С применением сварочных технологий производится более половины валового национального продукта промышленно развитых стран, при этом с помощью сварки перерабатывается около 2/3 мирового и национального объемов всего производимого стального проката [8].

Таблица 1

Характеристики поверхностей отливок образцов

№	Обозначения	Образец 1	Образец 2
1	Класс шероховатости	6а (ГОСТ 2789-73) / 8(ISO1302)	6а (ГОСТ 2789-73) / 8(ISO1302)
2	R_a среднеарифметическое отклонение, мкм	2,018	3,292
3	R_z высота неровностей по 10 точкам, мкм	15,2	27,66
4	R_{max}, R_v максимальная высота неровностей, мкм	25,58	49,76
5	R_p высота максимального выступа, мкм	10,89	32
6	R_v, R_m глубина максимального выступа, мкм	14,684	17,762
7	S_m средний шаг неровностей, мкм	200,4	265,4
8	S средний шаг местных выступов, мкм	25,64	25,8
9	Δa среднеарифметический наклон профиля, гр.	3,578	3,944
10	Δq среднеквадратичный наклон профиля, гр.	5,356	6,63
11	l_0 относительная длина профиля	1,00	1,006
12	R_q среднеквадратичное отклонение, мкм	2,982	5,444
13	L_0 длина растянутого профиля, мкм	10020	10060
14	λ_a средняя длина волны, мкм	204,8	289
15	λ_q среднеквадратичная длина волны, мкм	137,2	172,8

В общем объеме технологических операций доля ручной дуговой сварки достаточно высока. Тем более это относится к России, заметно сдавшей за два десятилетия свои индустриальные позиции. В настоящее время основную массу электродов, потребляемых в России, составляют электроды МР-3, ОЗС-4, УОНИ 13/55 и их аналоги, предназначенные для сварки основной массы конструкционных сталей (малоуглеродистых и малолегированных). Актуальной задачей материаловедения и сварки является разработка материалов и технологий, позволяющих улучшить структуру и свойства наплавлен-

ного металла за счет улучшения качества сварочных электродов [9]. В связи с выше изложенным предложено при изготовлении электродов типа УОНИ-13 использовать в качестве аналога железного порошка стальной порошок стали марки ШХ15, полученный магнитовибрационной сепарацией шлама шлифовального производства подшипников.

Для исследования возможности применения сепарированной стали ШХ15 на свойства наплавленного металла была изготовлена партия электродов УОНИ 13/55 Тип Э50А по ГОСТ 9467-75. Характеристика электрода: Покрытие – основное. Коэффициент наплавки – 9,5 г/Ач. Производительность наплавки (для диаметра 4,0) – 1,4 кг/ч. Расход электродов на 1 кг наплавленного металла – 1,7 кг.

Химический состав металла, наплавленного электродами всех исследованных в работе партий, соответствует требованиям паспорта электродов УОНИ 13/55. Использование стального порошка, полученного из шлифовального шлама в покрытии сварочных электродов, позволило снизить в наплавленном металле содержание газов, примесей и неметаллических включений [8]. Результаты оценки загрязненности неметаллическими включениями металла, наплавленного опытными электродами, приведены в табл. 2.

Таблица 2

Содержание оксидных включений в наплавленном металле

Партия электродов	Массовая доля оксидных включений, %			
	Общее количество	Удельная доля в общем количестве, %		
		Al ₂ O ₃	SiO ₂	Сложные оксиды (Si-Ti-Mn-Fe)·O
А	0,052	44,5	35,5	20,0
Проволока Св.-08, Св-08Г2С [2]	0,005-0,015	59,11	33,14	7,75

Результаты исследования механических свойств металла, наплавленного опытными электродами, представлены в табл. 3.

Механические свойства и химический состав наплавленного металла всех партий электродов соответствует требованиям ГОСТ 9467-75.

Таблица 3

Механические свойства металла сварного шва, наплавленного опытными электродами

Партия электродов	Значения механических свойств по ГОСТ 6996 -75			
	Временное сопротивление разрыву σ_B , МПа	Предел текучести σ_T , МПа	Относительное удлинение δ , %	Ударная вязкость КСЧ, Дж/см ²
ШХ15	505-545	400-420	23-27	155-205
Типичные значения для УОНИ 13/55 [5]	510-570	390-440	24-28	156-245
Паспортные данные УОНИ13/55	≥ 490	≥ 390	≥ 20	≥ 160
Требования ГОСТ 9467-75 к типу электродов Э50А	≥ 490	–	≥ 20	≥ 130

Выводы.

Исследования в области литья по выплавляемым моделям показали, что применение в качестве материала для облицовочного слоя электрокорунда, полученного сепарацией шлифовального шлама подшипникового производства не ухудшает качество получаемых отливок, а, следовательно, может заменить собой дорогостоящий абразив.

Применение электрокорунда, извлеченного из шлифовального шлама, позволяет получать отливки с шероховатостью поверхности удовлетворяющие требованиям ГОСТ.

Применение в составе покрытия электродов стального порошка, полученного сепарацией шлифовального шлама стали марки ШХ15 позволяет получить наплавленный металл с более высокими пластическими свойствами.

Использование в покрытии сварочных электродов основного типа УОНИ13/55 сепарированного стального порошка ШХ15 в качестве аналога традиционно применяемых ферросплавов полученных традиционными методами позволяет снизить себестоимость получаемых электродов без нарушения нормативов ГОСТ для данного типа сварочных материалов.

Список литературы

1. Вернигоров Ю.М., Гордеева А.Б., Фролова Н.Н. Разрушение соударяющихся частиц феррита бария в магнитовибрирующем слое // «Научные исследования и их практическое применение. Современное состояние и пути развития 2011»: сб. науч. тр. по материалам междунар. науч.- практ. конф., 4 – 15 октября. Одесса, 2011. – Т.5: Технические науки.
2. Вернигоров Ю. М., Фролова Н. Н. Разрушение частиц ферромагнитного материала в магнитовибрирующем слое с высокой порозностью // Ю. М. Вернигоров, Н. Н. Фролова // Вестник Дон. гос. техн. ун-та. – 2011. – Т.11, №7 (58). С. 1127-1131.
3. Бодога М.К., Сюткин С.В., Сердитов В.Н. – Распределение частиц по скоростям при магнитоожигении в переменном поле // Магнитная гидродинамика. – Т.1. – 1982. – С. 31-39.
4. Vernigorov Yu.M., Egorov I.N., Egorova S.I. The application of a magnetovibrating layer to the milling of ferromagnetic materials // Euro PM2005 Powder Metallurgy Congress and Exhibition: Proceedings, Vol. 1, 2-5 October, Prague, Czech Republic, 2005. – P. 451-455.
5. Вернигоров Ю. М. Магнитовибрационная технология производства порошковых магнитов: автореф. дис ... д-ра техн. наук:05.02.08:05.16.06/ Ю. М. Вернигоров. – Ростов н/Д, 1995. – 33 с.
6. Вернигоров Ю.М., Егоров И.Н., Егорова С.И. Особенности флокуляции полидисперсных порошков магнитотвердых материалов // Изв. вузов. Сев.-Кавк. регион.. Техн. науки. – 2006, № 2.- С. 64-68.
7. Плотников Д.М. Повышение качества изделий из порошковых материалов за счет использования магнитовибрационной технологии сепарации шлифовальных шламов подшипникового производства. Автореф. дис. к.т.н./ Д.М. Плотников. – Новочеркасск, 2009. – С. 4-7.
8. Степанова В.В. Повышение качества марганцовистых и хромомарганцовистых сталей для отливок и поковок. Дис. на соиск. ученой степени КТН. – Запорожье ЗГТУ. – 1996.

РЕГЕНЕРАЦИЯ ПРИПОЕВ ИЗ ОТХОДОВ ПЕЧАТНЫХ ПЛАТ ЦЕНТРОБЕЖНОЙ ФИЛЬТРАЦИЕЙ

Дьяков В.Е.

консультант, канд. техн. наук,
Центральный научно-исследовательский институт олова,
Россия, г. Новосибирск

Приведены результаты опытов по выявлению условий регенерации припоев из отходов печатных плат на опытной контейнерной центрифуге производительностью 12 кг/час. Выявлена возможность извлечения 82,5% олова из отходов печатных плат в интервале температур 220-230°C. Приведен баланс распределения металлов Sn, Pb, Sb, Cu, Ag при центрифугировании нагретых печатных плат.

Ключевые слова: регенерация припоев, печатные платы, центрифуга.

Высокая трудоемкость технологии производства олова из минерального сырья стимулирует поиск рациональных путей регенерации оловосодержащих припоев из вторичного сырья. В отрасли регенерации вторичных металлов перспективным может быть применение аппарата [1] центробежной фильтрации применяемого в технологии рафинирования расплавленного олова.

В развитии этого направления предложено устройство [2] содержащее механизм подъема фильтра с раскрытием тарелей. Над плавильной ванной расположена кольцевая камера для выгрузки осадка. В камере тангенциально расположены патрубки вакуумпровода.

В другом варианте с целью повышения производительности авторы предложили устройство [3] для отделения жидкой фазы, в котором тигель в нижней части имеет форму усеченного конуса и установлен на кольцевом приемнике жидкой фазы, имеющем наклонное днище. Крышка тигля образована секторными пластинами, которые смонтированы шарнирно и имеют рычаги для взаимодействия с верхней тарелью устройства фильтрации.

Для отделения припоя из кусковых отходов предложен аппарат [4] осуществления способа отделения жидких металлов из кусков, в котором нижний конус выполнен из секторов, шарнирно связанных шатунным механизмом с центральным штоком ротора и механизмом его смещения вдоль оси ротора. Это позволяет вмешивать отходы в металлический расплав для их нагрева и осуществлять фильтрацию центрифугированием в слое покровного флюса, при этом набирать отходы в полость фильтра и перед разгрузкой отходов вращать фильтр вне слоя флюса.

Для регенерации припоев центробежной фильтрацией из отходов печатных плат радиоэлектронной аппаратуры нашел способ и устройство [5], Устройство для осуществления способа содержит футерованный корпус, нагреватели и перфорированную корзину с вертикальным приводным валом, стаканом, закрепленным на валу, вертикальными перегородками, установ-

ленными в корзине с крышкой, а в дне корзины и стакана выполнены совмещенные друг с другом отверстия стока металла.

Описанный обзор возможных применений центробежной фильтрации расплавов требует дополнительных исследований условий осуществления конкретных технологических процессов.

Целью работы являлось испытание регенерации оловянно свинцовых припоев из отходов печатных плат.

Методика опытов

Опыты по оценке возможности регенерации припоев из отходов печатных плат проводили на лабораторной центрифуге с погружаемым фильтром (рис. 1), применяемой в исследованиях рафинирования олова, свинца [1].

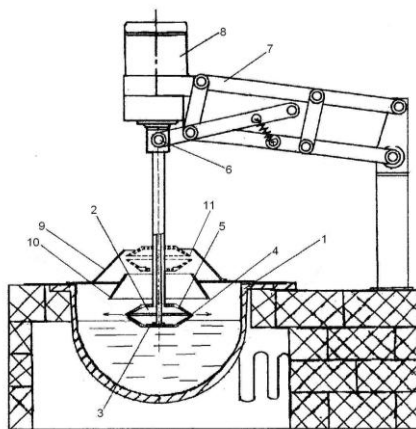


рис 1

Рис. 1. Лабораторная центрифуга ЦП 100 с погружаемым фильтром

- 1 – котел; 2 – верхняя тарель; 3 – нижняя тарель; 4 – фильтрующая щель;
 5 – заборные окна; 6 – стопор раскрытия тарелей и разгрузки осадка из фильтра;
 7 – механизм подъема фильтра; 8 – двигатель вращения фильтра; 9 – съемный конус сбора дроссов; 10 – съемный конус сбора брызг из фильтра; 11 – уровень подъема фильтра для раскрытия тарелей и разгрузки осадка

Фильтр в виде двух конических тарелей диаметром 150мм, обращенных друг к другу большими основаниями с образования полости для твердого осадка и зазора 0,1-0,2 мм для отделения жидкого расплава. Контроль температуры нагрева тарелей погруженных в котел осуществлялся хромель копелевой термопарой с прибором ТРМ-1. Металл и твердые остатки анализировались на атомно-эмиссионном спектрометре с индуктивно связанной плазмой IRIS Intrepid компании INTERTECH Corporation.

Результаты опытов и обсуждение

В полость фильтра центрифуги (рис. 1) загружалась навеска обрезков плат и фильтр погружался в пустой закрытый обогреваемый котел на 10-15 мин для нагрева до 300°C. Затем тарели приподнимались над поверхностью котла в полость цилиндрического приемника брызг и включалось вращение 900 об/мин на 20-30 сек. Происходила очистка деталей от жидкого металла и останавливали вращение фильтра. Брызги металла и остатки взвешивались и анализировались.

Результаты опыта приведены в таблице 1.

Таблица 1

Результаты центрифугирования печатных плат от припоя при температуре 300 °С

	вес, г	Содержание, %				Извлечение, %		
		Sn	Pb	Cu	Fe	Sn	Pb	Cu
загружено	100	18,31	12,3	0,71	0,17	100	100	100
Получено								
металл	30	56,8	39,5	0,74	0,04	93,1	96,2	31,3
остатки	60	2,1	1,12	0,81	0,26	6,9	5,5	68,5

Высокий выход металла (30%) из плат получен за счет выборочной загрузки измельченных плат. Опыт показал, что способ центробежной фильтрации может быть применим для переработки отходов пропаянных изделий, например отходов радиоэлектронных печатных плат. Остатки после термической обработки легко измельчались.

Для проведения опытов заказчиком изготовлена контейнерная центрифуга (рис. 2) с загрузкой плат с навесными элементами. Барабан 1 диаметром 440 мм с перфорированной стенкой, установленный на валу ротора 8 с помощью двигателя приводился во вращение 300-600 об/мин в полости цилиндрической теплоизолированной печи. Барабан 1 снабжен наклонными лопатками 3 для захвата воздуха у нагревателей 5 и подачи его вдоль плат в донные отверстия для возврата воздуха в печь. Под действием центробежных сил припой выдавливается с плат через перфорированную стенку барабана 1 на стенку стакана и стекал по каналу 7 в приемник.

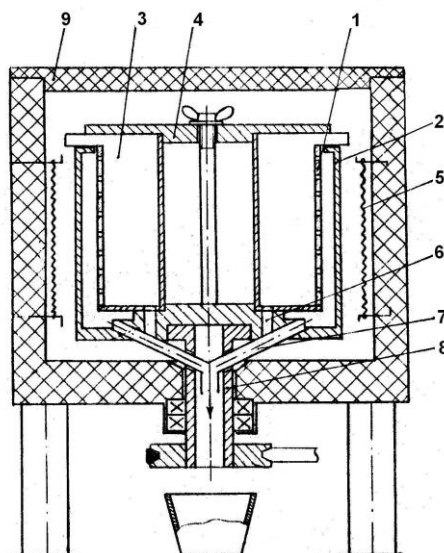


Рис. 2. Центрифуга выделения припоя с печатных плат

- 1 – барабан перфорированный; 2 – контейнер; 3 – лопатки под углом к оси; 4 – фиксатор;
5 – нагреватель; 6 – отверстия отвода воздуха; 7 – каналы слива припоя; 8 – ротор;
9 – крышка

Опыты показали, что при температуре 230°С начинается разложение, а при температуре 240°С платы начинают загораться и отмечается значительное горение при температуре 300°С. После фильтрации при температуре 200°С выход припоя снижается. Для предотвращения возгорания плат темпера-

тура поддерживалась 220-230°C. Длительность цикла загрузки, отжима и разгрузки 15 мин. Для сокращения трудоемкости цикла операцию разгрузки сокращали путем освобождения объема контейнера 2 от остатков плат и навесных элементов без зачистки. Таким приемом в контейнера 2 догружались новые платы по 2-3 раза. Результаты приведены в таблице 2.

Таблица 2

Циклы загрузки испытания контейнерной центрифуги

загружено	вес, кг	%
1 загрузка	12,6	51,5
2 догрузка	9,7	39,7
3 догрузка	2,2	8,8
всего	24,5	100
Получено:		
1 разгрузка	9	41,8
2 разгрузка	8,25	38,3
Мелкие остатки припой	0,9	4,2
	3,4	15,8

При этом производительность достигалась 22,1 кг\час по загрузке.

Результаты укрупненных опытов по регенерации припоя из печатных плат на контейнерной центрифуге приведены в таблице 3.

Таблица 3

Баланс регенерации припоя из печатных плат на контейнерной центрифуге

получено	Вес, кг	выход %	Содержание, %					Извлечение, %				
			Sn	Pb	Cu	Sb	Ag	Sn	Pb	Cu	Sb	Ag
сплав	5,2	11,2	60	38,8	0,4	0,3	0,2	82,5	81	6,88	17,1	23
остаток	41,3	88,8	1,6	1,1	0,7	0,2	0,1	17,5	19,1	93,1	82,9	77,4
загружено	46,5		8,13	5,36	0,72	0,19	0,08					

Приведенные в таблице 3 балансовые плавки показали недостаточное извлечение меди, серебра и сурьмы в припой. Остаток после такой термической обработки легко измельчается и опробуется. Поэтому выделяемая металлическая часть твердых отходов может быть переплавлена на медный сплав. Средняя производительность установки 12 кг\час. Выход металла 11,2%. Извлечение олова от исходного 82,5%. Состав сплава: олова 59-61%; свинец 37-39%; медь 0,4%; сурьма 0,3%; висмут 0,2%; серебро 0,2%.

Выводы

Проведенными опытами показаны условия возможного извлечения припоев из паянных изделий. Описанная опытная контейнерная центрифуга производительностью 12,5кг\час обеспечивает 82,5% извлечение олова.

Приведен баланс распределения компонентов Sn, Pb, Cu, Sb, Ag при регенерации припоев из отходов печатных плат.

Список литературы

1. Авт св. СССР №923197- Сутурин С.Н., Семенов А.Е., Бауэр Е.Т., Дьяков В.Е., Корюков Ю.С. Аппарат центробежной фильтрации расплава от твердых примесей; М.кл С22b9\02; оп 10.12.1996; Би№34-96-с251.

2. Пат. РФ №2035236; Дьяков В. Е., Дугельный А. П., Корюков Ю. С. Устройство для фильтрации расплавов; Оpubл 20.05.1995; БИ№14-95-с108.

3. Пат. РФ №2055647 -Дьяков В.Е., Корюков Ю.С., Дугельный А.П., Долбеев Г.В., Брант А.Д.-Аппарат для отделения жидкой фазы от металлических отходов; В04b1\14; опуб 10.03.96., БИ№7-96-с180.

4. Пат. РФ №2077598 Дьяков В.Е. Центрифуга для отделения расплавленных металлов и способ отделения цветных металлов из кусковых отходов. опуб 20.04.1997, Би№11-1997 – с. 171.

5. Авт св. СССР №1543845-Долгов А.В., Головизнина Г.Н., Дьяков В.Е., Дубченко В.И., Шабанов Э.П., Захаров А.И., Осипов В.И., Менделеева Н.Я.; «Способ извлечения припоя из лома, преимуществ печатных плат и устройство его осуществления»; приоритет от 1.10.1987; Оpub. 10.08.2014. БИ№22-2014.

РАЗВИТИЕ ОБОРУДОВАНИЯ ИЗМЕРЕНИЯ ОБЪЕМА ТОПЛИВА НА ПРИМЕРЕ СЧЁТЧИКА ТОПЛИВА ИП179

Дьяков Д.Е.

адъюнкт кафедры автомобильной подготовки,
Военный учебно-научный центр Военно-воздушных сил «Военно-воздушная академия имени проф. Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина», Россия, г. Воронеж

Лиховидов Д.В.

доцент кафедры автомобильной подготовки, канд. техн. наук, доцент,
Военный учебно-научный центр Военно-воздушных сил «Военно-воздушная академия имени проф. Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина», Россия, г. Воронеж

Великодный Г.С.

курсант учебного подразделения,
Военный учебно-научный центр Военно-воздушных сил «Военно-воздушная академия имени проф. Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина», Россия, г. Воронеж

В статье рассматриваются качественные показатели развития измерительной аппаратуры для исследования объемов расходования топлива. Развитие данных приборов позволяет получить более полные и точные данные об исследуемом объекте, что является основой при испытаниях и изучении оборудования и техники.

Ключевые слова: прибор, измерение, жидкость, объем, расходомер, топливо.

Совершенствование приборов для измерений позволяет исследовать процессы с уникальной точностью и решает задачу о получении экспериментальных данных об оборудовании, с целью дальнейшего их обработки и анализа.

Не так давно для измерения объема топлива применялись счетчики топлива поршневые ИП179, которые предназначены для измерения объема дизельного топлива, расходуемого при испытаниях машинами, с расходом от 5 до 80 литров в час (рис. 1).

Счетчики топлива состоят из датчика, электронного блока и кабеля питания.

Датчик состоит из корпуса (с расположенными в нем поршнями), магистралей питания и потребления. Устанавливается в системе низкого давления подачи топлива двигателя испытываемой машины. При поступлении топлива в магистраль питания счетчика избыточное давление заставляет совершать поршни возвратно-поступательное движение, вызывающее замыкание и размыкание магнитоуправляемых контактов. Число переключений контактов прямо пропорционально количеству прошедшего через датчик топлива. Электронный блок состоит из корпуса, в котором установлены платы счетчиков и расчетного устройства. Платы счетчиков и расчетного устройства предназначены для обработки информации, поступающей от датчика и вывода информации на цифровой индикатор. Относительная погрешность измерения объема топлива составляет $\pm 1,5$ [1, с 2].

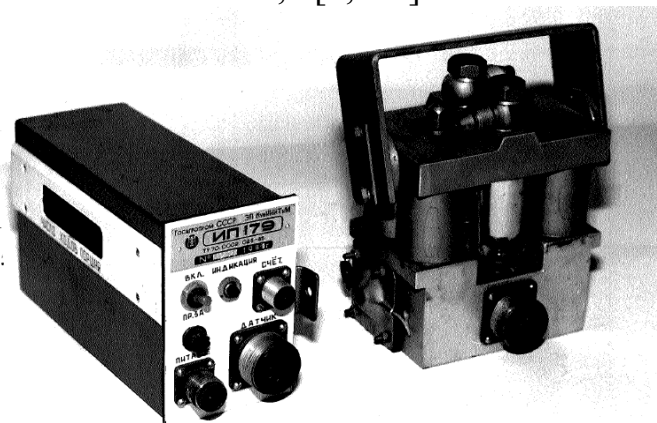


Рис. 1. Счетчик топлива ИП179

Современные же средства измерений объема позволяют получить информацию в более точном виде. Они могут не только точно фиксировать импульсы, а также переводить их в конечную величину автоматически. Представителями таких устройств является импульсный расходомер Darkont серии LS 08 (рис. 2, б) в комплексе со счетчиком импульсов ОВЕН СИ20, который может использоваться для снятия импульсов (рис. 2, а).



а)



б)

Рис. 2. Счетчик импульсов ОВЕН СИ20 (а); расходомер Darkont серии LS 08 (б)

Расходомер Darkont серии LS 08 без дисплея с роторным поршнем и условным проходом 8 мм применяется для измерения рабочей жидкости при потоке от 4 до 200 л/час. Высокоточный учет расхода топлива с погрешностью менее 1% достигается работой сухого герметичного контакта, с помощью которого формируется выходной импульс [2, с. 1].

В паре с расходомеров предлагается использование ОВЕН СИ20 является универсальным шестиразрядным счетчиком, который может быть использован для широкого спектра задач в области автоматизации, и предназначен для подсчета количества поступающих на его входы импульсов и перевода его (количества) в физическую величину (путем умножения на заданный множитель) [3, с. 5].

Сравнительная характеристика показывает, что прогресс развития измерительной техники позволяет получать гораздо более точные знания о процессах. Появление современных моделей приборов также обеспечивает возможность прямой замены устаревших аналогов более лучшими.

Список литературы

1. Счетчики топлива поршневые ИП179. Описание типа средств измерений регистрационный номер 23024-02. 2001 г. 4 с.
2. Дарконт – расходомеры серии LS. URL: http://media.wix.com/ugd/d99ed0_d36a294af835b5361520db2df9942d8a.pdf (дата обращения: 14.02.2017).
3. Счетчик импульсов ОВЕН СИ20. Руководство по эксплуатации АРАВ.402213.003 РЭ. Харьков., 2014. 63 с.

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ БОРЬБЫ С КОНДЕНСАТОМ В СИСТЕМЕ ВОЗДУХОСНАБЖЕНИЯ

Ефимов А.Ю.

доцент кафедры теплоэнергетических систем, канд. техн. наук,
Мордовский государственный университет им. Н.П. Огарёва,
Россия, г. Саранск

Глухов С.Н.

студент Института механики и энергетики,
Мордовский государственный университет им. Н.П. Огарёва,
Россия, г. Саранск

В статье рассмотрен метод борьбы с конденсатом в системе сжатого воздуха. Описан принцип действия и применения конденсатоотводчиков в системе сжатого воздуха.

Ключевые слова: пневмомагистраль, сжатый воздух, ресивер, конденсатоотводчик, пар.

Предприятия использующие компрессорную технику довольно часто встречаются с ситуацией, когда вместе с сжатым воздухом на оборудование попадает вода. Данное явление связано с образованием конденсата в процес-

се сжатия. В данной статье постараемся ответить на вопросы, что такое конденсат, почему он образуется и как от него избавиться, в дополнение затронем вопрос последствий использования сжатого воздуха с влагой. Опыт показывает, что эффективность систем производства и распределения сжатого воздуха на большинстве предприятий весьма низкая. Это связано с изношенностью пневмомагистралей распределения воздуха, несоответствием возлагаемым на них задачам, эксплуатацией компрессоров в неоптимальных режимах.

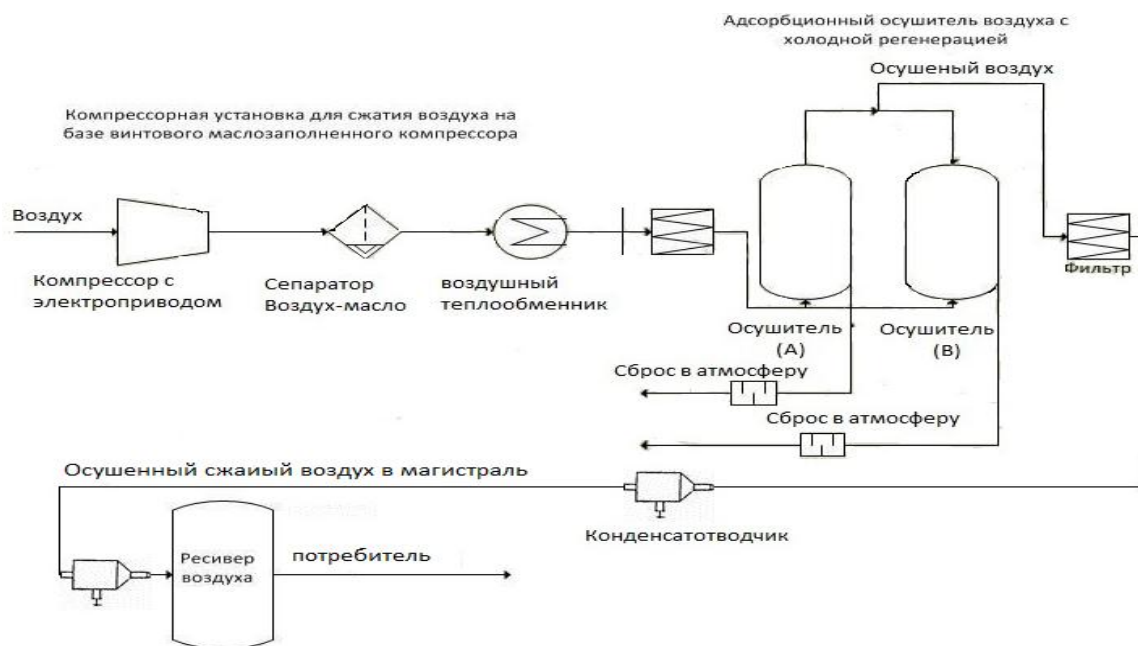


Рис. 1. Схема подготовки сжатого воздуха

Значение правильного выбора оборудования системы воздушноснабжения зависит от класса качества, требуемого потребителю, что часто недооценивается, и совершенно напрасно, поскольку именно здесь кроется причина повышенных затрат электроэнергии и частых отказов компрессорного оборудования и потребителей. Ошибки здесь могут вылиться в необходимость дополнительных капитальных вложений в будущем.

Классы качества сжатого воздуха [4]

0 – пищевая промышленность (отсутствие запахов масла); Максимально низкое содержание паров воды ($0,0033 \text{ г/м}^3$, точка росы -70°C) ($0,117 \text{ г/м}^3$, точка росы -40°C), наивысшая фильтрация масла (менее $0,003 \text{ мг/м}^3$) и частиц (менее $0,01 \text{ мкм}$). Класс выше чем 1.1.1(2) (ISO 8573.1).

1 – химические установки, качественная покраска, электронная и фармацевтическая промышленности оборудование КИПиА и т.д.; Максимально низкое содержание паров воды ($0,0033 \text{ г/м}^3$, точка росы -70°C) ($0,117 \text{ г/м}^3$, точка росы -40°C), фильтрация масла (менее $0,01 \text{ мг/м}^3$) и частиц ($0,01 \text{ мкм}$). Класс 1.1.1(2). (ISO 8573.1)

2 – нефтегазовая промышленность (отсутствие конденсата при температуре эксплуатации до -70°C), легкая промышленность, порошковое покрытие; Максимально низкое содержание паров воды ($0,0033 \text{ г/м}^3$, точка

росы -70°C) ($0,117\text{ г/м}^3$, точка росы -40°C), фильтрация масла (менее $0,03\text{ мг/м}^3$) и частиц ($0,01\text{ мкм}$). Класс 2.1.1(2). (ISO 8573.1)

3 – производство стройматериалов, окрасочные работы и т.д.; Сниженная точка росы сжатого воздуха ($5,95\text{ г/м}^3$ водяных паров, точка росы $+3^{\circ}\text{C}$), наивысшая фильтрация масла (менее $0,003\text{ мг/м}^3$) и частиц (менее $0,01\text{ мкм}$). Класс 1.1.4. (ISO 8573.1)

Важным параметром при компоновке компрессорной станции (подборе оборудования) является требуемые потребителем параметры. В зависимости от технологического процесса, производители оборудования указывают в паспортных данных требования к максимальному содержанию влаги. Так как большое количество содержания водяных частиц может повлиять на процесс производства продукции, изделий, привести к коррозии элементов и выходу из строя оборудования [1].

Наиболее широко распространены два способа осушки:

1. Охлаждение с последующим нагреванием, данный способ реализован в рефрижераторных осушителях (холодильных). Данный способ позволяет получить точку росы $+3^{\circ}\text{C}$.

2. Адсорбция, основанная на способности осушающего агента поглощать влагу, применяется в адсорбционных типах осушителей. Позволяет осушить сжатый газ до точки росы до -70°C

Излишняя влага в сжатом воздухе приводит к быстрой поломке механической части оборудования, что связано с образованием коррозии как самих механизмов, так и трубопроводов. Продукты коррозии могут привести к разрушению пневмоцилиндров, электронных приборов, реле и самой магистрали.

Конденсат, образовавшийся в сжатом воздухе, служит причиной ряда серьезных сбоев:

- В воздухопроводах образуется ржавчина, появляется коррозия;
- Конденсат также вызывает коррозию продуктов, прошедших через пескоструйную обработку с использованием влажного воздуха;
- Нарушается работа КИПиА и увеличивается стоимость технического обслуживания;
- Образуется дополнительное намерзание льда, когда влажный воздух внезапно расширяется на выходе;
- На механизмах и пневмоинструментах смывается защитная масляная пленка;
- При пневматической покраске ухудшается качество работы (плохое сцепление с поверхностью, искажение цветовой гаммы и пр.);
- Понижается износостойкость пневмоприемников и увеличивается стоимость их обслуживания;
- Нарушается работа вентилях и цилиндров пневмоустройств (заедают, прилипают и пр.);
- В холодную погоду происходит обмерзание и забивание приборов, арматуры и трубопроводов.

- Происходит отрицательное воздействие на качество напитков и пищевых продуктов за счет искажения в составе исходных пропорций;
- При полиграфическом производстве ухудшается качество бумаги при попадании влаги;
- Нарушается работа электронных приборов (датчиков, реле, и пр.);
- В ряде промышленных отраслей (химической, фармацевтической и т.д.) понижается качество продукции;
- При испытаниях в аэродинамической трубе выходит из строя оборудование, поскольку при огромной скорости удары капель влаги все равно что автоматный обстрел;
- Высокоагрессивные кислоты образуются при пневматической разгрузке цистерн с жидким хлором и подобными ему веществами, если при разгрузке воздух влажный;

Поэтому, в большинстве случаев после компрессора ставиться ресивер, во избежание быстрого износа оборудования.

Компрессорный ресивер – это герметичная емкость, которая предназначена для хранения сжатого воздуха, а также стабилизации давления в пневмосистеме. Ресивер устраняет такие проблемы как:

- При одновременной работе всех потребителей, производительности компрессорного оборудования может быть недостаточно. Использование накопителя обеспечивает стабильную подачу рабочей среды в период пиковых нагрузок.
- Работая в автоматическом режиме, агрегаты выключаются при достижении заданного давления в системе и вновь включаются при его падении. Как правило, эта разница составляет всего 2 бар. Без использования ресивера количество циклов включения заметно возрастает, что ведет к увеличению износа и сокращению срока службы компрессора.

– При работе поршневого оборудования сжатый воздух поступает в систему не равномерно, а импульсно. Чтобы решить эту проблему, установку оснащают воздухонакопителем, который устраняет пульсацию [2].

Итак, с вопросом о том, зачем нужен ресивер в компрессоре, мы разобрались. Теперь предлагаем вам ознакомиться с основными разновидностями воздухоотводчиков и особенностями их монтажа.

Также есть еще несколько способов борьбы с конденсатом.

Наиболее распространенным способом борьбы с конденсатом это установка рефрижераторного осушителя, имеющего довольно простой принцип действия и недорогую стоимость, высокую эффективность. Однако, для некоторых технологических процессов решение вопроса удаления конденсата решается в комплексе, в рамках полной системы воздухоподготовки [3].

Поэтому, лучше всего устанавливать конденсатоотводчик на пневмомагистрали и перед потребителем. Это снизит затраты на ремонты оборудования и повлияет на качество сжатого воздуха при получении в оборудование.

Конденсатоотводчики для систем сжатого воздуха называют влагоудалителями. Они применяются для отвода конденсата от сепараторов воздуха,

ресиверов компрессоров, а также для дренажей магистральных и вспомогательных трубопроводов сжатого воздуха. Поплавковые влагоудалители являются прекрасной альтернативой автоматическим дренажным отсечным клапанам, имея при этом преимущество в том, что для функционирования поплавоквого конденсатоотводчика не требуется внешнее электро- или пневмопитание и предварительная настройка. Клапан выпускает конденсат немедленно при его поступлении в конденсатоотводчик, то есть по мере его образования.

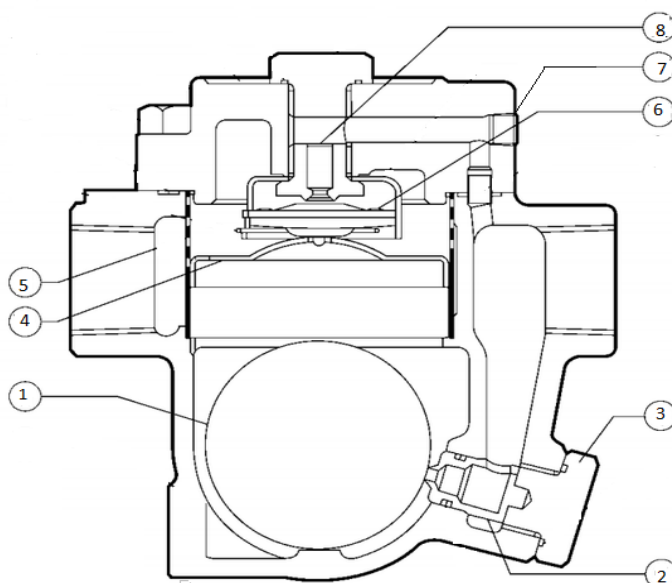


Рис. 2. Схема конденсатоотводчика со свободноплавающим поплавком:
1 – поплавок; 2 – седло; 3 – корпус; 4 – колпак поплавка; 5 – фильтр;
6 – X-элемент; 7 – крышка; 8 – седло клапана воздушника

Наиболее распространенные типы конденсатоотводчиков.

1. Термостатический: биметаллический.

Достоинства: малые габариты и вес, монтаж в любом положении, тихая работа, возможность работы при высоких давлениях и температурах.

Недостатки: слабоустойчив к загрязнению, быстро изнашиваются пластины.

2. Механический:

– поплавоквый со свободноплавающим поплавком.

Достоинства: эффективный отвод воздуха и неконденсируемых газов, отвод конденсата в непрерывном режиме, возможность работы с высокими расходами конденсата, выпуск конденсата с температурой насыщения при высоких и низких нагрузках, простая конструкция, отсутствие трущихся частей, отличная ремонтпригодность.

Недостатки: клапан подвержен засорению, при неисправности закрыт.

– поплавоквый с рычажным механизмом;

Достоинства: эффективный отвод конденсата, тихая работа, при поломке нормально открыт.

Недостатки: большие размеры, клапан подвержен засорению, при неисправности закрыт, сложная конструкция механизма.

– с перевернутым стаканом.

Достоинства: устойчивость к загрязнениям, при поломке нормально открыт.

Недостатки: низкая скорость отвода конденсата, большие размеры, цикличная работа.

Хотел бы выделить, что механический конденсатоотводчик со свободноплавающим поплавком является самым удобным и простым в работе.

Принцип работы основан на действии выталкивающей силы, поднимающей поплавки при росте уровня конденсата в поплавковой камере.

Отвод воздуха и неконденсируемых газов осуществляется отдельным термостатическим клапаном, располагающемся в верхней части устройства.

В заключение проанализированного материала предлагаю, устанавливать конденсатоотводчики на самой магистрали и перед потребителем, это снизит затраты на обслуживание и ремонт оборудования и магистрали, а также повысит качество подаваемого сжатого воздуха потребителю.

Список литературы

1. Ефимов А. Ю. Проектирование систем воздухообеспечения и водоснабжения промышленных предприятий : учебное пособие по выполнению курсового проекта по дисциплине "Технологические энергосистемы промышленных предприятий" / А.Ю.Ефимов, А.В. Ениватов, И.Н. Артемов. Саранск 2014. 104 с.

2. Кузнецов Д.В. Параметрическая диагностика технического состояния поршневых компрессоров / Кузнецов Д.В. Ефимов А.Ю. // Энергоресурсосберегающие технологии и системы в АПК : межвузовский сборник научных трудов ; отв. ред. А. П. Левцев. Саранск, 2003. С. 17-22.

3. Официальный сайт ООО "Кезер Компрессорен ГмбХ" – Режим доступа: www.kaeser.com

4. Официальный сайт "Энергоэффективные системы сжатого воздуха" – Режим доступа: www.ifc.org/rsefp

АНАЛИЗ И РЕШЕНИЕ ПРОБЛЕМ СИСТЕМ ГОРЯЧЕГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ

Ефимов А.Ю.

доцент кафедры теплоэнергетических систем, канд. техн. наук, доцент,
Мордовский государственный университет им. Н.П. Огарёва,
Россия, г. Саранск

Крылов А.Ю.

студент кафедры теплоэнергетических систем Института механики и энергетики,
Мордовский государственный университет имени Н.П. Огарёва,
Россия, г. Саранск

Настоящая статья посвящена исследованию и выявлению проблем в системе очистки горячего водоснабжения. Рассматривается степень очистки фильтров, факторы, влияющие на систему горячего водоснабжения, а также проблема применения У-образного сетчатого фильтра для очистки в системах ГВС. В ходе анализа были выяв-

лены основные проблемы фильтра и была разработана схема автоматической очистки фильтра в системе горячего водоснабжения.

Ключевые слова: горячее водоснабжение, фильтр, потребитель, арматура, давление.

Для обеспечения потребителей горячей водой необходимого количества и требуемого качества требуется надежная система фильтрации горячего водоснабжения. В системе ГВС на потребителях возникают следующие проблемы:

- мутность и недостаток напора горячей воды;
- увеличению температурных напоров в подогревателях сетевой воды, приводящих к ухудшению показателей;
- снижению тепловой производительности и увеличению гидравлического сопротивления в трубопроводах из-за уменьшения их проходного сечения и роста шероховатости;
- увеличение коррозии трубопроводов.

Вызвано это тем, что во многих природных водах, используемых для горячего водоснабжения, содержится агрессивная углекислота, углекислотное равновесие (состояние стабильности) достигается при их нагреве до 55-65 °С.

При более высокой температуре углекислотное равновесие нарушается, что приводит к выпаданию из воды карбоната кальция. В теплообменниках карбонат кальция осаждается в виде твердых кристаллических отложений, в трубопроводах систем ГВС – в основном в виде мелкокристаллического шлама. Чем выше температура нагрева воды, тем интенсивнее зарастают теплообменники и тем больше шлама отлагается в трубопроводах системы горячего водоснабжения. Любая вода, будь то скважинная или водопроводная, содержит механические примеси. Обычно это песок, ржавчина, подмотка с трубных соединений и т.п. В зависимости от концентрации этих взвесей и требуемой производительности, используют следующие типы фильтров механической очистки.

Сетчатые фильтры- это фильтры, в которых в качестве фильтрующего элемента используется сетка с размером ячеек от 20 до 500 мкм (выбирается в зависимости от степени загрязнения воды).

Особенностью сетчатых фильтров для воды являются небольшие габариты фильтра, необходимость периодически промывать сетку. Перед установкой желательнее заранее предусмотреть наличие дренажной магистрали для слива воды в процессе промывки.

Патронные (картриджные) – фильтры, в которых в качестве фильтрующего материала используется сменный элемент (картридж), помещаемый в прочный корпус (колбу) из пластика или стали. Степень очистки – от 30 до 0,5 мкм. Фильтры для очистки холодной воды чаще всего имеют корпус из прозрачного пластика, позволяющего визуально оценить степень загрязнения фильтрующего картриджа. Корпус фильтров для горячей воды изготавливается из непрозрачного термостойчивого пластика или нержавеющей стали.

Особенностью данного типа фильтра является необходимость периодической замены фильтрующего элемента.

Следует заметить, что эти фильтры используются преимущественно для небольших потоков, требующих более тонкой фильтрации воды по сравнению с сетчатыми фильтрами. Патронные фильтры, предназначенные для фильтрации больших потоков воды, отличаются соответствующим увеличением габаритных размеров и стоимости.

При этом у пользователя всегда имеется возможность изменить тип используемого картриджа, добавив к функции механической очистки еще, например, и удаление хлора (если использовать картридж из волокна, пропитанного углем) или другие дополнительные возможности. Существуют, например, картриджи чулочного типа, используемые для отфильтровывания волокон тины или глинистых загрязнений, которые быстро забивают и выводят из строя другие типы фильтрующих элементов. Установив последовательно на одну магистраль несколько патронных фильтров, можно гибко и оперативно перенастраивать получившуюся систему к различным требованиям путем изменения комбинации используемых картриджей.

Некоторые корпуса для патронных фильтров имеют на крышке специальные кнопки сброса давления, используемые для исключения пролива воды при разборке в целях замены картриджа. Иногда предусмотрены заглушённые отверстия для возможности установки манометра.

Высокоскоростные напорные – представляют собой специальные емкости, напоминающие по форме колонны, изготовленные из прочных антикоррозионных материалов и наполненные фильтрующим материалом. При прохождении через этот материал происходит фильтрация воды – степень очистки около 30 мкм. В верхней части колонны устанавливается управляющий блок, определяющий параметры процесса фильтрации и периодичность регенерации (специальный режим, восстанавливающий свойства фильтрующего материала).

Этот напорный фильтр эффективно используется при высоких концентрациях разнородных механических примесей в воде. В этом смысле это, пожалуй, наиболее универсальный тип фильтра механической очистки. Однако для данного напорного фильтра необходимо иметь достаточно места для его размещения в отапливаемом помещении, а также должна быть предусмотрена дренажная магистраль для обеспечения режима регенерации.

Фильтры тонкой очистки бывают однофункциональными и многофункциональными. Однофункциональные применяют для очистки воды от ржавчины, хлора и солей тяжелых металлов. Многофункциональные – объединяют в себе сразу несколько функций.

Чтобы выбрать действительно хороший фильтр, прежде всего нужно представлять, как он устроен. Так, в фильтре тонкой очистки должны быть входное и выходное отверстия, между которыми нет прямого соединения. Через входное отверстие вода попадает в колбу (внимание: все колбы должны быть прозрачными!) и там накапливается, после чего проходит через

фильтр и выливается через выходное отверстие. Фильтры тонкой очистки бывают двух видов: тканые и минеральные.

Тканые фильтры представляют собой цилиндр, на который намотан специальный жгут или веревка. Он служит для задержки кристаллов солей, не растворенных в воде (например, хлора), окисей металлов и некоторых химических добавок (больше всего их добавлено в горячую воду, чтобы она дольше сохраняла температуру). Когда ткань на барабане меняет цвет, его нужно или заменить на новый, или очистить – для этого его заливают теплой водой и кипятят, пока не станет белым.

Минеральные фильтры представляют собой сетчатый цилиндр, наполненный минерализованной крошкой. Они также очищают воду от солей и химических добавок. Барабан меняется (старый выбрасывается), когда на стенках образуется налет. Более глубокая очистка воды возможна при использовании адгезивных фильтров – некоторые из них не пропускают даже растворенные в жидкости фракции, вступая с ними в реакцию.

Чем больше происходит реакций внутри барабана, тем больше меняется его цвет. Поэтому легко проследить момент замены фильтра. Однако с этим фильтром нужно быть особенно внимательным. Нельзя устанавливать его в местах непостоянного (сезонного) пользования водой, где хозяева редко бывают, например, на даче. А при работе с ним необходимо четко соблюдать все рекомендации, данные в инструкции, и вовремя менять барабан.

Современные системы ГВС, невозможно представить без латунных фильтров первичной очистки. Это оборудование очищает воду от механических примесей, грязи, продуктов коррозии и шлама. Они используются в малоэтажном строительстве, многоквартирных жилых домах, общественных и промышленных объектах с различными системами тепло-водоснабжения.

Применение фильтров первичной очистки не требуются применение химических веществ. Фильтры такого типа устанавливались, как правило, только на вводе инженерных коммуникаций в зданиях потребителей. В последнее время требования к качеству ГВС регламентируются, потребители стали использовать дорогостоящие бытовые приборы и сантехническую арматуру, весьма чувствительную к загрязнению рабочей среды. На сегодняшний день, к тому же, состояние инженерных коммуникаций с каждым годом ухудшается. Около 70 % инженерных сетей в России требуют замены, и около 15 % находятся в аварийном состоянии. Немаловажным остается и качество ремонта трубопроводов, после которого и без того загрязненные магистрали пополняются песком, мусором и окалиной. Все эти факторы и определяют применение фильтров первичной очистки на системах ГВС у каждого потребителя.

Отсутствие сетчатого фильтра грубой очистки на вводе в квартиру может ускорить выход из строя сантехнического оборудования (счётчики, смесители, шланги) и бытовой техники, а также снизить эффективность фильтров тонкой очистки. В настоящий момент действуют строительные нормы (СП 30.13330.2012 «Внутренний водопровод и канализация зданий»), кото-

рые регламентируют обязательную установку механических или магнитно-механических фильтров на вводе в квартиру перед водосчётчиками.

Наиболее популярными стали латунные косые фильтры. Они имеют простую конструкцию и являются самыми дешевыми. Существует несколько видов косых фильтров, отличающихся по габаритам, типоразмерам и способам присоединения. Все модели могут использоваться в системах с максимальной температурой рабочей среды до 100 °С и номинальным давлением до 20 бар. Данное устройство состоит из корпуса (горячепрессованная латунь), пробки (горячепрессованная латунь), фильтрующего элемента (сетка из нержавеющей стали), прокладки. Обслуживание сетчатого фильтра заключается в периодической ручной очистке фильтрующего элемента-сетки. Степень очистки фильтров зависит от размера ячеек фильтрующего элемента: чем меньше размер, тем выше степень очистки, следовательно, обслуживание фильтра будет частым обслуживанием. Для того что бы уменьшить затраты человека в эксплуатации инженерного оборудования, была разработана схема автоматической промывки фильтра в системе ввода ГВС многоквартирных жилых домов. Принцип действия очень прост, при засорении фильтра увеличивается гидравлическое сопротивление, тем самым уменьшается давление воды. Реле расположенное за фильтром фиксирует снижение или повышение давления в системе и подает сигнал на нормально-закрытый электрический привод шарового крана, встроенного в пробку фильтра. Электрический привод шарового крана срабатывает на открытие и происходит слив воды в дренаж, тем самым промывает фильтр.

При чистом фильтрующем элементе давление за фильтром возрастает, срабатывает реле и шаровой кран закрывается. Принципиальная схема указана на рисунке.

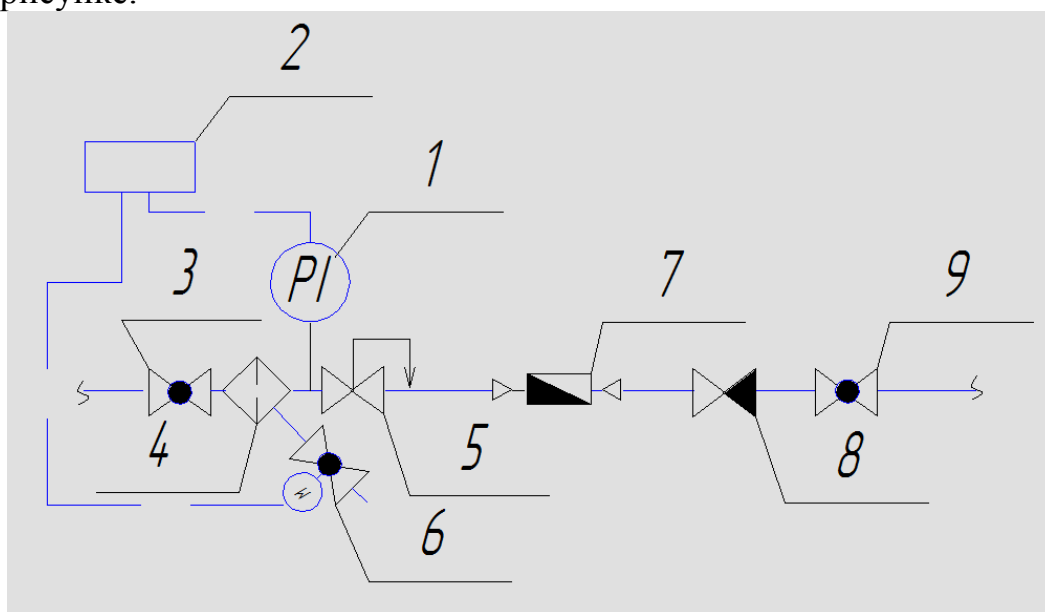


Рис. Принципиальная схема ввода ГВС

1. Манометр; 2. Реле давления; 3. Шаровой кран; 4. Сетчатый фильтр;
5. Регулятор давления; 6. Шаровый кран с электрический приводом; 7. Счетчик;
8. Обратный клапан; 9. Шаровой кран

Несмотря на то, что все фильтры имеют достаточно простую конструкцию, этот элемент трубопроводной арматуры необходимо монтировать и эксплуатировать согласно технической документации.

Одни из наиболее частых ошибок при монтаже:

- установка фильтра не по направлению движения рабочей среды. Это приводит к тому, что весь сор накапливается не в фильтровальной камере, а вне её. Для правильной работы фильтра необходимо устанавливать с совпадением направления движения среды со стрелкой, указанной на корпусе.

- установка фильтра пробкой вверх. В данном случае сор не оседает в фильтровальной камере, а остается в трубопроводе, что может вывести из строя расположенное перед фильтром оборудование.

- установка фильтра на вертикальном участке трубопровода при движении рабочей среды снизу-вверх. В этом случае шлам, оседая в нижнем отводе трубопровода, может со временем полностью перекрыть трубопровод. Для исключения такой ситуации необходимо предусматривать горизонтальный участок трубопровода для установки сетчатого фильтра первичной (грубой) очистки.

Основные преимущества сетчатого фильтра над другими: очень простая конструкция, не требует специального оборудования и навыков, возможность промывки и восстановления работоспособности, дешевые комплектующие – сменная сетка, сравнительно низкая цена. Экологичность – нет сменных картриджей из синтетических материалов.

В ходе разработки данной схемы было выявлено, что наилучший вариант фильтрации воды многоквартирных домов, это фильтры с автоматической очисткой, который не зависит от рук, обслуживающего персонала.

Список литературы

1. Ефимов А. Ю. Составление энергетических характеристик водяных тепловых сетей // А.Ю. Ефимов, В. А. Агеев // С.: Типография «Красный октябрь», 2010 – 80 с.
2. Ефимов А. Ю. Проектирование систем воздухообеспечения и водоснабжения промышленных предприятий // А.Ю. Ефимов, А.В. Ениватов, И.Н. Артемов. – Саранск: Изд-во Мордов. ун-та, 2014-104 с.
3. СанПиН 4723-88 «Санитарные правила устройства и эксплуатации систем централизованного горячего водоснабжения».
4. Ларин Н. С. Оценка факторов, влияющих на потери тепловой энергии в тепловых сетях // Н. С. Ларин, Н. Ф. Полковников, Д. В. Кузнецов, Р. Н. Полковников // Энергоэффективные и ресурсосберегающие технологии и системы: межвуз. сб. науч. тр. / редкол: П. В. Сенин [и др.]. – Саранск : Изд-во Мордов. ун-та, 2016. – С. 137-139.
5. Анализ и оценка проблем систем горячего водоснабжения / Ефимов А.Ю., Марков В.А. // Энергоэффективные и ресурсосберегающие технологии и системы. – 2016. С. 167-173.
6. Интернет источник <http://byreniepro.ru/filtry-dlya-ochistky/setchatye.html>

ДИАГНОСТИЧЕСКИЙ ПОДХОД ДЛЯ ПРЕДУПРЕЖДЕНИЯ АВАРИЙ ОБОРУДОВАНИЯ

Ефимов А.Ю.

доцент кафедры теплоэнергетических систем, канд. техн. наук, доцент,
Мордовский государственный университет им. Н.П. Огарёва,
Россия, г. Саранск

Кузнецов Д.В.

доцент кафедры теплоэнергетических систем, канд. техн. наук,
Мордовский государственный университет им. Н.П. Огарёва,
Россия, г. Саранск

Петрушкин П.Н.

студент Института механики и энергетики,
Мордовский государственный университет им. Н.П. Огарёва,
Россия, г. Саранск

В статье рассмотрен диагностический подход для предупреждения аварий оборудования. Описаны приборы, которые выявляют дефекты аварий оборудования.

Ключевые слова: аварии оборудования, техническое обслуживание и ремонт, предупредительные непредвиденные аварийные ситуации энергетического оборудования, светоскоп-ВМ, контроллер состояния подшипников КСП-1, применение диагностики.

В настоящее время система технического обслуживания и ремонта энергооборудования, представляющая собой систему планово-предупредительных ремонтов (ППР), не в полной мере отвечает требованиям эффективности организации работ, не позволяет в должной мере использовать технику, средства и людские резервы. Поэтому возникла необходимость разработки нового подхода к стратегии технического обслуживания и ремонта, выработки новых решений при выборе видов, объемов и периодичности тех или иных видов обслуживаний, а также предупреждения непредвиденных аварийных ситуаций энергетического оборудования.

Система ППР предполагает, что независимо от технического состояния оборудования через определенные промежутки времени проводится полная или частичная разборка оборудования с целью профилактического осмотра и ремонта. Планируемое время работы до проведения осмотра или ремонта определяется инструкцией завода изготовителя, нормативными ведомственными руководящими документами и зависит от времени работы наиболее подверженных износу элементов. Такое обслуживание существенно уменьшает вероятность аварий, но не предохраняет оборудование от неожиданных, внезапных отключений в межремонтный период. Более того, вероятность выхода из строя оборудования увеличивается за счет переборок, нарушающих приработку узлов и ускоряющих их износ. Необоснованные переборки

могут приводить к появлению неисправностей, что сокращает долговечность работы оборудования и требует дополнительного ремонта [1].

Неконтролируемый перегрев – очень неприятное явление в любом виде промышленной деятельности, для любого устройства и механизма. Неисправный контакт или несмазанная деталь сигнализируют о нем едким запахом гари. После чего в подавляющем большинстве случаев эти изделия нуждаются в основательном ремонте или замене. А ведь обнаружить утечку тепла и предотвратить аварию или даже катастрофу, связанную с перегревом, можно на самых ранних этапах его появления. Ущерб от ППР и аварийных отключений может быть существенно сокращен при использовании систем диагностического контроля электроэнергетического оборудования [3]. При внедрении мобильных диагностических лабораторий, укомплектованных необходимыми приборами диагностики оборудования. В сроки определенные участком ППР производится безразборный контроль состояния оборудования и по результатам исследования делается заключение о необходимости вывода в ремонт оборудования. В дальнейшем на основе измерений состояния оборудования составленной на основе сравнения результатов замеров в течение нескольких лет, сроки исследования состояния оборудования будут устанавливаться индивидуально для каждого объекта.

Стетоскоп – ВМ предназначен для диагностики состояния подвижных узлов, он является эффективным инструментом для своевременного обнаружения места и степени развития дефекта [5].

Контроллер состояния подшипников КСП-1 является диагностическим прибором, предназначенным для автоматического контроля работоспособности шариковых и роликовых подшипников качения электрических машин. Он позволяет своевременно обнаружить тенденцию изменения состояния подшипника и поставить диагноз необходимости замены, что так необходимо для энергетики, где порядка 80% используются электродвигатели.

Оценка теплового состояния электрооборудования и токоведущих частей в зависимости от условий их работы и конструкции осуществляется тепловизором Therma CAM 575-595, для этого достаточно взглянуть на объект потенциальной опасности через окуляр прибора. Перечень необходимых приборов может быть составлен в соответствии с эксплуатируемым оборудованием.

Таким образом ожидаемый экономический эффект от проведения мероприятий диагностики энергетического оборудования будет складываться из нескольких составляющих:

- уменьшение числа аварий и как следствие уменьшения расходов на ремонт и снижение аварийных потерь;
- снижения плановых потерь (в результате установления индивидуальных сроков ППР) [4].

При внедрении мобильных диагностических лабораторий, территориально привязанных, соответственно к предприятиям удастся охватить большую часть энергооборудования. Соответственно, применение диагностики на

объектах тепловых сетей является принципиально новым подходом к контролю состояния основного энергооборудования и при малых эксплуатационных затратах в короткие сроки позволяет:

- предотвратить выход из строя дорогостоящего оборудования;
- в значительной мере компенсировать недостаточную численность обслуживающего персонала;
- уменьшить аварийные и плановые потери;
- как следствие, снизить себестоимость диагностики энергооборудования.

Диагностика оборудования – является неотъемлемой частью технического обслуживания, а именно, наличие повреждений и дефектов, правильность функционирования, определение степени износа.

Список литературы

1. Алексеев Б.А., Коган Ф.Л., Мамиконянца Л.Г. Объем и нормы испытаний электрооборудования. – М.: Изд-во «НЦ ЭНАС», 2014. – 256 с.
2. Агеев В.А. Составление энергетических характеристик водяных тепловых сетей : учебное пособие по дисциплине «Эксплуатация и ремонт энергетического оборудования» / Агеев В.А., Ефимов А.Ю. Саранск 2010. – 77 с.
3. Бажанов С.А., Кузьмин А.В., Вихров М.А. Методика инфракрасного контроля электрооборудования. – М.: ОРГРЭС, 2013. – 123 с.
4. Ефимов А.Ю., Ениватов А.В., Артемов И.Н. Учебное пособие: Проектирование систем воздухообеспечения и водоснабжения промышленных предприятий. Саранск, 2014.
5. Инструкции по эксплуатации прибора Стетоскоп. Иваново, 2012 г. <http://155274.ru.all.biz/stetoskop-vm-g972557>.
6. Кузнецов Д.В. Параметрическая диагностика технического состояния поршневых компрессоров / Кузнецов Д.В. Ефимов А.Ю. // Энергоресурсосберегающие технологии и системы в АПК : межвузовский сборник научных трудов; отв. реда. А.П. Левцев. Саранск, 2003. С. 17-22.

АВТОМАТИЗАЦИЯ РАБОТЫ ОТДЕЛА КАДРОВ НА МАЛОМ ПРЕДПРИЯТИИ

Зуева А.П.

магистрант, Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»,
Россия, г. Москва

Тихомирова А.Н.

кандидат технических наук, доцент,
Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»,
Россия, г. Москва

Настоящая статья посвящена изучению работы кадрового отдела на малом предприятии. Выявлены проблемы медленной работы отдела. Рассматриваются программные средства, как вариант решения выявленной проблемы.

Ключевые слова: отдел кадров, автоматизация, приложение, информационная система.

В управлении человеческим капиталом организации немаловажную роль играют служба управления персоналом в целом и ее структурные подразделения, в частности отдел кадров. От того, насколько правильно осуществляется работа с кадровыми документами, зависит и судьба конкретных людей – сотрудников предприятия, а также работников, которые достигли пенсионного возраста.

В структуре каждой организации отдел кадров занимает значимую позицию. Основная функция отдела кадров на предприятии – документная работа с сотрудниками, ведение, учёт и сопровождение персонала. Документированию подлежат все значимые действия сотрудников внутри организации: приём на работу, перемещение на другую должность, обучение, изменение оплаты труда, отпуска и командировки, увольнение.

Сотрудники отдела кадров выполняют в организации следующие задачи:

- подбор персонала;
- анализ текучести кадров;
- подготовка штатного расписания и других локальных нормативных актов;
- оформление личных дел сотрудников;
- выдача по требованию работников справок и копий документов;
- прием, выдача, заполнение и хранение трудовых книжек;
- ведение учета отпусков, составление графиков и оформление отпусков;
- организация аттестаций сотрудников.

Работа с кадрами – сложный и комплексный элемент управления организацией. По причине большой загруженности сотрудников отдела кадров, в котором рабочий процесс не автоматизирован, зачастую допускают ошибки в заведении документов. Кроме того, на проделывание каждой операции затрачивается внушительный промежуток времени.

Системы управления персоналом ориентированы на решение вопросов кадровой политики, подбора и обучения, эффективности и мотивации работы. Большинство из них предназначены для ведения расчетов с работниками на предприятиях и в организациях в соответствии с количеством, качеством и результативности труда, а также формирования расчетно-платежных ведомостей, налоговых отчетов, бухгалтерских проводок и других документов, соответствующих российского законодательства [1]. Существуют системы, в функционал которых входит учет рабочего времени сотрудников, что в целом облегчает контроль за посещением рабочих мест, опозданиями или переработками сотрудников организации.

На современном рынке информационных технологий представлено огромное множество программ для учета кадров. Выбор работодателя будет зависеть от функционала, который требуется в той или иной организации, и бюджета, который он сможет выделить на автоматизацию работы отдела кадров.

Характерной чертой программ учета кадров является возможность автоматизировать работу отдела кадров, в частности, выписку всех необходи-

мых документов и ведение картотеки сотрудников с обширными данными личных карточек Программы для управления кадрами (учет персонала), как правило содержат все утвержденные формы отчеты по состоянию и движению сотрудников и помогают решать отделу кадров вопросы кадровой политики на предприятии [2].

Самыми распространенными являются программные средства фирмы 1С, так же БухСофт: Кадры; Скат; Ефрат; Парус; Кадры Плюс; Галактика. Каждое из вышеперечисленных программных средств имеет свои преимущества и недостатки. В целом выбор той или иной программы зависит от масштаба самой организации и специфики ее деятельности.

Наибольшую популярность в России получили программные средства «1С: Зарплата и кадры». Программа позволяет выполнять многие операции в плане документального сопровождения трудовой деятельности сотрудников, начисления зарплаты, формирования отчетности в фонды. С помощью автоматизированного учёта кадров в сотрудники службы персонала смогут осуществлять:

- регистрацию работников, с которыми заключаются трудовые договоры, и оформление срочных и бессрочных трудовых договоров, в том числе при дистанционной работе, в типовой форме;
- регистрацию перевода сотрудника на другое место работы, смены вида занятости;
- изменение условий договора и оформление приказов о переводе сотрудника или списка сотрудников;
- регистрацию приема на работу и оформление приказов о приеме на работу сотрудника или списка сотрудников;
- оформление договоров гражданско-правового характера: договоры подряда на выполнение работ, договоры возмездного оказания услуг, авторские заказы;
- регистрацию увольнений работников.

Программное средство «1С: Зарплата и кадры» предоставляет возможность получать актуальные списки работников на конкретную дату с произвольным настраиваемым набором реквизитов; статистическую информацию о количестве работников различных категорий (количество работающих по основному месту, по внутреннему и/или внешнему совместительству); данные о движении работников за выбранный период; среднюю и среднесписочную численность работников.

Перечисленные выше программные средства являются решением проблемы автоматизации работы кадрового отдела. Программы отличаются друг от друга функциональностью и стоимостью. Программные средства фирмы 1С являются самыми популярными и в свою очередь дорогими. Для небольшого предприятия было бы нецелесообразно покупать дорогое приложение с большим количеством функций, которые не пригодились бы в работе сотрудникам отдела кадров. Для учета специфики небольшого предприятия не-

редко для отдела кадров создают программное средство, которое будет включать в себе тот перечень функций, который нужен для работы отдела.

Кадровое делопроизводство – необходимый процесс в работе каждой организации. Отдел кадров взаимодействует с главным ресурсом компании – человеческим. Подбор и трудоустройство персонала требуется грамотно документировать, что и позволяет сделать программное средство, адаптированное под специфику работы отдела кадров.

Список литературы

1. Учебник/ под ред. проф. Титоренко Г.А. М.: Автоматизированные информационные технологии в экономике: Компьютер, ЮНИТИ, 2003.
2. Алексеев А., Безбородов А., Волков А., и др. 1С: Предприятие 8.0 Конфигурация «Зарплата и Управление персоналом» редакция 2.0 Описание. – М.: Фирма «1С», 2004. – С. 243.
3. Горюнова В. Г. Автоматизация деятельности отдела кадров важное направление учета в вузах // Вестник ФГОУ ВПО Брянская ГСХА. 2008. №2.

ИНВЕСТИЦИОННЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ ПРОМЫШЛЕННЫХ УГОЛЬНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ПО РЕГИОНАМ КЫЗГЫЗСТАНА

Камчыбеков Д.К.

доктор технических наук, Ассоциация горнопромышленников и геологов,
Кыргызстан, г. Бишкек

В статье рассмотрены потребности экономики страны в угольном топливе с широким применением наиболее прогрессивных методов добычи, переработки и обогащения углей на предприятиях угольной отрасли.

Ключевые слова: добыча, переработка, обогащение, разработка, строительство, риски, инвестиции.

Для **Северного региона Кыргызстана** в целях комплексного и рационального освоения бурогоугольных месторождений Кара-Кече и Мин-Куш (участок "Ак-Улак"), в соответствии с законами Кыргызской Республики "О недрах", "О концессиях и концессионных предприятиях в Кыргызской Республике" и "Об инвестициях в Кыргызской Республике" образована межведомственная конкурсная комиссия по проведению конкурса на право пользования недрами с целью разработки и комплексного освоения бурогоугольных месторождений Кара-Кече и Мин-Куш (участок "Ак-Улак").

Предполагается, что после привлечения инвесторов и заключения инвестиционного соглашения и концессионного договора на разработку указанных месторождений, а также завершения строительства ТЭС Кара-Кече, потребность в кара-кечинском угле для функционирования только этого объекта составит не менее 2,1 млн. тонн.

По **Южному региону** республики весьма важным представляется проект с целью разработки Сулюктинского угольного месторождения с запасами

114 млн. тонн, каменноугольных участков Тегенек-Шахтный и Маркай, а также Туюк-Каргаша Узгенского каменноугольного бассейна.

Кроме этого, по Южному региону планируется дальнейшее развитие угледобычи для поставок угля на цементные заводы, строительство которых завершены, в частности:

- цементного завода ЗАО «Южно-Кыргызский Цемент» в г. Кызыл-Кия Баткенской области с потребностью в угле – 200 тыс. тонн;
- цементного завода «Ак-Сай Цемент» в Ноокатском районе Ошской области с потребностью в угле – 80 тыс. тонн;
- кыргызско-китайского цементного завода в Араванском районе Ошской области с потребностью в угле – 20 тыс. тонн.

Росту объемов добычи угля также будет способствовать его экспорт.

В этих целях приобретает большое значение крупнейший на сегодняшний день проект строительства Кыргызско-Китайской железной дороги Карасу (Жалалабат) – Арпа – Торугарт.

Кроме того, предполагается производить отгрузку угля мелких фракций с угольных предприятий Южного региона на экспорт в пределах 500,0 – 800,0 тыс. тонн ежегодно в Узбекистан и Таджикистан.

Возможные риски, влияющие на развитие угольной отрасли.

При достижении прогнозируемых объемов добычи угля негативное влияние могут иметь следующие риски:

- отсутствие государственной поддержки на разработку перспективных месторождений и развитие крупных угольных предприятий, в том числе на модернизацию горного и технологического оборудования;
- необеспеченность инвестициями:
 - а) ввода новых объектов (мощностей) угледобычи;
 - б) ввода промышленных объектов, использующих уголь в технологическом процессе, обеспечивающих резкий рост внутреннего рынка сбыта;
 - в) ввода производств с новыми прогрессивными технологиями переработки угольного сырья;
 - г) потребления кыргызских углей из-за неконкурентоспособное из-за качества и стоимости;
- колебания рыночной конъюнктуры цен и валютных курсов;
- риски, связанные с выходом на внешние рынки сбыта;
- невыполнение владельцами (акционерами) обязательств по развитию производства на существующих угольных предприятиях за счет собственных средств, в том числе на модернизацию горного и технологического оборудования;
- производственно-технологические риски (аварии и отказы оборудования вследствие повышенной изношенности, устаревшей технологии, отключение электроэнергии и т.д.);
- техногенные катастрофы (землетрясения, наводнения, сели и другие стихийные бедствия).

Меры по решению проблем угольной отрасли на долгосрочный период

Для решения проблем угольной отрасли необходимо будет реализовать следующие меры:

1. В целях снижения затрат на вскрышные работы, улучшения селективной выемки угля, освоения более мелких залежей и вновь вводимых горизонтов, а также расширения рынка сбыта угля за счет доставки его потребителям собственным автотранспортом предприятий оказать господдержку в виде выделения льготных кредитов до 9-11% годовых стабильно работающим предприятиям, согласно бизнес проектам на модернизацию и обновление горно-шахтного, карьерного и автотранспортного оборудования.

2. Для увеличения объемов добычи угля с целью обеспечения ТЭЦ гор. Бишкек и населения Нарынской, Иссык-Кульской и Чуйской областей ускорить проведение конкурса на право пользования недрами с целью разработки бурогоугольного месторождения Кара-Кече, составление ТЭО.

3. Обеспечить углем технологические процессы новых предприятия Южного и Северного регионов (цементные заводы, гипсокартонное производство, Кавакская ТЭС).

4. Разработка перспективных угольных месторождений инвесторами для развития и модернизации энергетического сектора республики.

5. Расширение рынка сбыта углей мелких фракций (штыбов) угольных предприятий путем перевода районных котельных ГП «Кыргызжилкоммунсоюз», Министерств и ведомств на угольное и альтернативные виды топлива.

6. Усилить эффективность проведения государственной политики в угольной отрасли в целях ее комплексного развития, технического перевооружения, создания новых индустрий при широкомасштабной диверсификации производства путем дальнейшего внедрения принципа корпоративного управления угольной отраслью.

Таким образом, развитие угольной промышленности на период до 2030 года определяется наличием сырьевой базы, которая составляет около 75% ископаемых углей Центрально-Азиатского региона, необходимостью повышения роли отрасли в энергетическом комплексе республики, удовлетворении ее перспективных потребностей в котельно-печном топливе.

Предпосылками для возрастания потребности республики в угле являются обстоятельства, при которых из-за разрушения прежних экономических и хозяйственных связей между странами СНГ снижаются объемы поставок нефтепродуктов и природного газа при ограниченном их производстве в республике, отсутствуют возможности в ближайшей перспективе для перевода населения и других объектов социальной сферы на электроотопление, а также на другие виды энергоносителей.

Вместе с тем, при сложившейся ситуации в угольной отрасли и республике в целом имеются определенные трудности в выполнении программы развития угледобывающей промышленности, а именно:

- ввиду отсутствия собственной металлургической, машиностроительной, резино-технической, нефтехимической и некоторых других отраслей от 80 до 100 процентов горношахтной и горно-транспортной техники, лесных, взрывчатых, горюче-смазочных материалов, кабельной, тросовой, резино-технической и другой продукции, необходимой для работы угледобывающих предприятий, импортируется из других республик СНГ;

- часть угледобывающих предприятий со значительными запасами угля и благоприятными (экономичными) условиями для отработки расположена в горных районах на значительном удалении от железных дорог, а предприятия, имеющие выход на железнодорожную сеть, находятся на юге республики на большом расстоянии от основных промышленных потребителей твердого топлива как в Кыргызской Республике, так и за ее пределами;

- инфляционные процессы, неплатежеспособность потребителей угля, несбалансированность доходной и расходной статей баланса и непосильное бремя налоговых и других обязательных платежей послужили причиной вымывания собственных оборотных средств предприятий и перехода их в разряд убыточных.

Все вышеназванные и другие негативные факторы служат серьезным основанием считать, что без оказания определенных мер государственной поддержки выполнение настоящей программы практически неосуществимо.

Ввиду этого, для стабилизации работы угольной промышленности и выполнения предусмотренных объемов производства на перспективу необходимо:

1. Изыскать возможность и принять решение по оказанию угольной промышленности финансовой поддержки на период до 2030 г., направленной на поддержание и развитие производственных мощностей.

2. Активизировать работу по выделению материально-технических ресурсов угольщикам в счет технических кредитов.

3. На уровне межправительственных соглашений решить вопрос поставки из Узбекистана горючесмазочных материалов, из Таджикистана – взрывчатых веществ для открытых горных работ и других материалов в счет взаиморасчетов за поставляемый в данные республики уголь.

4. С целью эффективного применения бюджетных ассигнований, выделяемых в программном периоде, изыскивать возможность их перечисления предприятиям угольной отрасли в течение 1 квартала текущего года или не позднее первого полугодия.

5. Рассмотреть предложения по комплексному использованию залежей минерально-сырьевых ресурсов, имеющихся в районах действующих угольных предприятий, а также компонентов попутной добычи с привлечением других отраслей республики.

6. Решить вопрос об изыскании и привлечении инвестиций по проектам строительства шахты «Беш-Бурхан» в г. Кызыл-Кия и разреза «Кара-Кече» в Джумгалском районе Нарынской области в комплексе со строительством железной дороги Балыкчи-Кара-Кече и ТЭС Кара-Кече.

Угольная промышленность, как уже было отмечено ранее, располагает достаточной сырьевой базой для полного удовлетворения потребностей экономики Кыргызстана в угольном топливе. Однако в современных экономических условиях уголь значительно уступает газу и нефтетопливу по затратным и экологическим показателям его использования потребителями и фактически замыкает топливно-энергетический баланс. Нарращивание производственного и экономического потенциала отрасли должно обеспечить снижение риска в энергообеспечении республики от возможного невыполнения целевых установок НЭП. Отрасль имеет необходимые минеральные ресурсы, прогнозируется рост рынков сбыта угля, остается только обеспечить производственные резервы для наращивания объемов добычи угля до 6,3 млн. тонн в год к 2025 году и 7,8 млн. тонн в год к 2030 году.

Названные уровни потребности угля в целом по республике обеспечены разведанными запасами, что не исключает необходимости определенных дополнительных геолого-разведочных работ.

Принципиально важно, что в отличие от быстро дорожающих газа и нефти, цена уголь за счет вовлечения в отработку более эффективных его запасов, улучшения хозяйственной организации отрасли и, главное, технического перевооружения при добыче, переработке и транспортировке угля будут стабилизироваться за счет широкомасштабного вовлечения в разработку кара-кечинских углей и углей южного региона.

Процесс стабилизации цен на уголь может сохраниться и в последующее десятилетие, что служит важным аргументом для увеличения его роли в топливно-энергетическом балансе страны.

Удовлетворение потребности экономики страны в угольном топливе будет связано с развитием добычи угля в бассейнах южного региона – Узгенского, Южно-Ферганского и Алайского. Межрегиональное значение будут иметь месторождения Кавакского бассейна.

Кроме того, в период 2025-2050 годы прогнозируется строительство 5 новых шахт и 1 разреза, из них:

- в Иссык-Кульском бассейне – 1 шахта (на базе подземного участка «Кок-Белькомур» и горизонта+1200 м);
- в Северо-Ферганском бассейне – 1 шахта (месторождение Тегенек-Шахтный);
- в Южно-Ферганском бассейне – 2 шахты (на Сулюктинском и Кызылкинском месторождениях);
- в Узгенском бассейне – 1 шахта (месторождение «Маркай»);
- в Кавакском бассейне – 1 разрез (месторождения Кара-Кече и Мин-Куш).

Для этого необходимо предусмотреть широкое применение наиболее прогрессивных методов добычи, переработки и обогащения углей на предприятиях угольной отрасли.

Список литературы

1. Камчыбеков Д.К. Фондовые материалы госкомитета промышленности, энергетики и недропользования.

ТЕХНИЧЕСКИЕ ПРЕДПОСЫЛКИ УСКОРЕННОГО РАЗВИТИЯ УГОЛЬНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ КЫРГЫЗСТАНА

Камчыбеков Д.К.

доктор технических наук, Ассоциация горнопромышленников и геологов,
Кыргызстан, г. Бишкек

В статье рассмотрены предпосылки ускоренного развития угольной отрасли республики и резкого увеличения производства угля как в ближайшие годы, так и в перспективе до 2025 года.

Ключевые слова: энергетический сектор, природный газ и нефть, запасы угля.

Складывающаяся обстановка в энергетическом секторе республики в условиях недостаточных ресурсов в виде природного газа и нефти, а также дефицита электроэнергии, вырабатываемой на ГЭС, особенно, в зимнее время, требует ускоренного развития угольной отрасли и резкого увеличения добычи угля как в ближайшие годы, так и в перспективе до 2025 года.

Следует учитывать, что в НЭП-2025 года, в соответствии с прогнозом электробаланса на указанный период, ожидается значительное снижение выработки электроэнергии на ближайшие годы ввиду ряда объективных причин.

Поэтому, в целях максимального удовлетворения прогнозной потребности в топливе путем использования кыргызских углей, необходимо наметить значительное увеличение добычи угля как на уже существующих производственных мощностях, так и вводимых в строй новых шахт и разрезов за счет привлечения инвестиций.

К настоящему времени на территории республики балансовые запасы угля составляют 1,3 млрд, тонн, взято на учет 20 месторождений с запасами 1,0 млрд. тонн.

В пределах границ действующих угледобывающих предприятий балансовые запасы составляют 384 млн. тонн, в том числе предназначенных для промышленной отработки 324 млн. тонн.

На территории действующих предприятий имеются запасы разведанные, но не освоенные. Это такие месторождения как Беш-Бурхан в Кызыл-Кия (35 млн. тн), Тегенек-Шахтный в Таш-Кумыре (30 млн. тн), поле № 11 в Сулюкте (114 млн. тн).

Перспективными месторождениями являются Кара-Кече (19- млн. тн), Агулак (46 млн. тн), Узгенский бассейн (200 млн. тн).

Вместе с тем, разведанность запасов труднодоступных районов Узгенского, Алайского бассейнов и Алабука-Чатыркульского района достигает лишь 8-10 %, в связи с чем очень важно не допустить развала геологических организаций и увеличить масштабы геологоразведочных работ на уголь для создания прочной сырьевой базы в будущем.

В предлагаемой Концепции рассматриваются два варианта развития угольной отрасли с учетом текущего состояния рынка сбыта и прогнозного потребления кыргызского угля.

Первый вариант учитывает сложившуюся обстановку на внутреннем рынке потребления угля и реальное состояние производственных мощностей действующих предприятий.

В связи с этим, рост объемов добычи угля до 2030 года обеспечивается только за счет собственных средств предприятий, без учета модернизации изношенного на 90 % оборудования. Производственный потенциал Северного региона при этом составит 1,8 млн. тонн угля в 2025 году, Южного региона – более 1,0 млн. тонн, в целом по республике 2,9 млн. тонн, а к 2030 году соответственно по Северному региону 2,1 млн. тонн, Южному региону – более 1,2 млн. тонн, по республике 3,4 млн. тонн.

Развитие потребления и добычи энергетических углей будет определяться следующими экономическими, природно-геологическими факторами и территориальными приоритетами:

- наращивание добычи угля, прежде всего, в Кавакском и Южно-Ферганском бассейнах, располагающих наиболее благоприятными условиями для обеспечения республики качественным и экономичным угольным топливом;

- сохранение значения добычи угля на месторождениях Жыргалан, Таш-Кумыр, Тегенек Кызыл-Булак как важного фактора энергообеспечения топливодефицитных Северного и Южного регионов страны. В частности, объем добычи каменных углей будет определяться темпами развития Иссык-Кульского и Узгенского бассейнов.

В целом, исходя из реально сложившейся в настоящее время обстановки на угольных предприятиях, добыча угля составит **(без оказания господдержки и учета потребности внутреннего рынка)**:

- в Кавакском бассейне – 1,6 млн. тонн в 2025 году, 1,9 млн. тонн в 2030 году;
- в Иссык-Кульском бассейне – 185 тыс. тонн в 2025 году, 230 тыс. тонн в 2030 году;
- в Южно-Ферганском бассейне – 325 тыс. тонн в 2025 г., 454 тыс. тонн в 2030 году;
- в Алайском бассейне на месторождении Кызыл-Булак – 480 тыс. тонн в 2025 году, 460 тыс. тонн в 2030 году;
- в Северо-Ферганский каменноугольный бассейне – 200 тыс. тонн в 2025 году, 220 тыс. тонн в 2030 году.

Во **втором варианте** учитывается поэтапный ввод, начиная с 2017 года, в строй новых мощностей промышленных объектов за счет средств инвесторов, использующих уголь в качестве энергоносителя. В связи с этим, можно планировать дополнительный объем потребления угля в 4,0 млн. тонн в 2025 году и 4,5 млн. тонн в 2030 году.

Долгосрочная государственная политика в угольном секторе была направлена на создание условий, обеспечивающих стабильное развитие отрасли и предусматривала три качественно различных этапа:

- в период 2012-2013 годы – завершение приватизации угольного производства, улучшение финансового состояния угольных организаций, реализация мер по реабилитации отдельных угольных предприятий с использованием средств государственной поддержки;
- в период 2014-2016 годы – повышение конкурентоспособности угольного топлива за счет проведения целенаправленной государственной ценовой политики осуществления технического перевооружения и интенсификации производства;
- в период 2017-2030 годы прогнозируется коренное изменение технического и экономического развития угольного производства за счет перемещения центра добычи на вновь введенные мощности, оснащенные техникой нового поколения, выход на высококачественную конечную продукцию, в том числе за счет применения угля на металлургических, теплоэнергетических и предприятиях по производству строительных материалов.

Однако, следует учесть, **что без обязательного привлечения инвестиций** в создание новых производственных мощностей по добыче угля и оказания государственной поддержки для модернизации; производства наиболее перспективных, стабильно работающих угольных предприятий, удовлетворение резко возрастающего спроса на твердое топливо будет обеспечено в большей степени за счет импорта, что крайне негативно скажется на сохранении энергонезависимости Кыргызской Республики.

Поэтому оказание государственной поддержки, как отмечено выше, с целью модернизации отдельных угольных предприятий, а также широкое привлечение инвестирования как в развитие открытого способа добычи угля на крупных месторождениях Кавакского и Алайского бассейнов, так и в строительство новых шахт на Сулюктинском, Кызыл-Кийском, Беш-Бурханском месторождениях, освоения горизонта +1050 м на шахте Жыргалан и месторождений Тегенек (подземный) и Маркай инвесторами позволит значительно нарастить добычу кыргызского угля для удовлетворения резко возросшего объема его потребления.

Общее состояние угольной отрасли республики в настоящее время свидетельствует о том, что в условиях практически полной изношенности горно-шахтного и горно-карьерного оборудования, при отсутствии средств на воспроизводство и недостатка оборотных средств, угольная отрасль на принципах самокупаемости и самофинансирования выжить не может.

Мировой опыт развития угольной промышленности показал, что данная отрасль практически во всех странах является дотационной со стороны государства. Да и опыт работы угледобывающих предприятий республики за последние годы подтвердил, что при условии сохранения продажной цены угля на уровне покупательской способности потребителей, их стабильная работа возможна только при определенной поддержке со стороны государства.

С учетом реально сложившейся ситуации, а также в зависимости от степени выполнения мер по оказанию государственной поддержки предприятиям угольной отрасли, объемы угледобычи с 2017 по 2030 гг. предусматри-

ваются в двух вариантах, т.е. без оказания господдержки, а также с учетом ее оказания.

Первый вариант

По варианту развития угольной отрасли без государственной поддержки предусматривается за счет задела, созданного в результате финансовой поддержки угольной отрасли государством, и реализацией имеющихся отдельных внутренних резервов производства, довести добычу угля до 2,9 млн. тонн к 2025 году и до 3,4 млн. тонн к 2030 году.

В указанный период будет наблюдаться незначительное увеличение добычи угля, что связано по следующим причинам:

1. Небольшой объем подземной добычи угля вследствие полного износа подземного горно-шахтного оборудования;
2. К этому времени практически на всех подземных выработках закончатся отработка подготовленных к выемке угольных блоков, а подготовку новых блоков невозможно произвести без подновления горно-шахтного оборудования и вспомогательных материалов;
3. Износ горно-карьерного оборудования на открытых разработка практически достигнет 90-95%.

По мере выбытия производственных мощностей отдельных предприятий и достижения 100-процентного износа активной части основных фондов без своевременного их обновления, отдельные предприятия прекратят свое существование в современном виде, и взамен их возможно создание малых предприятий по добыче небольших объемов угля и попутных полезных ископаемых на открытых разработках.

Второй вариант

Данный вариант разработан с учетом определенной государственной финансовой поддержки угольной отрасли республики.

Складывающиеся обстановка по обеспечению народного хозяйства энергоресурсами в 2015-2017 годы и в перспективе, создает необходимую ситуацию для резкого увеличения добычи угля в республике и постепенному полному отказу от импорта угля, и снижению потребления газа. Главными обстоятельствами для этого являются:

1. Поэтапный отказ от импорта угля с Карагандинского и других угольных бассейнов Казахстана. Начиная с 2015 года завоз угля с Казахстана в Кыргызстан для нужд энергетики и других потребителей снизился с 1,3 млн. тонн угля до 500 тыс. тонн в год. Это произошло из-за наращивания добычи угля на Кавакском бурогольном бассейне, а также отказа от бартерных поставок угля на экспортируемую электроэнергию Кыргызстана.
2. Постепенное возрастание потребления электроэнергии промышленностью и покрытие недостающей части электроэнергии выработкой его тепловой электростанцией гор. Бишкек. На сегодня потребление электроэнергии в республике приблизилось к 12 млрд. кВтч, т.е. около 80% от общей выработки. При этом потребление промышленностью республики вследствие общих кризисных явлений составляет всего 45-50% Постепенное становле-

ние промышленности, дальнейшее развитие малого и среднего бизнеса в республике и сохранение экспортного потенциала электроэнергетики, а также невозможность в ближайшее время резкого увеличения выработки электроэнергии гидроэнергетическими ресурсами приведет к дефициту электроэнергии в республике. (Что и наблюдается в осенне-зимний период). Покрытие этого дефицита возможен только его выработкой на существующих тепловых станциях.

3. Постепенный переход населения и коммунальных потребителей для обогрева от электрической энергии к органическому топливу – углю. неизбежно предстоящие повышение тарифов на электрическую энергию и принятие энергоснабжающими предприятиями жесточайших мер против ее хищения, приведет к экономической нецелесообразности применения электроэнергии для целей отопления и поиску альтернативных вариантов. Учитывая, что республика пока не имеет каких-либо значительных углеводородных ресурсов в виде газа или нефти и в то же время обладает 75% запасов твердого топлива Центральной Азии, можно предположить, что такой альтернативой может быть только уголь.

По данному варианту объем добычи угля в целом по республике к 2025 году должен возрасти до 6,3 млн. тонн, а к 2030 году до 7,8 млн. тонн. При этом увеличения добычи угля предполагается осуществить:

1. Развитием промышленной разработки Кара-Кечинского бурого угольного месторождения и в целом Кавакского бурого угольного бассейна с доведением добычи угля до 1,0 – 1,5 млн. тонн в год.

2. Разработкой угольного месторождения Кызыл-Булак в Алайском районе с доведением добычи угля до 500-800 тыс. тонн и на месторождении Джергалан гор.2100 – до 100 тыс. тонн.

3. Поддержкой достигнутого уровня угледобычи на остальных месторождениях с постепенным увеличением добычи до 30%. При появлении спроса на уголь на внутреннем и внешнем рынке этот показатель может быть увеличен за счет имеющихся недоиспользованных мощностей.

4. Приоритетом добычи угля открытым способом. В настоящее время доля открытого способа от общей добычи составляет порядка 65%. Предполагается этот показатель довести до 80%.

Обуславливается это следующим:

а) Стоимость подземного горно-шахтного оборудования за последние годы значительно выросла;

б) Подготовленные запасы подземной добычи угля в республике постепенно сокращаются, а подготовка же новых блоков к добыче требует больших финансовых расходов вследствие дороговизны основных материалов: леса, взрывчатых веществ, крепежного леса и ГСМ.

Список литературы

1. Камчыбеков Д.К. Фондовые материалы госкомитета промышленности, энергетики и недропользования.

СОЗДАНИЕ ВЕБ-ОРИЕНТИРОВАННОГО ПРОГРАММНОГО ПРИЛОЖЕНИЯ ДЛЯ АВТОМАТИЗАЦИИ БИЗНЕС-ПРОЦЕССОВ ОБРАБОТКИ ЗАКАЗОВ

Кириченко Д.О.

магистрант, Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»,
Россия, г. Москва

Тихомирова А.Н.

доцент кафедры «Кибернетика», канд. техн. наук, доцент,
Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»,
Россия, г. Москва

В статье рассматриваются методы и способы создания веб-ориентированного программного приложения для компании «ОртоВзгляд».

Ключевые слова: Интернет, продвижение, реализация, автоматизация.

На сегодняшний день имеется большое количество разных способов создания сайтов, которые различаются в зависимости от типа сайта, его назначения, финансовых возможностей заказчика или способностей разработчика. Эти методы можно классифицировать по разным признакам, таким как программное обеспечение, архитектура сервера или технологические особенности.

Время создания и стоимость – основные факторы, играющие главную роль для будущего владельца сайта [1]. Существует множество разнообразных методов разработки, и, несмотря на множество технологических различий, можно выделить лишь несколько отличающихся подходов к разработке. Если сделать группировку методов создания сайтов, исходя из того, что факторы цена и время являются самыми важными, то можно выделить четыре основных метода разработки сайта.

Первый метод – заказать разработку сайта у веб-студии. Сайт разработанный с применением новейших технологий и инструментов слаженным коллективом дизайнеров, программистов, оптимизаторов, верстальщиков, копирайтеров, аниматоров профессиональной веб-студии всегда предпочтителен. Минусом данного метода является дороговизна, впрочем, если заказчик обладает достаточным количеством финансовых средств и маленьким количеством времени, данный метод очень даже подойдет.

Второй метод – разработка сайта самостоятельно с нуля, что занимает достаточно много времени и сил. К тому же, в данном случае требуются знания хотя бы одного языка веб-программирования (HTML, CSS, PHP) и опыт работы с базами данных (MySQL). Данный метод подойдет для человека, который знаком с языками программирования, обладает большим запасом свободного времени и желания.

Третий метод – использование конструктора, этот метод является самым простым способом разработки, потому что он не требует знаний языков веб-программирования. Однако, рассчитывать на качественный и хороший результат, выбрав данный метод, не стоит. Существует много шаблонных инструментов для разработки, одни из самых популярных это «narod.ru», «ucoz.ru» и т.д. Данный способ намного проще предыдущего, но также имеет недостатки. Разработчику сайта придется потратить время на изучение работы конструктора и не факт, что в конечном итоге сайт будет иметь тот вид, который бы хотелось видеть разработчику, так как конструкторы работают по шаблонам и для того, чтобы что-то изменить, придется снова разбираться с кодом. Кроме того, ресурс, созданный с помощью конструктора, тяжело будет раскрутить.

Наконец, четвертый, широко используемый метод создания сайтов – это разработка с помощью использования системы управления сайтом (CMS – системы). Существуют разные CMS системы. Некоторые системы ориентированы только на решение конкретных задач (ведение блогов, интернет магазины, форумы), другие являются универсальными и предоставляют разработчиком удобную среду проектирования и программирования для разработки чего угодно. Одни системы предоставляются бесплатно и обладают возможностью внесения своих доработок, а некоторые предоставляются за деньги и не допускают возможность редактирования. На сегодняшний день самыми популярными CMS системами являются WordPress, Joomla, Wix, Drupal и другие [2]. С помощью перечисленных систем можно создавать блоги, сайты-визитки и интернет-магазины. Для создания форумов больше подходят такие системы, как ExBB, SMF, PunBB и phpbb.

В настоящее время для того, чтобы провести автоматизацию бизнес-процессов обработки заказов и создать сайт, предприятию «ОртоВзгляд» не обязательно обладать большим количеством денег, достаточно иметь сотрудника, который обладает знаниями в области CMS-систем. Проведя анализ методов создания веб-приложений, выбор был сделан в пользу использования системы управления сайтом (CMS системы) WordPress. Данная система является бесплатной, многофункциональной и достаточно проста в использовании [3]. Благодаря CMS системе можно легко создать хороший Интернет-магазин, не зная языков программирования.

Список литературы

1. Библиотека Экстил-ПРО – «ДА» и «НЕТ» покупки готового интернет-магазина на 1С-Битрикс [Электронный ресурс] Режим доступа: https://www.exstyl-pro.ru/library/stati/DA_i_NET_pokupki_gotovogo_internet-magazina_na_1S-Bitriks/. свободный.
2. Горнаков С.Г. Осваиваем популярные системы управления сайтом. – М.: ДМК Пресс, 2009. 25 с.
3. Грачев А. Создаем свой сайт на WordPress: быстро, легко и бесплатно. CMS WordPress 3. – М.: Питер, 2011. 20 с.

ВОПРОСЫ ПРИМЕНЕНИЯ НАНОТЕХНОЛОГИЙ В АВТОМОБИЛЕСТРОЕНИИ

Колосов С.В.

доцент кафедры связи, канд. воен. наук, доцент,
Южно-Уральский государственный университет, Россия, г. Челябинск

Чуличков И.В.

старший преподаватель,
ВУНЦ ВВС «Военно-воздушная академия» (филиал г. Челябинск),
Россия, г. Челябинск

Чуличков В.В.

студент, Южно-Уральский государственный университет,
Россия, г. Челябинск

В статье рассмотрены вопросы широкого применения технологии 3D печати для проектирования помещений, новых образцов техники, автомобилей и запасных частей к ним, что позволяет рассчитать экономический эффект и сократить время на производство.

Ключевые слова: 3D печать, моделирование, лазерная стереолитография, селективное лазерное спекание.

Постепенно технологии 3D печати входят в нашу жизнь, открывая новые возможности в самых разных областях деятельности. 3D печать позволяет создать трехмерную модель изделия на компьютере и в минимальное время получить полноценный физический объект, соответствующим заданным параметрам. Основные преимущества использования современных 3D принтеров следующие [3, 4]:

- снижение себестоимости изготовления продукции и сокращение сроков ее появления на рынке;
- моделирование элементов любой формы и сложности;
- быстрота и высокая точность изготовления;
- возможность использования разных материалов.

В ближайшие годы снижение стоимости 3D принтеров должно открыть новые перспективы для реализации трехмерной печати. 3D принтер представляет устройство, использующее метод послойного создания физического объекта по цифровой 3D модели.

В данной технологии используется: лазерная стереолитография (SLA) при которой объект формируется из специального жидкого фотополимера, затвердевающего под действием лазерного излучения (или излучения ртутных ламп). При этом лазерное излучение формирует на поверхности текущий слой разрабатываемого объекта, после чего, объект погружается в фотополимер на толщину одного слоя. Каждый последующий слой формируется индивидуально; селективное лазерное спекание (англ. selective laser sintering, SLS) (также англ. Direct metal laser sintering – DMLS) при которой объект форми-

руется из плавкого порошкового материала (пластик, металл) путем его плавления под действием лазерного излучения. Порошкообразный материал наносится на платформу тонким равномерным слоем, после чего лазерное излучение формирует на поверхности текущий слой разрабатываемого объекта. Данная технология не нуждается в поддерживающих структурах «висящих в воздухе» элементов разрабатываемого объекта, за счет заполнения пустот порошком. Для уменьшения необходимой для спекания энергии, температура рабочей камеры обычно поддерживается на уровне ниже точки плавления рабочего материала, а для предотвращения окисления, процесс осуществляется в бескислородной среде; электронно-лучевая плавка отличается от технологии SLS/DMLS, тем что объект формируется путем плавления металлического порошка электронным лучом в вакууме; моделирование методом наплавления (англ. fused deposition modeling, FDM) осуществляется путем послойной укладки расплавленной нити из плавкого рабочего материала (пластик, металл, воск). Рабочий материал подаётся в экструзионную головку, которая выдавливает на охлаждаемую платформу тонкую нить расплавленного материала, формируя таким образом текущий слой разрабатываемого объекта. Далее платформа опускается на толщину одного слоя, чтобы можно было нанести следующий слой; изготовление объектов с использованием ламинирования (англ. laminated object manufacturing, LOM) – в данном случае объект формируется послойным склеиванием тонких плёнок рабочего материала, с вырезанием лазерным лучом или режущим инструментом соответствующих контуров на каждом слое отдельно. За счет отсутствия пустот, данная технология не нуждается в поддерживающих структурах «висящих в воздухе» элементов разрабатываемого объекта.

3D технологии нашли широкое применение во многих областях:

в медицине – исследователи Канады смогли соединить живую и неживую материю при печати человеческого уха, функционально это был протез из биомассы, своего рода антенна для улавливания радиоволн. В США проводятся клинические исследования по лечению межпозвонковых дисков с помощью напечатанных протезов. Исследуется возможность протезирования конечностей и т.д.;

в военной области – создан рабочий образец пистолета. С использованием более прочного материала была напечатана винтовка, которая выдержала 15 выстрелов без разрушения, то есть характеристики такого оружия практически не уступают современным образцам стрелкового оружия;

в строительстве – использование 3D принтера при планировании новых микрорайонов. Возможно, это совершит переворот в строительной отрасли. В строительной отрасли получены положительные результаты в подборе состава керамической смеси, что позволило сократить время на изготовление одного кирпича;

в космонавтике – астрономами НАСА разработан проект напечатанной лунной базы;

в авиастроении – при проектировании реактивных двигателей их элементы могут быть напечатаны (по этой технологии уже изготавливаются инжекторы авиадвигателей);

в производстве электроники – проектирование и объёмная печать элементов с оптимальной формой и характеристиками. 3D печать активно используется при производстве микросхем малого размера и сложной формы [1, 2].

Широкое применение 3D печать нашла в автомобилестроении. Основным этапом в автоиндустрии является изготовление прототипов. По словам представителя авиакосмической компании Pratt & Whitney: «... стоимость разработки сложного продукта может очень сильно снизиться, если предложить инженерам вместо десятков чертежей посмотреть на реальную деталь» [6].

Кроме того, на модели можно проводить тестирование различных систем и отдельных устройств до того, как будет готов окончательный вариант изделия. Кроме того, прототипы позволяют проводить такие тесты, которые на готовом изделии провести не представляется возможным. Например, компания «Porsche» использовала прозрачную пластиковую модель трансмиссии модели 911 GTI с целью изучения тока масла в процессе ее разработки. Однако главное, такую модель можно сделать очень быстро, что является важным для производства.

Канадскому инженеру Джиму Кору удалось создать рабочий образец гибридного городского автомобиля Urbee 2, детали для которого были изготовлены с помощью 3D принтера. Автомобиль вмещает двух человек и выглядит как современный спорткар с «прилизанным» дизайном и хорошими аэродинамическими характеристиками. Благодаря специальной технологии 3D печати гибридный автомобиль получился весьма легким, и одновременно достаточно прочным. Собственный вес автомобиля с полной заправкой составляет примерно 545 кг. Сам по себе корпус автомобиля собирается примерно из полусотни отдельных частей различной толщины и размера. При этом на печать, например, бампера, состоящего из двух составных частей, уходит 300 часов, а всего на создание одного образца Urbee 2 затрачивается около 2500 часов. По предварительным оценкам специалистов, стоимость одного авто составит 50 тыс. долларов [5].

Концепт EDAG Genesis, очертания которого были вдохновлены строением черепахи, демонстрирует применение новых технологий в автомобильной промышленности. Посредством аддитивного производства – послойной печати в 3D принтере – создали полноразмерные компоненты автомобиля. Для Genesis также предусмотрена внешняя рама из стали или алюминия, призванная обеспечить дополнительную прочность и защитить кузов – монокок. 3D печать применялась при изготовлении автомобилей и раньше, но последние разработки EDAG уникальны тем, что демонстрируют воспроизведение компонентов автомобиля в больших масштабах. Это важно, поскольку опыт изготовления Genesis показывает, что теперь количество шагов для производства автомобиля на 3D принтере сокращается в несколько раз: вместо пе-

части множества мелких компонентов и их последующей сборки, становится возможным создание нескольких крупных деталей.

Специалисты по трехмерной печати уже давно прогнозируют повсеместное внедрение 3D технологий. Автоконцерн Ford, например, активно использует 3D печать при создании своих авто. Изначально полимерные литейные формы использовались в таких узлах авто, как турбонагнетатель или двигатель, исследуются вопросы печатанья деталей для эксплуатации в сложных условиях (например, головка блока цилиндров, впускная / выпускная система).

Некоторые компании предлагают услуги по печати запчастей, а также услуги сканирования отдельных частей автомобиля с тем, чтобы в случае поломки была возможность напечатать деталь по ее скану. Такой сервис может понадобиться владельцам редких, эксклюзивных и раритетных автомобилей. Любая деталь раритетного автомобиля может быть воспроизведена с помощью этой технологии.

Важность применения 3D печати в автомобилестроении трудно переоценить. Поскольку такая возможность дает смоделировать детали любой сложности, используя информацию из CAD программ. А так как сам процесс 3D печати занимает всего несколько часов, это сокращает время проектирования уже готовых изделий.

В автомобилестроении и конструировании 3D технологии в печати дают возможность посмотреть на макет будущей продукции, а также создать ее модель, которая будет выполнена соответственно чертежам, и которую можно будет тщательно исследовать. Примером может послужить пробная модель машины, с которой нетрудно провести испытания в аэродинамической трубе. Это дает возможность выявить недостатки в проектировании выхода дорогостоящего опытного образца. В автомобилестроении широко используются средства, помогающие моделировать как весь кузов машины, так и ее отдельные детали и элементы салона авто. Это происходит на стадии создания дизайна (или редизайна) машин.

В машиностроительной отрасли наряду с другими видами производства 3D технологии печати применяются при создании макетов (прототипов) готовой продукции. Помимо этого, применение 3D печати в автомобилестроении, может использовать другие 3D технологии, которые в работе используют принцип спекания металлического порошка, с помощью луча лазера, который дает возможность создавать и готовую продукцию со сложной геометрией.

Основные достоинства технологии 3D печати в автомобилестроении:

- существенное увеличение гибкости производства;
- увеличение конкурентоспособности;
- уменьшение себестоимости изделий, в частности, это касается мелкосерийного производства;
- уменьшение сроков поступления изделий на рынок.

Таким образом, 3D печать позволяет экономить время и затраты дизайнерам и инженерам на изготовление изделий.

Список литературы

1. 3D INDUSTRY. Все о 3d печати – [Электронный ресурс] – Режим доступа – URL: <http://www.3dindustry.ru/article/676/> (Дата обращения 30.03.14).
2. 3D-печать «ИНВЕНТ» – [Электронный ресурс] – Режим доступа – URL: <http://www.invent3d.ru/> (дата обращения 30.03.14).
3. 3D-принтеры и технология трехмерной печати – [Электронный ресурс] – режим доступа – URL :http://vektor.us.ru/auxpage_3d-printery-i-tehnologija-trehmernoj-pechati/ (дата обращения 30.03.14).
4. Новости высоких технологий. Первое здание, напечатанное на 3d-принтере, появится в 2014 году – [Электронный ресурс] – Режим доступа – URL: <http://hi-news.ru/technology/pervoe-zdanie-napechatannoe-na-3d-printere-...> (дата обращения 30.03.14).
5. Новостной портал 3D NEWS. Urbee 2 – гибридный автомобиль, распечатанный на 3D-принтере – [Электронный ресурс] – режим доступа – URL: <http://www.3dnews.ru/778078> (дата обращения 30.03.14).
6. <http://3dproect.ru/avtomobilestroenie/http://3dproect.ru/avtomobilestroenie/>

ТЕПЛООБМЕН В УСЛОВИЯХ КОЛЕБАНИЯ ПОТОКА

Комаров А.И., Верендяйкин Г.Г.

студенты Института механики и энергетики,
Мордовский государственный университет им. Н.П. Огарёва,
Россия, г. Саранск

В статье дан краткий обзор работ, посвященных интенсификации теплообмена путем создания пульсаций потока. Рассмотрена возможность применения данного способа интенсификации в системах теплоснабжения.

Ключевые слова: теплообмен, пульсации, коэффициент теплоотдачи, пучность, амплитуда.

История исследования влияния пульсаций расхода жидкости на ее теплообмен взяла свое начало с середины прошлого века. Еще в 1943 году авторами эксперимента Martinelli R.C, Boelter L. M. K, Weinberg E.B [1] было обнаружено, что при наложении пульсаций расхода на ламинарное и турбулентное течение в круглой трубе теплоотдача может возрастать. Немногим позднее по данной тематике появилась работа Зигеля Р., Перлмуттера М. "Теплоотдача при пульсирующем ламинарном течении в канале" [2]. Широко велись исследования в этой области и в СССР. Так в 1970 г сформировалась и выделилась из группы Э.К. Калинина научная группа под руководством проф. Б.М. Галицейского [3]. Впервые были установлены и исследованы резонансные явления переноса тепла в осциллирующих турбулентных потоках. Учеными установлено, что в колеблющихся турбулентных потоках кроме акустического резонанса может реализоваться турбулентный резонанс, в условиях которого интенсивность теплообмена может увеличиваться в 5-6 и более раз. Кроме того, ими предложена оригинальная методика исследования теплообмена в пористых структурах, которая позволила впервые вскрыть закономерности влияния неравномерности пористой структуры на интенсив-

ность теплообмена и предложить новый способ управления интенсивностью теплообмена.

Влияние импульсно колеблющегося потока на теплообмен обусловлено, во-первых, изменением коэффициента турбулентной теплопроводности в результате воздействия вынужденных колебаний на энергетический спектр турбулентных пульсаций, во-вторых, вынужденные колебания продольной скорости генерируют колебания поперечной скорости потока, что так же приводит к дополнительному переносу тепла, а в-третьих, согласно Б. М. Галицейскому [3], важным условием является образование стационарных вихревых течений, как в свободном колеблющемся потоке среды, так и вблизи препятствий, помещенных в колеблющуюся среду. При этом существенную роль играет толщина колеблющегося пограничного слоя:

$$\delta_k = \left(\frac{2\nu}{\omega} \right),$$

где δ_k – толщина колеблющегося пограничного слоя, м;

ν – коэффициент кинематической вязкости, м²/с;

ω – круговая частота колебаний, рад/с.

В случае, если колеблющийся поток возбуждается стоячей волной, влияние этих колебаний на теплоотдачу переменено по длине стоячей волны. Это объясняется особенностью стоячих волн. Поскольку амплитуда колебаний скорости изменяется по длине стоячей волны от нуля в узлах до максимума в пучностях, то теплоотдача в пучностях скорости стоячей волны будет максимальной, а в узлах – минимальной. С увеличением амплитуды колебаний потока теплоносителя в области низких частот (0,1–2 Гц) происходит увеличение коэффициента теплоотдачи, примерно, до 80 % [4].

Эффект наложения пульсаций на движущийся поток теплоносителя для интенсификации теплообмена в настоящее время широко используется на практике. Например, в ФГБОУ ВО «МГУ им. Н.П. Огарева» ведется разработка и внедрение импульсных систем теплоснабжения [5, 6]. Особенностью данных систем является то, что попутно с интенсификацией теплообмена в них происходит самоочищение поверхностей теплообмена, а импульс количества движения теплоносителя используется может быть использован для трансформации напора из одного гидравлического контура в другой [7, 8].

Учитывая полученный опыт эксплуатации данных систем, можно полагать, что они получат широкое распространение.

Список литературы

1. Martinelli R.C., Boelter L. M. K., Weinberg E.B. Heat transfer to a fluid flowing periodically at low frequencies in a vertical tube // Transaction of the ASME. 1943. V. 65. P. 789-798.
2. Зигель Р., Перлмуттер М. Теплоотдача при пульсирующем ламинарном течении в канале // Теплопередача. 1962. № 2. С. 18-32.
3. Галицейский Б. М. Тепловые и гидродинамические процессы в колеблющихся потоках [Текст] / Борис Мефодьевич Галицейский, Юрий Алексеевич Рыжов, Евгений Васильевич Якуш. – М. : Машиностроение.

4. Левцев А. П. Моделирование теплопередачи в импульсной системе теплоснабжения / А. П. Левцев, А. Н. Макеев, А. А. Лазарев // Омский научный вестник. Серия Приборы, машины и технологии. – 2012, – № 1(107). – С. 216-218.

5. Пат. на полезную модель 98060 Российская Федерация, МПК F24D 3/00. Система теплоснабжения / А. П. Левцев, А. Н. Макеев, А. М. Зюзин ; заявитель и патентообладатель ННОУ «Саранский Дом науки и техники РСНИИОО». – № 2010122249/03 ; заявл. 31.05.2010 ; опубл. 27.09.2010, Бюл. № 27.

6. Макеев А. Н. Импульсные системы теплоснабжения общественных зданий / А. Н. Макеев, А. П. Левцев // Региональная архитектура и строительство. – Пенза, 2010. – №2 (9). – С. 45-51.

7. Пат. на полезную модель 87501 Российская Федерация, МПК F24D 11/00. Автономная система отопления для здания автономного пользования / А. П. Левцев, А. Н. Макеев, А. А. Лазарев ; заявитель и патентообладатель ФГБОУ ВО «Мордовский государственный университет им. Н. П. Огарёва». – № 2009113871/22 ; заявл. 13.04.2009 ; опубл. 10.10.2009, Бюл. № 27.

8. Макеев А. Н. Импульсная система теплоснабжения общественного здания : автореф. дис. ... канд. техн. наук / А. Н. Макеев. – Пенза, 2010. – 20 с.

К ВОПРОСУ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЯВЛЕНИЯ КАВИТАЦИИ

Комаров А.И.

студент Института механики и энергетики,
Мордовский государственный университет имени Н.П. Огарёва,
Россия, г. Саранск

Макеев А.Н.

доцент кафедры теплоэнергетических систем, канд. техн. наук,
Мордовский государственный университет имени Н.П. Огарёва,
Россия, г. Саранск

В статье рассмотрено явление кавитации, ее основные признаки и сопутствующие эффекты. Отмечены недостатки и достоинства кавитации. Дан краткий обзор областей ее полезного применения.

Ключевые слова: кавитация, эрозия, сонолюминисценция, энергия, тепловой эффект, акустические эффект, кавитационный теплогенератор.

С кавитацией человек сталкивается в своей жизни при рассмотрении множества вопросов, которые возникают не только при проектировании и использовании механизмов, связанных с использованием жидкости (турбоагрегаты, насосы, лопасти водного транспорта), но и в быту. Впервые о явлении кавитации заговорил Рейнольдс [1]. На практике с этим явлением столкнулись при испытании эскадрильного миноносца английского военно-морского флота в 1893г. Скорость судна оказалась значительно ниже запланированной и, как оказалось, это было вызвано ухудшением характеристик винта вследствие возникновения пузырьков пара на его лопастях.

Кавитация – это процесс нарушения сплошности потока жидкости, который сопровождается парообразованием и выделением воздуха в тех участ-

ках потока, где местное давление при его понижении достигает некоторого критического значения. Кавитация в большинстве случаев образуется на кромке срыва при переходе ламинарного течения жидкости (или смесей жидкостей) в турбулентное течение. Кавитация обычно сопровождается акустическим (шум) и световым (сонолюминисценция) эффектами.

Акустический эффект кавитации представляет собой концентрацию энергии звуковой волны низкой плотности в высокую плотность энергии, связанную с пульсациями и захлопыванием кавитационных пузырьков [2]. В результате схлопывания пузырьков парогазовой смеси образуются ударные волны. Этот процесс сопровождается шумом, который занимает большой диапазон частот (до 1 МГц). Установлено, что схлопывание маленьких пузырьков приводит к образованию низкочастотных звуков и возникновению эрозионных эффектов, а схлопывание больших пузырьков сопровождается возникновением высокочастотных звуков и колебанием деталей.

Во многом благодаря шуму существует возможность выявления кавитации. Метод основан на том, что схлопывание пузырьков пара оказывает воздействие высокой частоты на некоторый чувствительный механизм и когда эти частоты выходят за рамки номинального диапазона, датчики выявляют наличие кавитации. Вовремя обнаруженная кавитация и своевременные действия по ее предотвращению позволяют сохранить работоспособность того устройства (например, рабочие лопатки центробежных насосов), где присутствие кавитации несет отрицательное воздействие.

В работе [3] приведена информация о том, что инженер из г. Волгодонска А. И. Колдамасов наблюдал яркое свечение, возникающее при прокачивании дистиллированной воды через двухмиллиметровое цилиндрическое отверстие длиной 25-30 мм, выполненное во вкладыше из оргстекла (полиметилметакрилата), эбонита или другого диэлектрика. Вода под давлением до 7 МПа подавалась через это отверстие посредством шестеренчатого насоса. Свечение появлялось не всегда, а лишь когда у входной кромки отверстия в диэлектрическом вкладыше возникала интенсивная гидродинамическая кавитация.

Предполагалось, что свечение вызвано результатом рекомбинации свободных ионов, возникших в результате механической или тепловой диссоциации на поверхности пузырька, но экспериментально было доказано, что причиной сонолюминисценции является нагревание газа в пузырьке и последующее повышение давления при его схлопывании. В зависимости от различных условий температура светящегося участка достигала 2000-5000 °С. Свечение наблюдается и при кавитации в маслах, что предположительно, возникает благодаря статическим зарядам [1, с.13].

Кавитация приводит к снижению параметров работы турбоагрегатов, насосов и многих других механизмов. При этом, кавитационной эрозии подвергаются в основном поверхности, расположенные за обтекаемым телом. Поверхность поврежденной детали приобретает характерное губчатое строение с глубоко проникающими каналами. Основными методами борьбы с эро-

зией является правильный подбор конструкционных материалов при изготовлении механизмов, а также номинальный режим их работы.

В настоящее время известно полезное применение кавитации во многих областях техники. Очень часто кавитацию используют в промышленности для смешивания и отсадки взвешенных частиц в коллоидном жидкостном составе, например, в молоке или красках. Кавитация способствует смешиванию обычно несмешиваемых другими способами веществ (например, мазут – вода), ее используют для интенсификации химических реакций, стерилизации обрабатываемой жидкости, для измельчения до микронного уровня твердых частиц в жидкости, для гомогенизации обрабатываемого вещества, для ультразвуковой очистки установок от вредных химических веществ на производстве. Свойства кавитации используют и при разработке торпед, так как кавитационные пузырьки значительно снижают трение ее корпуса о воду, что значительно увеличивает скорость движения.

Явление кавитации нашло применение и в теплоэнергетике для получения тепловой энергии посредством кавитационных теплогенераторов [4]. Существуют технические решения теплогенераторов [5,6], в которых для повышения давления жидкости на входе в кавитатор используется принцип работы гидравлического тарана [7, 8]. Поскольку такие устройства не требуют мощного электропривода на создание высокого давления в жидкости, то характеризуются относительно меньшей стоимостью.

На основании представленной выше информации можно сделать вывод о том, что кавитация может выступать как отрицательное явление, если она не была предусмотрена условием работы некоторой системы (механизма), и как положительное, если ее возникновение было намеренно вызвано для последующего использования её свойств (нагревание, смешивание жидкостей и т.п).

Список литературы

1. Пирсол И.С. Кавитация. (Cavitation, 1972) Перевод с английского Ю.Ф. Журавлева. Под редакцией, с предисловием и дополнением Л. А. Эпштейна. М. : Издательство «Мир». Редакция научно-популярной и научно-фантастической литературы, 1975. – Серия «В мире науки и техники».
2. Флинн Г. Физика акустической кавитации в жидкостях //Физическая акустика / Под ред. У. Мезона. – М.: Мир, 1967. – Т. 1, Ч. Б. С. 7-138.
3. Ю.С. Потапов, Л.П. Фоминский, С.Ю. Потапов – "Энерги явращения", 2001. 400 с.
4. Пат. 73453 Российская Федерация, МПК F24H. Сферический кавитационный электрогидродударный теплогенератор / Дудышев В.Д. ; заявитель и патентообладатель Дудышев В.Д – № 2007141849; заявлено 12.11.2007; опубл. 20.05.2008, Бюл. № 14.
5. Пат. 99123 Российская Федерация, МПК F24J 3/00. Кавитатор для тепловыделения в жидкости / А. П. Левцев, А. Н. Макеев ;заявитель и патентообладатель государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Мордовский государственный университет им.Н.П. Огарёва». – № 2010120371/06 ; заявлено 20.05.2010 ; опубл. 10.11.2010, Бюл. № 31.
6. Пат. 87501 Российская Федерация, МПК F24D 11/00. Автономная система отопления для здания автономного пользования/ А. П. Левцев, А. Н. Макеев, А. А. Лазарев; заявитель и патентообладатель государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Мордовский государственный университет им. Н.П. Огарёва». – № 2009113871/22; заявлено 13.04.2009; опубл. 10.10.2009, Бюл. № 27.

7. Пат. 144214 Российская Федерация, МПК F15B 21/12. Таран гидравлический / А. П. Левцев, А. Н. Макеев, М. С. Ивкин, Я. А. Нарватов ; заявитель и патентообладатель федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Мордовский государственный университет им. Н.П. Огарёва». – № 2014106695/06 ; заявлено 21.02.2014 ; опубл. 10.08.2014, Бюл. № 22.

8. Пат. 82798 Российская Федерация, МПК F04F 7/02. Таран гидравлический / А. Н. Макеев, А. П. Левцев; заявитель и патентообладатель государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Мордовский государственный университет им. Н.П. Огарёва». – № 2008150029/22; заявлено 17.12.2008 ; опубл. 10.05.2009, Бюл. №. 13.

ПРОЧНОСТЬ ТРУБ ПРИ ВНУТРЕННЕМ ДАВЛЕНИИ

Королев Н.Я.

кандидат технических наук, доцент,
Тамбовский государственный технический университет, Россия, г. Тамбов

Получен аналитический метод расчета критического давления стальных толстостенных труб при гидроиспытаниях.

Ключевые слова: сварные стальные трубы большого диаметра, гидроиспытания, магистральные трубопроводы.

Напряжения и деформации в стенке трубы при внутреннем давлении. Рассмотрим длинную толстостенную трубу под действием внутреннего давления p_a (рис.), стенка которой находится в состоянии однородного растяжения [1–97].

Пусть h , D , $d = D - 2h$, $a = d/2$, $b = D/2 = a + h \gg h$ – толщина стенки трубы, внешний и внутренний диаметры трубы, внутренний и внешний радиусы трубы. В цилиндрической системе координат (r, θ, z) уравнения равновесия трубы, граничные условия и решение задачи имеют вид [3, 5, 6]

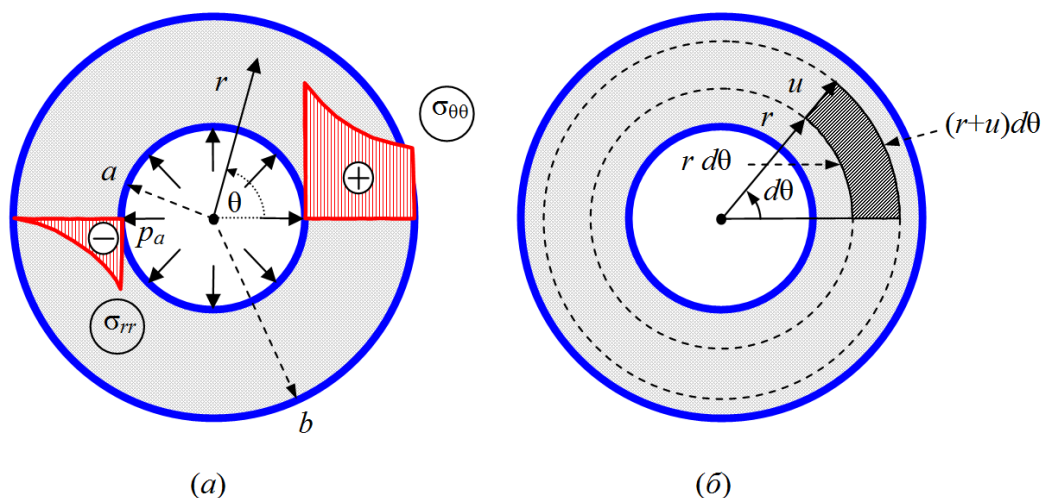


Рис. Эпюры радиальных и тангенциальных нормальных напряжений в стенке трубы (а) и радиальные перемещения точек u внутри трубы (б)

$$\frac{\partial \sigma_{rr}}{\partial r} + \frac{1}{r} \frac{\partial \sigma_{r\theta}}{\partial \theta} + \frac{\sigma_{rr} - \sigma_{\theta\theta}}{r} = 0, \quad \frac{1}{r} \frac{\partial \sigma_{\theta\theta}}{\partial \theta} + \frac{\partial \sigma_{r\theta}}{\partial r} + \frac{2\sigma_{r\theta}}{r} = 0;$$

$$\sigma_{rr}(a) = -p_a, \quad \sigma_{rr}(b) = 0; \quad \sigma_{rr}(r) = \frac{p_a a^2}{b^2 - a^2} \left(1 - \frac{b^2}{r^2}\right), \quad \sigma_{\theta\theta}(r) = \frac{p_a a^2}{b^2 - a^2} \left(1 + \frac{b^2}{r^2}\right),$$

$$\sigma_{r\theta}(r) = 0, \quad \sigma_{rr}(r) + \sigma_{\theta\theta}(r) = \frac{2p_a a^2}{b^2 - a^2} = \text{const},$$

$$\sigma_{rr}(a) = -p_a, \quad \sigma_{rr}(b) = 0, \quad \sigma_{\theta\theta}(a) = \frac{p_a(a^2 + b^2)}{b^2 - a^2}, \quad \sigma_{\theta\theta}(b) = \frac{2p_a a^2}{b^2 - a^2},$$

$$\sigma_{rr} + \sigma_{\theta\theta} \approx \frac{p_a D}{2} \left(1 - 3\frac{h}{D}\right), \quad \sigma_{rr}\left(a + \frac{h}{2}\right) \approx -\frac{p_a}{2} \left(1 - 3\frac{h}{D}\right),$$

$$\sigma_{\theta\theta}\left(a + \frac{h}{2}\right) \approx \frac{p_a D}{2} \left(1 - 2\frac{h}{D}\right), \quad \sigma_{\theta\theta}(a) \approx \frac{p_a D}{2} \left(1 - \frac{h}{D}\right), \quad \sigma_{\theta\theta}(b) \approx \frac{p_a D}{2} \left(1 - 3\frac{h}{D}\right),$$

где σ_{rr} , $\sigma_{\theta\theta}$ и $\sigma_{r\theta}$ – радиальное, окружное и касательное напряжения.

Для «бесконечно» длинной трубы $\sigma_z = 0$. Для длинной трубы с «доньшками» (длина трубы $l \gg b$)

$$\sigma_z = \frac{p_a a^2}{b^2 - a^2} = \frac{p_a D \left(1 - 2\frac{h}{D}\right)^2}{4h \left(1 - \frac{h}{D}\right)} = \text{const} \approx \frac{p_a D}{4} \left(1 - 3\frac{h}{D}\right).$$

Компоненты тензора деформаций и обобщенный закон Гука имеют вид [3, 5, 6]

$$\varepsilon_{rr} = \frac{\partial u_r}{\partial r}, \quad \varepsilon_{\theta\theta} = \frac{u_r}{r}, \quad \varepsilon_{r\theta} = \frac{1}{2} \left(\frac{\partial u_\theta}{\partial r} - \frac{u_\theta}{r} \right);$$

$$\varepsilon_{rr} = \frac{1}{E} (\sigma_{rr} - \nu \sigma_{\theta\theta} - \nu \sigma_z), \quad \varepsilon_{\theta\theta} = \frac{1}{E} (\sigma_{\theta\theta} - \nu \sigma_{rr} - \nu \sigma_z), \quad \varepsilon_{r\theta} = \frac{(1+\nu)}{E} \sigma_{r\theta} = 0,$$

где E – модуль Юнга, ν – коэффициент Пуассона, u_r и u_θ – радиальное и окружное перемещения точек стенки трубы.

Для длинной трубы с «доньшками» (длина трубы $l \gg b$)

$$\sigma_z = \frac{p_a a^2}{b^2 - a^2} = \text{const}; \quad u_r = r \varepsilon_{\theta\theta} = \frac{p_a a^2}{E(b^2 - a^2)} \left((1 - 2\nu)r + (1 + \nu) \frac{b^2}{r} \right),$$

$$u_r = r \varepsilon_{\theta\theta} = \frac{p_a a^2}{E(b^2 - a^2)} \left((1 - 2\nu)r + (1 + \nu) \frac{b^2}{r} \right),$$

$$u_r(a) \approx \frac{p_a D^2}{4Eh} \left(\left(1 - \frac{\nu}{2}\right) + \left(-3 + \frac{3\nu}{2}\right) \frac{h}{D} \right), \quad u_r(b) \approx \frac{p_a D^2}{4Eh} \left(\left(1 - \frac{\nu}{2}\right) + \left(-3 - \frac{\nu}{2}\right) \frac{h}{D} \right),$$

$$u_r\left(a + \frac{h}{2}\right) \approx \frac{p_a D^2}{4Eh} \left(\left(1 - \frac{\nu}{2}\right) + \left(-3 + \frac{\nu}{2}\right) \frac{h}{D} \right).$$

Условия возникновения пластической деформации на внутренней поверхности трубы. По *третьей теории прочности* (теории наибольших касательных напряжений) внутренняя поверхность трубы будет находиться в пластическом состоянии, если

$$\sigma_{\theta\theta}(a) - \sigma_{rr}(a) = \frac{2p_a b^2}{b^2 - a^2} \geq \sigma_T, \quad p_a^{\text{критич}} = \sigma_T \frac{(b^2 - a^2)}{2b^2} = 2\sigma_T \frac{h}{D} \left(1 - \frac{h}{D}\right),$$

где $p_a^{\text{критич}}$ – критическое давление на внутренней поверхности трубы, σ_T – предел текучести материала трубы.

Для трубы с доньями (гидроиспытания трубы на заводе) по *четвертой теории прочности* (энергетической теории прочности) внутренняя поверхность трубы будет находиться в пластическом состоянии, если выполняется критерий Мизеса:

$$\begin{aligned} & (\sigma_{\theta\theta}(a) - \sigma_{rr}(a))^2 + (\sigma_{\theta\theta}(a) - \sigma_z(a))^2 + (\sigma_{rr}(a) - \sigma_z(a))^2 \geq 2\sigma_T^2, \\ & \left(\frac{2p_a b^2}{b^2 - a^2}\right)^2 + \left(\frac{p_a b^2}{b^2 - a^2}\right)^2 + \left(\frac{p_a b^2}{b^2 - a^2}\right)^2 \geq 2\sigma_T^2, \quad \frac{p_a b^2}{b^2 - a^2} \geq \frac{1}{\sqrt{3}}\sigma_T, \\ & p_a^{\text{IV,критич}} = \frac{1}{\sqrt{3}}\sigma_T \frac{b^2 - a^2}{b^2} = \frac{4}{\sqrt{3}}\sigma_T \frac{h}{D} \left(1 - \frac{h}{D}\right) \approx 2,309 \sigma_T \frac{h}{D} \left(1 - \frac{h}{D}\right), \end{aligned}$$

где $p_a^{\text{IV,критич}}$ – критическое давление на внутренней поверхности трубы с доньями.

Предел пластического сопротивления трубы по теории Сен-Венана – Мизеса. Условие пластичности по третьей теории прочности (теории наибольших касательных напряжений) имеет вид $\sigma_{\theta\theta} - \sigma_{rr} = \sigma_T$. Пусть труба находится в идеально пластическом состоянии (теория Сен-Венана – Мизеса, диаграмма Прандтля):

$$\sigma_{\theta\theta} - \sigma_{rr} = \sigma_T = \text{const.}$$

Уравнение равновесия трубы в радиальном направлении, граничные условия и решение задачи имеют вид [3, 5, 6]

$$r \frac{d\sigma_{rr}}{dr} = \sigma_{\theta\theta} - \sigma_{rr} = \sigma_T = \text{const}, \quad \sigma_{rr}(a) = -p_a, \quad \sigma_{rr}(b) = 0;$$

$$p_T = p_a = \sigma_T \ln \frac{b}{a} = \sigma_T \ln \frac{D}{d} = \sigma_T \ln \frac{1}{\left(1 - 2\frac{h}{D}\right)}, \quad p_T = p_a \approx 2\sigma_T \frac{h}{D} \left(1 + \frac{1}{2} \frac{h}{D}\right),$$

где p_T – предел пластического сопротивления трубы, нагруженной только внутренним давлением.

При $p_a < p_T$ наблюдается устойчивое упругопластическое равновесие трубы. При $p_a \geq p_T$ равновесие трубы становится неустойчивым.

Предел пластического сопротивления трубы p_T мало отличается от критического давления $p_a^{\text{критич}}$, при котором внутренняя поверхность трубы переходит в пластическое состояние (отличие составляет менее 2–6%).

Критерий разрыва стенки трубы по теории пластического течения.

По третьей теории прочности разрушение внутренней поверхности трубы (резкое уменьшение толщины стенки трубы и появление на внутренней поверхности трубы трещин, приводящих к разрыву трубы) начнется, когда максимальные касательные напряжения на ней достигнут предела прочности материала трубы σ_b :

$$\sigma_{\theta\theta}(a) - \sigma_{rr}(a) = \frac{2p_a b^2}{b^2 - a^2} \geq \sigma_b, \quad p_{sh}^{\text{разрыва}} = \sigma_b \frac{(b^2 - a^2)}{2b^2} = 2\sigma_b \frac{h}{D} \left(1 - \frac{h}{D}\right).$$

Предел пластического сопротивления трубы дает заниженную оценку критического давления (на 11–15 % или на 15–40 атм ниже), при котором реально разрушается труба. Это объясняется тем фактом, что реально стенка трубы при внутреннем давлении $p_a = p_t$ находится не в идеально пластическом состоянии (диаграмма Прандтля, теория Сен-Венана – Мизеса), как предполагается при выводе предела пластического сопротивления трубы p_t , а в упругопластическом состоянии. Поэтому при $p_a = p_t$ упругие составляющие упругопластической деформации стенки трубы не дают ей разрушиться. Реальное разрушение трубы происходит при несколько больших внутренних давлениях трубы, когда максимальные касательные напряжения на внутренней поверхности трубы достигают предела прочности материала трубы.

Список литературы

1. Целиков А.И., Полухин П.И., Гребеник В.М. и др. Машины и агрегаты металлургических заводов. Т. 3. Машины и агрегаты для производства и отделки проката. – М.: Металлургия, 1988. – 432 с.
2. Буланов Э.А., Шинкин В.Н. Механика. Вводный курс. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2013. – 172 с.
3. Шинкин В.Н. Сопротивление материалов. Простые и сложные виды деформаций в металлургии. – М: Изд. Дом МИСиС, 2008. – 307 с.
4. Шинкин В.Н. Теоретическая механика для металлургов. – М: Изд. Дом МИСиС, 2012. – 679 с.
5. Шинкин В.Н. Сопротивление материалов для металлургов. – М: Изд. Дом МИСиС, 2013. – 655 с.
6. Шинкин В.Н. Механика сплошных сред для металлургов. – М: Изд. Дом МИСиС, 2014. – 628 с.
7. Шинкин В.Н. Математическая модель правки стальной полосы на пятироликовой листопрямляющей машине фирмы Fagor Arrasate // Молодой ученый. 2015. № 8 (88). С. 344-349.
8. Шинкин В.Н. Правка толстой стальной полосы на одиннадцатироликовой листопрямляющей машине линии поперечной резки фирмы Fagor Arrasate // Молодой ученый. 2015. № 9 (89). С. 359-365.
9. Шинкин В.Н. Расчет технологических параметров правки тонкой стальной полосы на пятнадцатироликовой листопрямляющей машине фирмы Fagor Arrasate // Молодой ученый. 2015. № 10 (90). С. 361-366.
10. Шинкин В.Н. Холодная правка толстого стального листа на девятироликовой машине фирмы SMS Siemag на металлургическом комплексе стан 5000 // Молодой ученый. 2015. № 11 (91). С. 467-472.
11. Шинкин В.Н. Четырехроликовый режим холодной правки толстого стального

листа на пятироликовой листопрямильной машине фирмы Fagor Arrasate // Молодой ученый. 2015. № 12 (92). С. 356-361.

12. Шинкин В.Н. Упругопластическая деформация металлического листа на трехвалковых вальцах // Молодой ученый. 2015. № 13 (93). С. 225-229.

13. Шинкин В.Н. Шестироликовый режим предварительной правки стальной полосы на листопрямильной машине фирмы Fagor Arrasate // Молодой ученый. 2015. № 14 (94). С. 205-211.

14. Шинкин В.Н. Определение критических давлений магистральных газонефтепроводов при частичном несплавлении продольного сварного шва стальных толстостенных труб // Молодой ученый. 2015. № 15 (95). С. 222-227.

15. Шинкин В.Н. Критерий разрушения труб при дефекте раскатной пригар // Молодой ученый. 2015. № 16 (96). С. 261-265.

16. Шинкин В.Н. Дефект перегиба стальной заготовки на трубоформовочном прессе // Молодой ученый. 2015. № 17 (97). С. 318-323.

17. Шинкин В.Н. Подгибка кромок стального листа по эвольвенте // Молодой ученый. 2015. № 18 (98). С. 231-237.

18. Шинкин В.Н. Критерий образования гофра при формовке стального листа на кромкогибочном прессе SMS Meer // Молодой ученый. 2015. № 19 (99). С. 238-243.

19. Шинкин В.Н. Остаточные напряжения при экспандировании стальной трубы // Молодой ученый. 2015. № 20 (100). С. 88-93.

20. Шинкин В.Н. Разрушение стальных труб при дефекте «раскатанный пригар с риской» // Молодой ученый. 2015. № 22 (102). С. 213-225.

21. Шинкин В.Н. Гидроиспытания стальных труб на прочность на заводе. Труба с «доньшками» // Молодой ученый. 2015. № 23 (103). С. 268-276.

22. Шинкин В.Н. Холодная правка металлической полосы на семироликовой листопрямильной машине // Молодой ученый. 2016. № 3 (107). С. 228-237.

23. Шинкин В.Н. Гофр продольной кромки листа при его формовке на кромкогибочном прессе // Машиностроение и безопасность жизнедеятельности. 2009. № 6. С. 171-174.

24. Шинкин В.Н., Уандыкова С.К. Гибка стальной листовой заготовки на кромкогибочном прессе при производстве труб большого диаметра // Известия Кыргызского государственного технического университета им. И. Раззакова. 2009. № 16. С. 110-112.

25. Шинкин В.Н., Коликов А.П. Моделирование процесса формовки заготовки для труб большого диаметра // Сталь. 2011. № 1. С. 54-58.

26. Шинкин В.Н., Коликов А.П. Формовка листовой заготовки в кромкогибочном прессе и условие возникновения гофра при производстве труб магистральных трубопроводов // Производство проката. 2011. № 4. С. 14-22.

27. Шинкин В.Н. Математическое моделирование процессов производства труб большого диаметра для магистральных трубопроводов // Вестник Саратовского государственного технического университета. 2011. Т. 4. № 4 (62). С. 69-74.

28. Шинкин В.Н., Коликов А.П. Упругопластическое формоизменение металла на кромкогибочном прессе при формовке труб большого диаметра // Сталь. 2011. № 6. С. 53-56.

29. Шинкин В.Н., Коликов А.П. Модель пластического формоизменения кромок листовой заготовки при производстве труб большого диаметра для магистральных трубопроводов // Известия высших учебных заведений. Черная металлургия. 2011. № 9. С. 45-49.

30. Шинкин В.Н., Коликов А.П. Моделирование процессов экспандирования и гидроиспытания труб большого диаметра для магистральных трубопроводов // Производство проката. 2011. № 10. С. 12-19.

31. Шинкин В.Н., Коликов А.П. Технологические расчеты процессов производства труб большого диаметра по технологии SMS Meer // Металлург. 2011. № 11. С. 77-81.

32. Shinkin V.N., Kolikov A.P. Simulation of the shaping of blanks for large-diameter pipe // Steel in Translation. 2011. Vol. 41. No. 1. P. 61-66.

33. Shinkin V.N., Kolikov A.P. Elastoplastic shaping of metal in an edge-ending press in the manufacture of large-diameter pipe // *Steel in Translation*. 2011. Vol. 41. No. 6. P. 528-531.
34. Шинкин В.Н., Коликов А.П., Мокроусов В.И. Критерий разрушения труб большого диаметра при несплавлении сварного соединения и внутреннем давлении // *Производство проката*. 2012. № 2. С. 14-16.
35. Шинкин В.Н., Коликов А.П., Мокроусов В.И. Расчет максимальных напряжений в стенке трубы при экспандировании с учетом остаточных напряжений заготовки после трубоформовочного пресса SMS Meer // *Производство проката*. 2012. № 7. С. 25-29.
36. Шинкин В.Н. Критерий перегиба в обратную сторону свободной части листовой заготовки на трубоформовочном прессе SMS Meer при производстве труб большого диаметра // *Производство проката*. 2012. № 9. С. 21-26.
37. Шинкин В.Н., Мокроусов В.И. Критерий разрыва труб газонефтепроводов при дефекте «раскатной пригар с риской» // *Производство проката*. 2012. № 12. С. 19-24.
38. Shinkin V.N., Kolikov A.P. Engineering calculations for processes involved in the production of large-diameter pipes by the SMS Meer technology // *Metallurgist*. 2012. Vol. 55. Nos. 11-12. P. 833-840.
39. Шинкин В.Н. Производство труб большого диаметра по схеме JCOE фирмы SMS Meer для магистральных трубопроводов // *Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук*. 2015. № 3-1. С. 64-67.
40. Шинкин В.Н. Расчет технологических параметров кромкогибочного пресса фирмы SMS Meer // *Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук*. 2015. № 4-1. С. 114-119.
41. Шинкин В.Н. Математический критерий возникновения гофра при формовке стальной листовой заготовки на кромкогибочном прессе SMS Meer // *Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук*. 2015. № 5-1. С. 96-99.
42. Шинкин В.Н. Расчет усилий трубоформовочного пресса SMS Meer при изгибе плоской толстой стальной заготовки при производстве труб большого диаметра // *Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук*. 2015. № 6-1. С. 115-118.
43. Шинкин В.Н. Оценка усилий трубоформовочного пресса SMS Meer при изгибе стальной цилиндрической заготовки // *Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук*. 2015. № 7-1. С. 74-78.
44. Шинкин В.Н., Барыков А.М. Сила давления пуансона трубоформовочного пресса SMS Meer при изгибе частично изогнутой толстой стальной заготовки // *Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук*. 2015. № 8-1. С. 78-83.
45. Шинкин В.Н., Барыков А.М. Математический критерий перегиба стальной заготовки на трубоформовочном прессе SMS Meer // *Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук*. 2015. № 9-1. С. 73-77.
46. Шинкин В.Н. Влияние остаточных напряжений на прочность металла при экспандировании стальной заготовки // *Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук*. 2015. № 10-1. С. 153-157.
47. Шинкин В.Н. Гибка стального листа на вальцах трехвалковых // *Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук*. 2015. № 11-1. С. 252-257.
48. Шинкин В.Н., Барыков А.М. Правка толстой стальной полосы на пятироликовой листопрямительной машине // *Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук*. 2015. № 11-1. С. 257-262.
49. Шинкин В.Н. Расчет кривизны стального листа при холодной правке на одиннадцатирولیковой машине // *Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук*. 2015. № 12-2. С. 246-251.
50. Шинкин В.Н. Прочностные гидроиспытания стальных труб с заглушками на заводе // *Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук*. 2015. № 12-2. С. 251-258.
51. Шинкин В.Н. Расчет технологических параметров семироликовой листопра-

вильной машины // Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук. 2016. № 2-2. С. 134-141.

52. Шинкин В.Н. Коэффициент пружинения круглого бруса при изгибе // Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук. 2016. № 3-1. С. 139-145.

53. Шинкин В.Н. Остаточные напряжения в поперечном сечении круглого бруса при изгибе // Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук. 2016. № 3-1. С. 145-151.

54. Шинкин В.Н. Остаточные напряжения в поперечном сечении круглого бруса при кручении // Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук. 2016. № 4-1. С. 159-165.

55. Шинкин В.Н. Коэффициент пружинения круглого бруса при кручении // Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук. 2016. № 4-1. С. 165-171.

56. Шинкин В.Н. Правка листа на восьмироликовой машине. Часть 1. Кривизна листа // Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук. 2016. № 5-1. С. 134-141.

57. Шинкин В.Н. Правка листа на восьмироликовой машине. Часть 2. Расчет силовых параметров // Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук. 2016. № 5-1. С. 141-149.

58. Шинкин В.Н. Четырехроликовая машина предварительной правки толстого стального листа. Часть 1. Кривизна листа // Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук. 2016. № 6-1. С. 167-174.

59. Шинкин В.Н. Четырехроликовая машина предварительной правки толстого стального листа. Часть 2. Расчет силовых параметров // Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук. 2016. № 6-1. С. 174-181.

60. Шинкин В.Н. Кривизна листа при упругопластической правке стального листа на девятироликовой машине // Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук. 2016. № 7-1. С. 95-102.

61. Шинкин В.Н. Расчет силовых параметров девятироликовой листоправильной машины при правке толстого стального листа // Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук. 2016. № 7-1. С. 102-110.

62. Шинкин В.Н. Расчет кривизны стального листа при правке на двенадцатироликовой листоправильной машине // Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук. 2016. № 8-1. С. 97-106.

63. Шинкин В.Н. Расчет силовых параметров двенадцатироликовой листоправильной машины при правке стального листа // Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук. 2016. № 8-1. С. 106-114.

64. Шинкин В.Н. Шестироликовая листоправильная машина. Часть 1. Кривизна листа // Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук. 2016. № 9-1. С. 61-68.

65. Шинкин В.Н. Шестироликовая листоправильная машина. Часть 2. Силы и моменты // Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук. 2016. № 9-1. С. 68-75.

66. Шинкин В.Н., Федотов О.В. Расчет технологических параметров правки стальной горячекатаной рулонной полосы на пятироликовой машине линии поперечной резки фирмы Fagor Arrasate // Производство проката. 2013. № 9. С. 43-48.

67. Шинкин В.Н., Барыков А.М. Расчет технологических параметров холодной правки стального листа на девятироликовой машине SMS Siemag металлургического комплекса стан 5000 // Производство проката. 2014. № 5. С. 7-15.

68. Шинкин В.Н., Барыков А.М. Математическая модель расчета формы трубной заготовки после кромкогибочного прессы SMS Meer // Евразийский союз ученых. 2014. № 5-3 (5). С. 112-115.

69. Шинкин В.Н. Расчет технологических параметров правки стального листа на одиннадцатироликовой листоправильной машине линии поперечной резки фирмы Fagor Arrasate // Производство проката. 2014. № 8. С. 26-34.

70. Шинкин В.Н., Барыков А.М. Расчет формы трубной заготовки при гибке на

кромкогибочном и трубоформовочном прессах фирмы SMS Meer при производстве труб большого диаметра по схеме JCOE // Производство проката. 2014. № 12. С. 13-20.

71. Шинкин В.Н. Математическая модель правки тонкого стального листа на пятнадцатиролковой листопрямительной машине линии поперечной резки фирмы Fagor Agrasate // Производство проката. 2015. № 1. С. 42-48.

72. Шинкин В.Н., Барыков А.М. Гибка стального листа на трубоформовочном прессе при производстве труб большого диаметра // Сталь. 2015. № 4. С. 38-42.

73. Шинкин В.Н. Оценка критических давлений при разрушении стальных труб магистральных газонефтепроводов при несплавлении сварного соединения // Современная наука: актуальные проблемы теории и практики. Серия: Естественные и технические науки. 2015. № 5-6. С. 7-11.

74. Шинкин В.Н. Математический критерий разрушения стальных толстостенных труб при дефекте раскатной пригар // Мир науки и инноваций. 2015. Т. 5. № 2 (2). С. 57-64.

75. Шинкин В.Н. К вопросу о пружинении круглого бруса при кручении // Мир науки и инноваций. 2016. Т. 5. № 1 (3). С. 74-84.

76. Шинкин В.Н. К вопросу об остаточных напряжениях круглого бруса при кручении // Мир науки и инноваций. 2016. Т. 5. № 1 (3). С. 84-93.

77. Шинкин В.Н. Оценка остаточных напряжений круглого бруса при изгибе // Мир науки и инноваций. 2016. Т. 5. № 1 (3). С. 101-110.

78. Шинкин В.Н. Прочность стальных труб при внутреннем давлении // Научные труды SWorld. 2015. Т. 5. № 4 (41). С. 50-58.

79. Шинкин В.Н. К вопросу о пружинении круглого бруса при изгибе // Научные труды SWorld. 2016. Т. 4. № 1 (42). С. 91-100.

80. Шинкин В.Н. Правка стального листа на двенадцатиролковой листопрямительной машине. Часть 1. Кривизна листа // Международный научно-исследовательский журнал. 2016. № 8-3 (50). С. 107-112.

81. Шинкин В.Н. Правка стального листа на двенадцатиролковой листопрямительной машине. Часть 2. Силы и моменты // Международный научно-исследовательский журнал. 2016. № 8-3 (50). С. 112-119.

82. Шинкин В.Н. Геометрия листа при правке на семиролковой машине // Современные тенденции развития науки и технологий. 2016. № 1-1. С. 131-139.

83. Шинкин В.Н. Остаточные напряжения при пластическом изгибе круглого бруса // Современные тенденции развития науки и технологий. 2016. № 2-3. С. 133-141.

84. Шинкин В.Н. Пружинение круглого бруса при пластическом изгибе // Современные тенденции развития науки и технологий. 2016. № 2-3. С. 141-149.

85. Шинкин В.Н. Остаточные напряжения при пластическом кручении круглого бруса // Современные тенденции развития науки и технологий. 2016. № 3-3. С. 127-134.

86. Шинкин В.Н. Пружинение круглого бруса при пластическом кручении // Современные тенденции развития науки и технологий. 2016. № 3-3. С. 135-143.

87. Шинкин В.Н. Вычисление силовых параметров восьмиролковой машины при правке стального листа // Современные тенденции развития науки и технологий. 2016. № 4-4. С. 118-127.

88. Шинкин В.Н. Кривизна листа при правке на восьмиролковой машине // Современные тенденции развития науки и технологий. 2016. № 4-4. С. 127-136.

89. Шинкин В.Н. Кривизна листа при предварительной правке на четырехролковой машине // Современные тенденции развития науки и технологий. 2016. № 5-3. С. 137-146.

90. Шинкин В.Н. Расчет силовых параметров четырехролковой машины при предварительной правке стального листа // Современные тенденции развития науки и технологий. 2016. № 5-3. С. 146-154.

91. Шинкин В.Н. К вопросу о кривизне стального листа при правке на девятироли-

ковой машине // Современные тенденции развития науки и технологий. 2016. № 6-1. С. 128-138.

92. Шинкин В.Н. К вопросу о силовых параметрах девятироликовой листопрямительной машины при правке стального листа // Современные тенденции развития науки и технологий. 2016. № 6-1. С. 138-146.

93. Шинкин В.Н. К вопросу о кривизне стального листа в двенадцатироликовой машине // Современные тенденции развития науки и технологий. 2016. № 7-2. С. 105-114.

94. Шинкин В.Н. К вопросу о силовых параметрах двенадцатироликовой листопрямительной машины при правке // Современные тенденции развития науки и технологий. 2016. № 7-2. С. 115-125.

95. Шинкин В.Н. Подгиб стального листа на кромкогибочном прессе по эвольвенте. Часть 1. Остаточные деформации // Современные тенденции развития науки и технологий. 2016. № 7-2. С. 125-134.

96. Шинкин В.Н. Подгиб стального листа на кромкогибочном прессе по эвольвенте. Часть 2. Критерий возникновения гофра // Современные тенденции развития науки и технологий. 2016. № 7-2. С. 134-142.

97. Shinkin V.N. The mathematical criterion of the origin of the inflection defect under the steel sheet blank's bend on the step-by-step O-forming press by SMS Meer under the manufacturing technique of the thick single-weld tubes for the main pipelines // Nauka i studia. 2015. Т. 4. С. 60-76.

ИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ В БУХГАЛТЕРСКОМ УЧЕТЕ: ПРОБЛЕМЫ И ПУТИ РЕШЕНИЯ

Кремep Ю.Г.

студентка, Сибирский институт управления – филиал Российской академии народного хозяйства и государственной службы при Президенте Российской Федерации, Россия, г. Новосибирск

В данной статье рассмотрены проблемы информационных систем в бухгалтерском учете. Проанализированы ключевые понятия и функции информационных технологий в настоящее время. В результате анализа были выявлены основные проблемы, стоящие перед наукой сегодня. Для решения поставленных проблем представлена идея о развитии облачных технологий, а также ее направления.

Ключевые слова: информационные системы, бухгалтерский учет, программное обеспечение, облачные технологии.

Информационные системы сегодня занимают большую часть в нашей жизни, поэтому их развитие идет быстрыми темпами. Более быстрыми темпами создаются различного рода программы, которые помогают ускорить работу, упорядочить всю информацию и сделать ее более доступной. Благодаря такому прогрессу повышается производительность труда специалистов, занимающих определенную должность. Абсолютно в каждой организации существуют специалисты, которые прослеживают все движения денежных средств (расходы и доходы). Такими специалистами являются бухгалтеры. Так как через них проходит большой поток информации, для них необходимы технологии и программы, которые помогут ускорить их работу, сделать ее более структурированной и систематизированной.

В современной системе управления предприятием, организацией, ведущую роль играет бухгалтерская информационная система (БУИС), в которой формируется достоверная и полная информация об имуществе, обязательствах и хозяйственных операциях объекта управления.

Главная цель функционирования БУИС на предприятии – это обеспечение руководства предприятия финансовой информацией для принятия обоснованных решений при выборе альтернативных вариантов использования ограниченных ресурсов.

Цель работы: обозначить проблемы развития бухгалтерской информационной системы сегодня.

Задачи:

1. Изучение программ, которые являются сегодня основными в бухгалтерском учете;
2. Выявление проблем использования программ;
3. Анализ найденных проблем;
4. Предложения о развитии БУИС.

Актуальность: данную тема является актуальной, так как ее изучение может позволить выявить недостатки БУИС, при устранении которых работа бухгалтера станет более продуктивной.

Предмет исследования: информационные системы, используемые в бухгалтерском учете.

1. Общие сведения

Сегодня на рынке достаточно большое количество программ, которые предлагаются организациям для введения бухгалтерского учета, так как сегодня ввести бухгалтерию предприятия без такого программного обеспечения очень трудно, к тому же это будет занимать много времени. Существуют как бесплатное программное обеспечение («Упрощенка», «Бизнес Парк», «Инфо-предприятие» и т.д.), так и платное («1С», «БОСС» и др.). Самым распространенным из них является «1С: предприятие». По данным статистики данной программой пользуются около 82 % пользователей.

Какую же пользу приносит использование ИСБУ? Главными плюсами являются следующее:

- 1) повысилось качество информации. Развитие информационных технологий снижает влияние «человеческого фактора», что повышает качество выполняемой работы;
- 2) уменьшение используемого времени и трудовых затрат. Это помогает повысить трудоспособность сотрудников бухгалтерии;
- 3) повышение оперативности. Использование информационных технологий повышает возможность быстрой оценки финансов организации, что далее используется в разработке планов в организации, выявление слабых и сильных сторон;
- 4) усиливается контроль. Благодаря простоте использования программ для бухгалтерского учета, руководство в любой момент может осуществлять контроль над деятельностью организации.

2. Проблемы развития программного обеспечения

Несмотря на то, что рынок программных продуктов с годами становится все больше и больше, а ПО модернизируются постоянно, систему для бухгалтерского учета следует выбирать исходя из имеющихся задач и ресурсов в организации.

Различными авторами рассматриваются проблемы автоматизации бухгалтерского учета, как правило, это представляет собой рекомендации по внедрению улучшений и применения программ. К таким авторам относят следующих программистов: И.А. Слободняк, И.В. Пискунов, Т.Ф. Шитова, Л.В. Шуклов и др.

Ими рассматриваются такие проблемы как: автоматизация введения учета и подготовка отчетности по МСФО (Международные Стандарты Финансовой отчетности); слабо развитая методология автоматизированной формы бухгалтерского учета; минимизация трудозатраты; надежность хранения данных. Конечно же, это не полный список проблем, рассматриваемых сегодня при разработке улучшений/новых программ.

3. Пути решения задач

Сегодня одним из перспективных направлений является развитие облачных технологий. Реализация программы по созданию облачных технологий поможет устранить ряд проблем. Отличительным свойством такой технологии будет то, что пользователь сможет выполнять операции на виртуальном сервере через удаленный доступ. Такая технология позволит осуществить следующие вопросы:

- сокращение затрат на приобретение программного обеспечения;
- доступ к системе через любое устройство;
- отсутствие необходимости в затратах на техническую поддержку;
- отсутствие необходимости установки обновлений;
- так как информация находится в удаленном доступе, возможность сохранности информации становится выше.

Как мы видим, данная разработка поможет устранить ряд проблем и, соответственно улучшить и ускорить работу сотрудников организации. Но данная разработка требует много времени для ее реализации, а также для этого необходимо найти источники финансирования (инвесторов), а так же высококвалифицированных программистов, способных создать такой продукт. Но все же все это поможет в совокупности решить те проблемы, которые существуют сегодня.

Заключение

При анализе проблем информационных систем, которые стоят сейчас перед программистами в сфере бухгалтерского учета становится ясно, что проблем на сегодняшний день достаточно много, и большая часть из них требует быстрого реагирования для скорейшего их разрешения. Но главная проблема состоит в том, что для создания такого продукта необходимо много средств и усилий, а также достаточно большого количества времени. Но, ес-

ли эта цель будет достигнута, работа с бухгалтерским учетом станет более продуктивной при меньших материальных и трудовых затратах.

Список литературы

1. Берестова В. И. Перспективы использования облачных технологий в электронном документообороте / В. И. Берестова // Делопроизводство. – 2015. – № 3. – С. 39-44.
2. Дружиловская Э. С. Современные проблемы бухгалтерского учета с точки зрения аналитиков / Э. С. Дружиловская // Международный бухгалтерский учет. – 2015. – № 10. – С. 54-64.
3. Куцык П. А. Преимущества и недостатки учетно-контрольных процедур при использовании технологий реального времени и облачных вычислений / П. А. Куцык // Международный бухгалтерский учет. – 2014. – № 25. – С. 47-54.
4. Сидорова М. И. Современные информационные технологии как инструмент автоматизации бухгалтерского учета / М. И. Сидорова // Международный бухгалтерский учет. – 2011. – № 28. – С. 19-24.
5. Слободняк И. А., Пискунов И. В. Актуальные проблемы автоматизации бухгалтерского учета / И. А. Слободняк, И. В. Пискунов // Бухгалтерский учет в бюджетных и некоммерческих организациях. – 2014. – № 7. – С. 29-34.
6. Сорокина Л. Н. Проблемы внедрения автоматизации учета и подготовки отчетности в условиях перехода на международную систему финансовой отчетности / Л. Н. Сорокина // Финансовая аналитика: проблемы и решения. – 2014. – № 3. – С. 13-17.
7. Шитова Т. Ф. Использование информационных технологий для формирования отчетности по МСФО / Т. Ф. Шитова // Международный бухгалтерский учет. – 2012. – № 27. – С. 13-18.
8. Шитова Т. Ф. Использование передовых информационных технологий в бухгалтерском учете / Т. Ф. Шитова // Международный бухгалтерский учет. – 2012. – № 22. – С. 21-26.
9. Шитова Т. Ф. Использование современных информационных технологий для повышения эффективности управления корпорацией / Т. Ф. Шитова // Международный бухгалтерский учет. – 2012. – № 42. – С. 18-30.
10. Шуклов Л. В. Автоматизация учета по МСФО: как правильно выбрать информационную систему и провести аудит эффективности ее внедрения / Л. В. Шуклов // Международный бухгалтерский учет. – 2013. – № 30. – С. 35-43.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ДИНАМИКИ ПОСТУПАТЕЛЬНОГО ДВИЖЕНИЯ МАЛОГО МОБИЛЬНОГО РОБОТА

Лапшин В.П.

доцент кафедры автоматизации производственных процессов,
канд. техн. наук, доцент, Донской государственной технической университет,
Россия, г. Ростов-на-Дону

Дячков А.В., Стецурин Е.А.

магистранты кафедры автоматизации производственных процессов,
Донской государственной технической университет,
Россия, г. Ростов-на-Дону

В статье рассматриваются вопросы моделирования динамики поступательного движения малого мобильного робота. Формируется непротиворечивая математическая

модель, учитывающая нелинейный характер потерь при движении мобильной платформы. Проведены исследования полученной модели с оценкой устойчивости системы и качества по координатам состояния используемого двигателя.

Ключевые слова: потери при движении, динамика процесса, устойчивость, мобильный робот.

Введение

В области современного научного знания, проблема анализа и синтеза систем управления движением мобильных транспортных систем (мобильных роботов), в последние годы получила широкую известность [1-2]. Эта проблема может быть дифференцирована на несколько областей, таких как:

1) Проблема адекватного математического описания нелинейной природы движения мобильного робота [1-3].

2) Проблема обеспечения устойчивым движением мобильного робота, учитывающая сложные нелинейные взаимодействия с внешней средой [2-6].

Как нам кажется, основной проблемой в синтезе системы управления мобильными роботами и беспилотным автомобильным транспортом, является учет в математических моделях, описывающих динамику движения системы в пространстве сложного, нелинейного, нестационарного взаимодействия пневматического колеса с поверхностью. Из этого взаимодействия определяется природа тяговой характеристики транспортного средства [1-4], природа потерь при движении [4-5], природа устойчивости движения [8-11]. Сам процесс взаимодействия пневматического колеса и опорной поверхности достаточно хорошо описан [7-10], но единой не противоречивой математической модели, связывающей все три перечисленные ранее характеристики на сегодня не существует [12-16]. Поэтому отдельная задача синтеза такого рода модели и ее последующего анализа имеет высокую научно-практическую ценность.

1. Базовая математическая модель

Принято оценивать потери при движении мобильных колесных платформ с использованием сил трения. К примеру, в автомобильной технике, где потери оценивают относительно скорости поступательного движения автомобиля, сила трения определяется как:

$$F_f = f_k R_z,$$

где f_k так называемый коэффициент сопротивления качению.

Несмотря на то, что f_k называют коэффициентом, ведет себя он совершенно по-другому. Многочисленные эксперименты, проведенные в автомобильной технике, показали, что f_k является сложной функцией многих параметров как самой шины, так и координат движения транспортного средства.

Математические модели, описывающие зависимость коэффициента сопротивления качения от скорости транспортного средства, такие как зависимость, носят параболический характер, к примеру, широкое распространение получила следующая модель [14-15]:

$$f_k = f_0(1 + A_f V^2) \quad (1)$$

где f_0 – коэффициент сопротивления качению при скорости близкой к нулю, A_f – коэффициент учета влияния скорости. При использовании выражения значения коэффициентов, входящих в зависимость, подбирают исходя из особенностей конструкции (свойств) шины, качества дороги и вида транспортного средства.

В основе используемых в наше время мобильных платформ лежит электропривод, преобразующий электрическую энергию аккумуляторной батареи в механическую энергию движения робота. Так как, выдаваемая аккумуляторной батареей электрическая энергия, является энергией постоянного тока, то логично в качестве электродвигателя использовать двигатель постоянного тока.

Двигатель постоянного тока, в самом общем случае, описывается следующей системой уравнений:

$$\begin{aligned} U - c_e \omega &= L \frac{di}{dt} + Ri \\ c_m i &= J \frac{d\omega}{dt} + M(\omega) \end{aligned} \quad (2)$$

где U – напряжение, подаваемое на коллектор двигателя, i – ток потребляемый двигателем, R , L – параметры электрической части двигателя, J – параметр, характеризующий инерционные свойства ротора двигателя, ω – частота вращения ротора двигателя, $M(\omega)$ – внешний момент сопротивления, c_m , c_e – механическая и электрическая постоянные двигателя.

Путем замены, выразим частоту вращения ротора двигателя и ток, потребляемый двигателем через переменные x_1 и x_2 , получим:

$$\begin{aligned} \omega &= x_1; \frac{dx_1}{dt} = \frac{d\omega}{dt} \\ i &= x_2; \frac{di}{dt} = \frac{dx_2}{dt} \end{aligned} \quad (3)$$

Тогда получим упрощенную систему уравнений:

$$\begin{aligned} \frac{dx_1}{dt} &= -\frac{1}{J_\Sigma} \cdot M(x_1) + \frac{C_m}{J_\Sigma} \cdot x_2; \\ \frac{dx_2}{dt} &= -\frac{C_c}{L} \cdot x_1 - \frac{R}{L} \cdot x_2 + \frac{1}{L} \cdot U \end{aligned} \quad (4)$$

Введем в систему (4), вместо постоянных двигателя постоянные системы уравнений, следующим образом:

$$\begin{aligned} \frac{dx_1}{dt} &= -a_{11} \cdot M(x_1) + a_{12} \cdot x_2; \\ \frac{dx_2}{dt} &= -a_{21} \cdot x_1 - a_{22} \cdot x_2 + b \cdot U \end{aligned} \quad (5)$$

2. Численный анализ математической модели

Для решения задачи анализа MathLab/SimulinkR2015b. Построенная модель состоит из ряда констант, которые позволяют вывести требуемые переменные, также главного массива, функция которого содержит в себе написанную модель с рассчитанными ранее значениями, блок Scope использован для отображения линейных характеристик скорости движения мобильного робота.

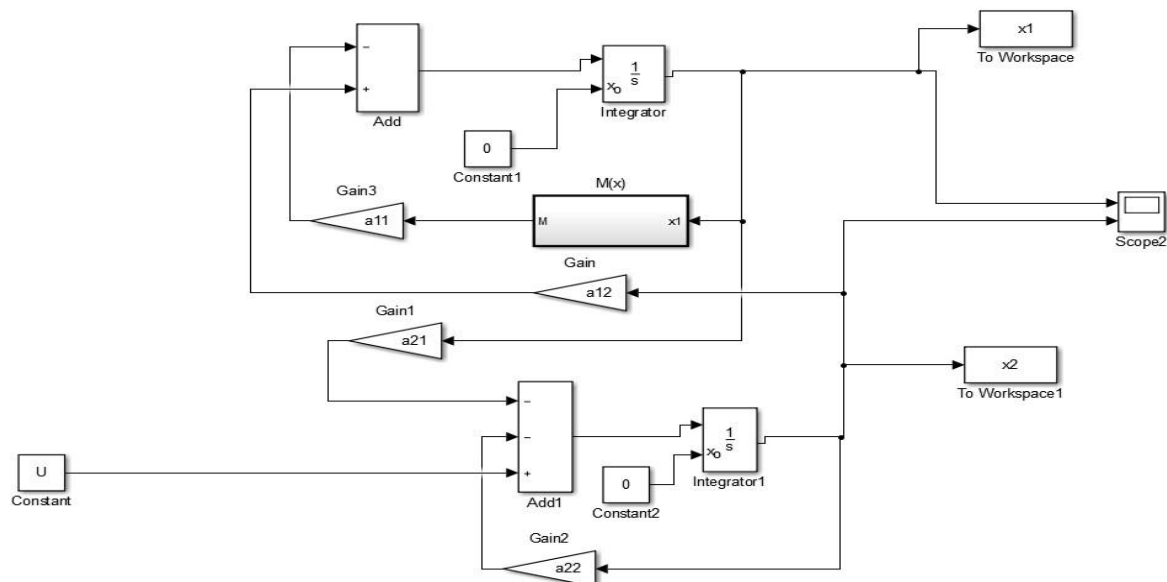


Рис. 1. Структурная схема эксперимента в среде MathLab/SimulinkR2015b

Результаты моделирования представлены временными зависимостями частоты вращения колеса робота и потребляемого тока (смотри рисунки 2,3).

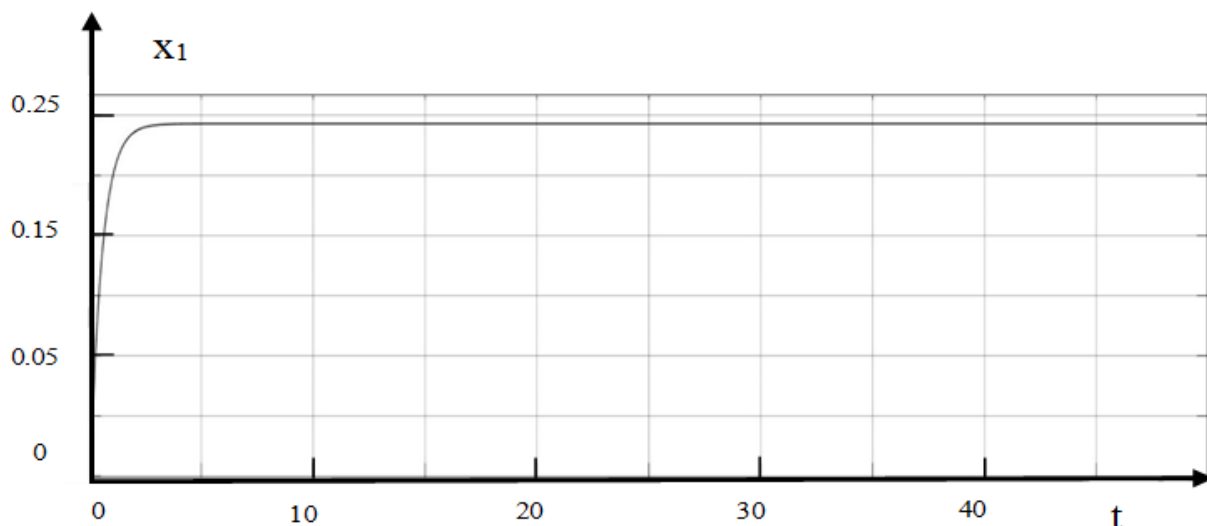


Рис. 2. Осциллограмма угловой скорости колеса робота

Как видно из рисунка 2 система управления устойчива, при этом качество регулирования скорости движения робота очень высокое, то есть, нет перерегулирования. Но как при этом ведет себя вторая координата системы, характеризующая потребляемый ток, можно увидеть на рисунке 3.

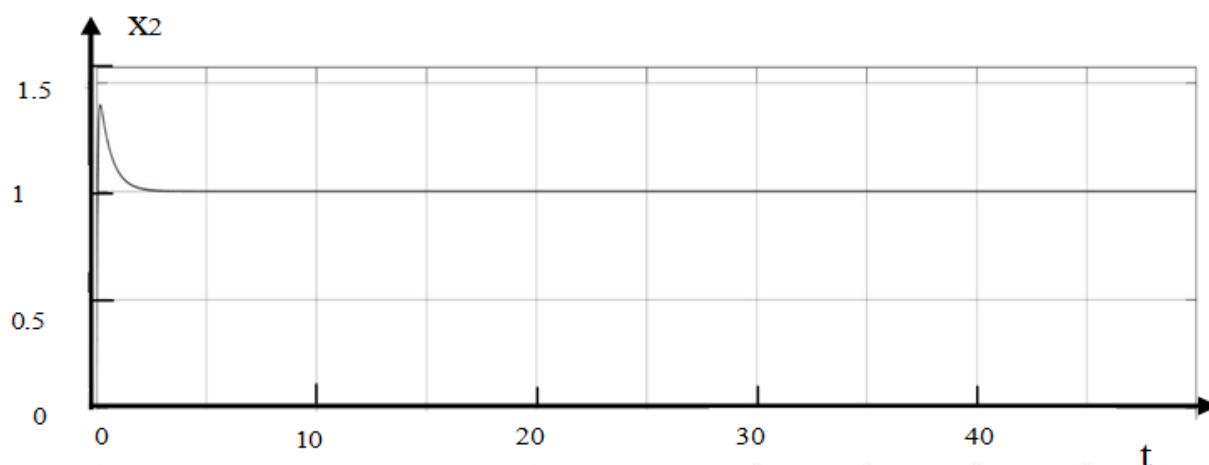


Рис. 3. Осциллограмма потребляемого тока

Как видно из рисунка наблюдается существенный скачок потребляемого тока, что может привести к необратимым для двигателя последствиям. Для исключения такого рода режима, требуется синтезировать дополнительный закон управления, который обеспечит более плавное расходование энергии потребляемой роботом.

Заключение

Проведенные исследования показали, что принятая математическая модель динамики поступательного движения малого робота адекватно отражает процессы, протекающие при управлении пространственным расположением мобильной платформы. Устойчивость системы управления обеспечивается высокой инерционностью платформы, но при этом возникают значительные скачки потребляемого тока, что может привести к выходу из строя используемого двигателя.

Список литературы

1. Лапшин В.П. Модель связи вертикальных деформаций с возникновением циркуляционных сил в системах «колесо-рельс» // Вестник Донского государственного технического университета. 2011. Т. 11. № 8-2 (59). С. 1424-1431.
2. Лапшин В.П., Туркин И.А., Носачёв С.В. Модель связи упруго-вязкого смещения поверхности колеса относительно рельса с тяговыми характеристиками // Вестник Донского государственного технического университета. 2012. Т. 12. № 5 (66). С. 40-49.
3. Лапшин В.П., Верняева Л.В., Семко И.А. Модель связанной динамики движения колеса в режиме тяги // Современные проблемы и пути их решения в науке, производстве и образовании. 2014. № 1 (1). С. 31-35.
4. Лапшин В.П., Туркин И.А. Алгоритм диагностирования состояния контакта колеса с дорожным покрытием // Автомобильная промышленность. 2015. № 5. С. 16-20.
5. Лапшин В.П., Семко И.А., Арзамасцев Н. Новый подход к моделированию эффекта проскальзывания (крипа) // В сборнике: Труды международной научно-практической конференции «Перспективы развития и эффективность функционирования транспортного комплекса Юга России» В 3 частях. Ростовский государственный университет путей сообщения. 2015. С. 195-197.
6. Лапшин В.П., Семко И.А., Микаэльян Е.Ю. Модель динамики контактного взаимодействия для железнодорожной техники // В сборнике: Труды международной научно-практической конференции «Перспективы развития и эффективность функциони-

рования транспортного комплекса Юга России» В 3 частях. Ростовский государственный университет путей сообщения. 2015. С. 198-200.

7. Лапшин В.П., Кравец В.С., Конев С.А. Моделирование динамики углового движения колеса на вертикальные колебания транспортного средства // Вестник Донского государственного технического университета. 2015. Т. 15. № 2 (81). С. 65-72.

8. Лапшин В.П., Полях Т.С. Моделирование статики контактного взаимодействия колеса электромобиля и дороги // Современные тенденции развития науки и технологий. 2015. № 4-1. С. 94-101.

9. Лапшин В.П. Кравец В.С. Анализ и синтез методом АКАР системы управления колесного транспортного средства // В сборнике: Динамика технических систем Сборник трудов XII международной научно-технической конференции. 2016. С. 397-408.

10. Лапшин В.П., Арстанов Д.Т., Золотова Е.С. Анализ потерь, возникающий при движении автомобиля // Современные тенденции развития науки и технологий. 2016. № 3-3. С. 67-74.

11. Лапшин В.П., Туркин И.А. Моделирование динамики формообразующих движений при сверлении отверстий малого диаметра // Вестник Адыгейского государственного университета. Серия 4: Естественно-математические и технические науки. 2012. № 4 (110). С. 226-233.

12. Лапшин В.П., Туркин И.А. Влияние сервопривода шпинделя на динамику сверления глубоких отверстий малого диаметра // Вестник Донского государственного технического университета. 2013. Т. 13. № 5-6 (74). С. 125-130.

13. Лапшин В.П., Туркин И.А. Влияние свойств сервопривода шпинделя на динамику сверления глубоких отверстий малого диаметра // СТИН. 2015. № 4. С. 34-37.

14. Рабинович Э. Х., Кемалов З. Э., Сосновый А. В. Определение сопротивлений движению автомобиля методом однократного выбега // Автомобильный транспорт. – 2008. – №. 22.

15. Рабинович Э.Х., Зуев В.А., Горбачевский М.А. Определение момента инерции и сопротивлений холостого хода трансмиссии легкового автомобиля // Транспорт, экология – устойчиво развитие: материалы XV научно-технической конференции ЕКОВАРНА. – 2009. – С. 598–604.

16. Lapshin V.P., Turkin I.A. Dynamic influence the spindle servo drive on drilling of deep narrow holes // Russian Engineering Research. 2015. Т. 35. № 10. С. 795-797.

ТИПОЛОГИЯ АУДИТА САЙТА

Лисома В.Э.

магистрант кафедры информационных систем,
Московский государственный технологический университет «СТАНКИН»,
Россия, г. Москва

В статье рассматривается аудит сайта, типы аудитов сайта, содержание отчета аудита, затраты на аудит. Аудит сайта – это комплексный анализ поисковой оптимизация сайта, который заключается в исследовании аудитории, которой может быть интересно содержимое сайта, конкурентов, технического и поискового соответствия сайта критериям поисковых систем и удобства пользования ресурсом.

Ключевые слова: аудит сайта, SEO, поисковая оптимизация.

Поскольку поисковая система становится более строгим со своими штрафами за все от очевидной ссылки спама до наличия слишком высоко от-

ношения объявлений к содержанию, получать полугодовой или ежегодный аудит сайта стало производственной необходимостью. Если этого не делаете, вы начнете получать неожиданное информационное сообщение почему посещаемость вашего сайта уменьшается.

Типы аудитов сайта

Есть много типов аудитов, и они не могут все быть покрыты здесь, но наиболее распространенные типы аудитов места, связанных с потребностями SEO:

- **Общий аудит сайта:** оценка общего состояния сайта, такой как спад в движении или расположении неизвестной причинной обусловленности;
- **Аудит красного флага:** оценка сайта для потенциальных проблем. Это должно быть частью общего аудита сайта, но может быть аудитом к себе;
- **Конкурентоспособный аудит сайта:** анализ промежутков вашего сайта, и среди ваших конкурентов, чтобы видеть какие возможности есть для роста сайта. Некоторые будут использовать это чтобы скопировать то, что делают их конкуренты, но это может быть опасной стратегией;
- **Конверсионный аудит оптимизации:** проанализируйте конверсионные проблемы, которые могут быть локальными или техническими;
- **Аудит восстановления:** проанализируйте спады в метриках сайта;
- **Аудит безопасности:** аудит безопасности для уязвимости сайта, особенно важной в рискованных вертикалях и высокооцениваемом сайте, но у всех должен быть этот.

Все эти могут быть частью того же самого аудита, однако это как они разделены обычно. Какие аудиты больше всего необходимы? Аудит сайта определяется потребностями. Однако, все аудиты сайта должны начинать с общего аудита сайта.

Общий аудит сайта

Общий аудит сайта типично общие аудиты, где аудитор посмотрит на ваш сайт и проанализирует следующие области для потенциальных или существующих проблем и возможностей:

Каждый сайт отличается, и у каждого аудитора есть различные методы.

- **Технический** (например, хостинг, метрики сервера, время простоя, кэширование);
- **Локальный** (например, содержание, проект, границы, теги схемы, конструкция URL, скорость страницы);
- **Ссылки внутренние** (например, структуры внутренней ссылки, якорный текст, архитектура сайта);
- **Ссылки внешние** (например, ссылки к вашему сайту, значению, образцам сбора, якорному тексту);
- **Социальные среды** (например, профили, оптимизация, ссылки);
- **Разное** (например, цитаты).

Эти аудиты предназначены, чтобы предложить вам целостный анализ вашего сайта и дать вам обзор всего, что происходит или, возможно, про-

изошло с тем сайтом. Эти аудиты сайта также полезны, при попытке выкорчевать недавний спад в трафике или расположении неизвестной причины.

Эти аудиты будут обычно включать красные предупреждения флага или некоторый тип предупреждения, когда что-то будет найдено, который мог бы нарушать условия согласования поисковых систем. Если вы не получаете “красные предупреждения флага” в вашем аудите, вы упускаете одну из ключевой сути общего аудита сайта.

Общий аудит сайта – действительно стандартный блок для всех других аудитов. Если вы делаете какой-либо другой из более подробных анализ, общий аудит сайта это первый шаг. Вы можете просить сделать другой аудит сразу без общего аудита, но настоятельно не рекомендуется.

При выполнении аудита сайта, следует учитывать удобство пользования, доступность для пользователей и науков, проверка в поисковых движках, проверка ключевых слов, проверка на дублирование контента, проверка редиректов, проверка файла sitemap и robots.txt, ликвидация ненужных поддоменов, геолокация, качество кода [2, с. 112].

Анализ ключевых слов подразумевает процесс поиска подходящих данному сайту ключевых слов, которые пользователи предположительно будут вводить в виде поисковых запросов в поисковую систему, чтобы найти информацию, расположенную на вашем сайте [3, с. 73].

Аудит это не просто :

- Отчет инструментов любого вида;
- Отчет W3C (когда-либо);
- Наборы данных Google Analytics;
- Страницы текста, не предоставляющего вам любое из приложений выше.

В то время как список того, что не является аудитом, может продолжиться, что важно для примечания, аудиторский отчет, не просто набор отчетов, которые инструмент представляет или текст без данных.

Все представляют интерпретацию данных их собственными мнениями, таким образом, нет никакого правильного или неправильного способа представить или интерпретировать данные. Однако есть немного вещей, которые всегда должны быть в ваших отчетах:

- Итоговый анализ с пунктами действия: ваш аудит собирается содержать большую информацию. Ваш аудит должен содержать итоговый анализ, который помогает вам быстро понять, где ваш сайт стоит, какие проблемы и с чего ваши действия начнутся;
- Красные предупреждения флага: Ваш аудитор может назвать эти предупреждения чем-то еще, но анализ вашего сайта должен содержать ссылки на любые потенциальные проблемы сайта;
- Данные: у аудитора должны быть данные о сайте и инструмент метрики в отчете, которые показывают вам это состояние сайта;
- Рекомендации: у каждого аудита сайта должно быть рекомендации, которые помогают вам осуществить результаты аудита.

Стоимость аудита зависит от глубины и широты сайта, но кроме того, сложность проблемы. Использование инструментов для веб-мастеров не дает вашему сайту каких-либо особых привилегий, тем не менее, грамотное их использование позволит настроить ваш веб-сайт для эффективного ранжирования [1, с. 30]. Вы не платите за инструменты, которые сообщают о вашем сайте, Вы платите за экспертные знания человека, который делает аудит плюс сложность и время, которое требуется, чтобы достигнуть результата.

Список литературы

1. Google-руководство по поисковой оптимизации для начинающих. 2011 – 32 с.
2. Энж Э., Спенсер С., Фишкин Р., Стрикчиола Д. SEO. Искусство раскрутки сайтов, 2-е изд., перераб. и доп. – СПб.: БХВ-Петербург, 2014. – 688 с.
3. Яковлев А.А., Ткачев В.Г. Раскрутка сайтов : основы, секреты, трюки. СПб.: БХВ-Петербург. 2015. – 357 с.

РАЗРАБОТКА ЭСКИЗНОГО ПРОЕКТА БЛОКА МАНИФОЛЬДОВ РАМНОГО ИСПОЛНЕНИЯ КОНТЕЙНЕРНОГО ТИПА ДЛЯ ГИДРАВЛИЧЕСКОГО РАЗРЫВА ПЛАСТА

Осинук А.Ю.

магистрант кафедры «Машины и оборудование НГК»,
Донской государственной технической университет, Россия, г. Ростов-на-Дону

Киреев С.О.

зав. кафедрой «Машины и оборудование НГК», д-р техн. наук, профессор,
Донской государственной технической университет, Россия, г. Ростов-на-Дону

Кадеров Х.К.

доцент кафедры «Машины и оборудование НГК», канд. техн. наук, доцент,
Донской государственной технической университет, Россия, г. Ростов-на-Дону

Статья посвящена разработке эскизного проекта блока манифольдов контейнерного типа для гидроразрыва пласта. В статье была предложена конструкция рамы контейнерного типа для блоков манифольдов для ГРП, имеющая преимущества в транспортировке перед рамой – салазками. Так же в статье был представлен эскизный проект и описание разработанной конструкции.

Ключевые слова: блок манифольдов контейнерного типа, манифольд на салазках, гидравлический разрыв пласта.

Введение

Правильно подобранное оборудование для гидравлического разрыва пласта (ГРП) – это залог успешности всей проводимой операции. Одним из важнейших элементов оборудования для гидравлического разрыва пласта яв-

ляется блок манифольдов (БМ), предназначенный для соединения смесительной установки (блендера) с насосными установками по линии низкого давления и насосных установок с устьем скважины по линии высокого давления. Блок манифольдов может быть смонтирован как на полуприцепе, так и на раме (салазках)

Основная часть

В настоящее время блоки манифольдов рамного исполнения монтируются на раме салазках (рис. 1) [1], что позволяет передвигать его на небольшие расстояния, и особенно, по снегу волоком. Однако у такой конструкции есть существенный недостаток. Согласно учебному пособию для стропальщиков по безопасному производству работ грузоподъемными машинами [2] блок манифольдов рамного исполнения на салазках относится к штучному нештабелируемому грузу. Это приводит к увеличению его транспортной стоимости, так как для данного типа грузов не существует единых типовых способов строповки. Учитывая тот факт, что флот ГРП находится в постоянном движении от скважины к скважине, от месторождения к месторождению и т.д. можно сделать вывод о том, что улучшение условий транспортировки БМ, может значительно уменьшить затраты компаний производителей и компаний потребителей данного вида оборудования.



Рис. 1. Блок манифольдов производства ООО «ТРАСТ-ИНЖИНИРИНГ»

Проанализировав рынок грузоперевозок, был сделан вывод о том, что в настоящее время перевозки грузов в контейнерах заняли стратегическое положение в организации внутреннего и внешнего грузооборота стран мирового сообщества. Эти устройства широко используются для перевозки грузов на автомобильном, железнодорожном, водном и воздушном транспорте, для хранения продукции на транспортных терминалах и складах торговых и промышленных предприятий. Это обуславливается тем, что применение контейнеров позволяет:

- укрупнить грузовые отправки и снизить трудоемкость при их транспортировке;
- более рационально использовать объемы и грузоподъемность универсальных железнодорожных вагонов и автомобилей;
- обеспечить перевозку грузов одним или несколькими видами транспорта без промежуточной перевалки;
- снизить материальные затраты на управление грузовыми потоками, учет и хранение грузов за счет оптимизации процессов управления перевозками в рамках единой контейнерной транспортной системы (ЕКТС);
- повысить гарантии сохранности перевозимых грузов благодаря техническим возможностям самих контейнеров;
- сократить сроки доставки грузов до потребителя;
- ускорить погрузку-выгрузку и перевалку на другой вид транспорта за счет использования высокопроизводительных перегрузочных средств.

Таким образом, использование контейнеров способствует снижению затрат при транспортировке, обработке, учете и хранении грузов и уменьшению транспортной составляющей в стоимости товаров, что приводит к необходимости разработки рамы контейнерного типа для блока манифольдов, позволяющей нивелировать все дополнительные затраты возникающие при транспортировке блока манифольдов.

За исключением экономического аспекта в существующих блоках манифольдов рамного исполнения есть и другие недостатки, подробно освещенные в статье «Разработка технических требований к блоку манифольдов для гидроразрыва пласта рамной конструкции контейнерного и полуприцепного типа» [2].

Разработка рамы блока манифольдов для гидроразрыва пласта рамной конструкции контейнерного типа, а также проверочный прочностной расчет описаны в научной статье «Разработка рамы контейнерного типа к блоку манифольдов для гидроразрыва пласта» [3].

Используя результаты исследования из вышеупомянутых статей, был разработан эскизный проект блока манифольдов рамного исполнения контейнерного типа. Основные характеристики и состав, которого изложены ниже.

В состав разрабатываемого Блока манифольдов (рис. 2) входят: рама (1) (каркас с креплениями и ложементами для навесного оборудования), манифольд высокого давления (10), манифольд низкого давления (8), корзина с рукавами низкого давления, трубы высокого давления (13), навесное оборудование. Рама контейнерного типа представляет собой, сварную конструкцию, состоящую из труб квадратного и прямоугольного сечения. Габаритные размеры: длина 6058 мм., ширина 2438 мм., высота 2591 мм., что соответствует размерам стандартного 20 футового грузового контейнера [5]. В основании верхнего и нижнего поясов рамы лежат балки квадратного сечения (2), в углах рамы располагаются фитинги угловые крупнотоннажных контейнеров (3) [6]. В основании креплений навесного оборудования используются трубы квадратного сечения (4), трубы круглого сечения (5), трубы прямоугольного сечения (6) и (7). Манифольд высокого давления (10) рассчитанный на десять точек подключения и рабочее давление в 105 МПа, жестко закреплен на специальном подрамнике (11), повторяющем профиль линий высокого давления, с помощью ложементов и хомутов (12). Манифольд низкого давления (8), так же крепится к раме контейнерного типа с помощью ложементов и хомутов. Он представляет собой сварную конструкцию П-образной формы, изготовленную из стальных труб, рассчитанных на давление до 0,6 МПа. Съёмная корзина (13) с рукавами низкого давления (14) располагается над линиями низкого и высокого давления, представляет собой сварную конструкцию из труб квадратного. К верхним продольным стойкам корзины приварены петли (15), с помощью которых корзину можно вынуть из БМ с помощью грузозахватного оборудования. Ложементы для труб высокого давления, располагаются над линией манифольда высокого давления, представляют собой сварную конструкцию из труб квадратного сечения (4), прямоугольного сечения (6), круглого (5). Колено – шарнирные соединения (КШС), располагаются в нижней части конструкции и крепятся к раме с помощью труб прямоугольного сечения (7). К продольным балкам нижнего пояса приварены листы металла, что облегчает перемещение вдоль конструкции, для обслуживания линий низкого и высокого давления (16). В конструкции БМ предусмотрены ящики для инструментов (17).

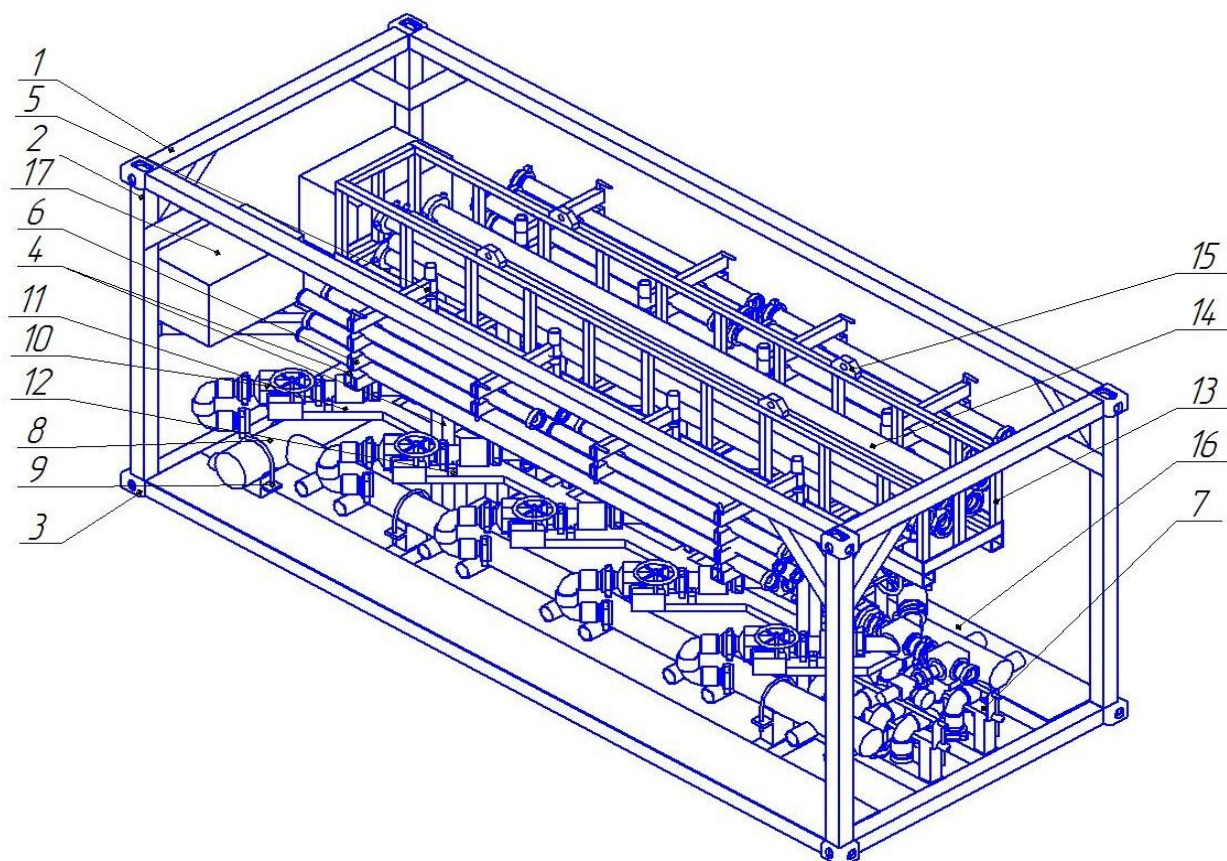


Рис. 2. Эскизный чертеж блока манифольдов рамной конструкции контейнерного типа

Вывод

Таким образом, в результате работы был разработан эскизный проект блока манифольдов с рамой контейнерного типа на десять насосных установок для гидравлического разрыва пласта, который отвечает всем современным требованиям к данному виду оборудования. И при этом имеет целый ряд преимуществ при его транспортировке, по сравнению с существующими установками рамного исполнения на салазках.

Список литературы

1. ООО «Траст Инжиниринг» Оборудование для ГРП. – Режим доступа: <http://trustneft.ru/upload/catalog.pdf>
2. Учебное пособие для стропальщиков по безопасному производству работ грузоподъемными машинами. Оксанич Л.В.
3. Киреев С.О. «Разработка технических требований к блоку манифольдов для гидроразрыва пласта рамной конструкции контейнерного и полуприцепного типа». Молодой исследователь дона, 2016, No 2 (2) / С.О. Киреев, М.В. Корчагина, А.Ю. Осипук, А.П. Щербак, Режим доступа: – <http://mid-journal.ru/>
4. Осипук А.Ю. «Разработка рамы контейнерного типа к блоку манифольдов для гидроразрыва пласта». XX Международная научно-практическая конференция «современные тенденции развития науки и технологий», 2016, No 11 (2) / А.Ю. Осипук, С.О. Киреев, С.Л. Никишенко, Режим доступа: – http://issledo.ru/wp-content/uploads/2016/12/Sb_k-11-2.pdf
5. Контейнеры грузовые серии 1. Классификация, размеры и масса. ГОСТ Р 53350-2009 (ИСО 668:1995) / Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии. Москва Стандартинформ. – Введ. 2009-01-01.

6. Фитинги угловые крупнотоннажных контейнеров ГОСТ 20527-82/ Государственный стандарт СССР. Издательство стандартов. – Введ. 1983-01-01.

КОНЦЕПЦИЯ МЕТОДИКИ ОЦЕНКИ ФУНКЦИОНАЛЬНО-ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ДВИЖИТЕЛЕЙ МАШИН В ЗОНАЛЬНЫХ УСЛОВИЯХ

Панасюк А.Н.

ведущий научный сотрудник лаборатории комплексной оценки мобильной полевой энергетики, д-р техн. наук, доцент, ФГБНУ Дальневосточный научно-исследовательский институт механизации и электрификации сельского хозяйства, Россия, г. Благовещенск

Кашбулгаянов Р.А.

старший научный сотрудник лаборатории комплексной оценки мобильной полевой энергетики, канд. техн. наук, ФГБНУ Дальневосточный научно-исследовательский институт механизации и электрификации сельского хозяйства, Россия, г. Благовещенск

Липкань А.В.

старший научный сотрудник лаборатории комплексной оценки мобильной полевой энергетики, ФГБНУ Дальневосточный научно-исследовательский институт механизации и электрификации сельского хозяйства, Россия, г. Благовещенск

В статье концептуально рассматривается вопрос разработки методики оценки функционально-экологической эффективности совершенствования двигателей и машин на их базе, как инструментария оценки их экологической адаптивности к зональным условиям Амурской области.

Ключевые слова: двигатель, уплотняющее воздействие на почву, концепция, методика оценки, эколого-экономическая эффективность, экологическая адаптивность.

Совершенствование зональных машинных технологий отличает довольно низкий уровень экологической адаптивности: повышение их производительности проявляется в росте энергонасыщенности и эксплуатационной массы агрегатов, что ведет к увеличению техногенного воздействия по следу до уровня, превышающего возможности почвы к естественному восстановлению плодородия. В тоже время рост энергонасыщенности сопровождается использованием широкозахватных агрегатов, однако, отмечается отставание роста производительности от уровня энергонасыщенности в виду агротехнических ограничений рабочей скорости. По экспертным оценкам за последние 20-30 лет произошедшие изменения плодородия почв в России, в связи с усиливающимся техногенным воздействием двигателей на почву, привели к годовому недобору урожая зерновых до 20-30 млн. тонн и перерасходу топлива на обработку почвы – 2,5-3 млн. тонн [3].

Таким образом, нет однозначности в оценке функциональной, экологической, энергетической и экономической эффективности вновь создаваемой и приобретаемой сельхозпроизводителями мобильной техники. Так при большем уровне средней урожайности сои по группе хозяйств «Янта» по сравнению со средней урожайностью амурских хозяйств, что связано с более высоким уровнем технического обновления машинно-тракторного парка и организации машинноиспользования после 2001 года для хозяйств данной группы, абсолютный рост урожайности сои наблюдался лишь по отношению к её падению в годы переувлажнения (2003 и 2013 гг.), а в целом урожайность на полях области и группе хозяйств «Янта» увеличилась за период 2001-2014 гг. незначительно – соответственно на 2,7...3,1 ц/га и 1,6...2,8 ц/га (рис. 1).

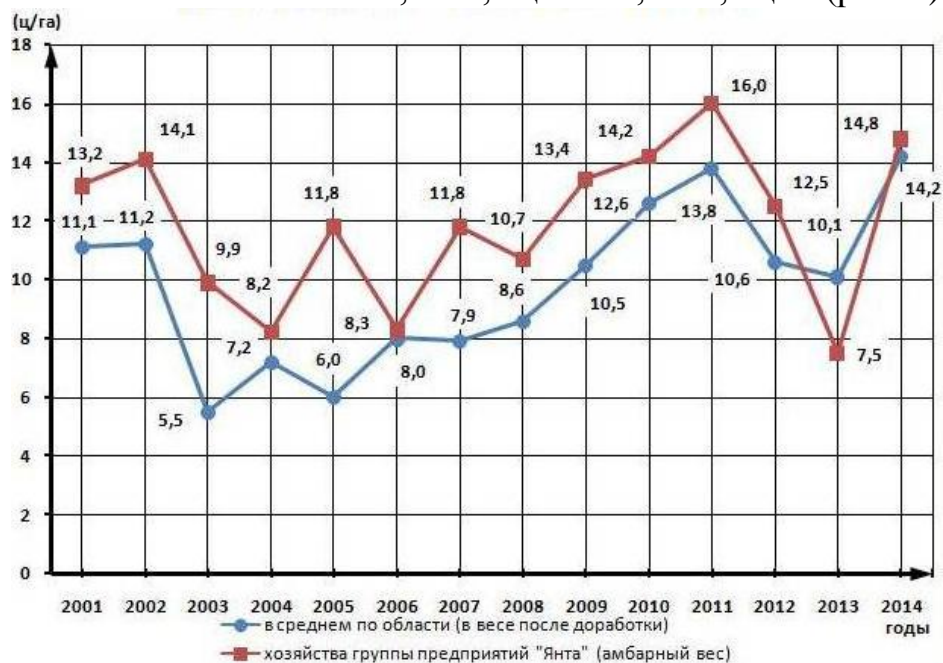


Рис. 1. Динамика урожайности сои по амурским хозяйствам и группе предприятий «Янта» в 2001-2014 годах

В связи с этим, на наш взгляд, актуальна разработка методики комплексной оценки эффективности приобретаемых МЭС и МТА на их базе, как инструмента обоснования функционально и экологически адаптированной к зональным условиям энергетически и экономически эффективной сельскохозяйственной техники.

Степень и площадь уплотнения зависят от многих природно-производственных факторов (состояния и типа почвы, содержания органики и величины гумусового горизонта, нормального давления и динамических нагрузок, размера поля, способа движения и кинематики поворота, применяемых рабочих органов, числа проходов по одному месту, рабочей скорости и состава агрегата, типа движителя, вида выполняемых работ).

Например, на весеннем бороновании и внесении минеральных удобрений уплотненная площадь поля составляет от 6 до 8%, при предпосевной культивации и посеве – от 10 до 16%, вспашке 50-60%. Суммарная площадь, уплотняемая движителями машин, может достигать 50-200 % от площади поля [1].

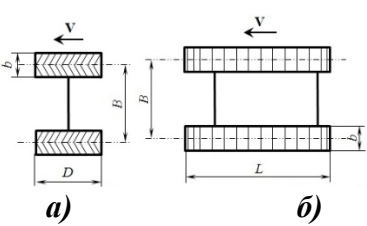
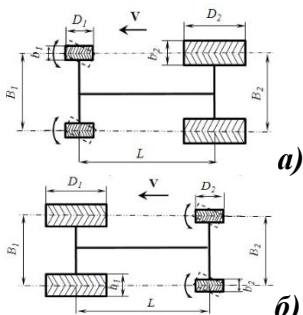
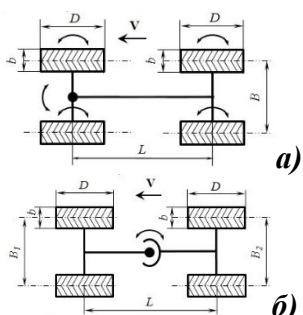
Уплотнение почвы имеет объемный характер – установлено, что вертикальные и боковые горизонтальные деформации почвы распространяются до 0,6-1,0 м от центра следа в зависимости от типа движителя [4]. При этом идут процессы деформации почвы: происходит ее сдвиг в различных направлениях, изменение структуры и агрофизических свойств. Растет количество эрозийно-опасных частиц. Наибольшему уплотнению подвергается пахотный горизонт (верхние 20 см). Зона максимального уплотнения почвы приходится на горизонт 0-10 см, где за один проход плотность может увеличиваться по сравнению с исходной на $0,2...0,5 \text{ г/см}^3$. Уплотнение почвы, превышающее оптимальное на величину более $0,1 \text{ г/см}^3$ сохраняется в течение 2-3 лет, его не удаётся полностью устранить даже проведением многократных специальных обработок.

Для поиска перспективных вариантов движителей машин с допустимым уплотняющим воздействием на почву нами разработана классификация ходовых систем по восьми основным признакам:

- по назначению базовой машины;
- по типу ходовой части;
- по типу и особенностям конструктивной компоновки движителей (таблица 1);

Таблица 1

Основные типы компоновки движителей машин (фрагмент)

№	Схема компоновки ходовой системы	Краткая характеристика	Пример применения
1	 <p>а) б)</p>	Два спаренных на общей оси, раме колеса или гусеницы	а) одноосный энергопомодуль, б) двухгусеничная машина, трактор, комбайн
2	 <p>а) б)</p>	Ведущий мост с колесами большего диаметра, а колеса управляемого моста меньшего диаметра, которые также могут быть ведущими	а) универсально-пропашные тракторы, б) комбайны уборочные
3	 <p>а) б)</p>	Колеса одинакового диаметра: а) на жесткой раме с поворотной передней осью или колесами; б) с ломающейся рамой	а) колесные тракторы интегрального типа, б) колесные тракторы общего назначения

- по типу шасси;
- по типу привода ходовой части;
- по способу реализации поворота;
- по типу подвески;
- по способу повышения опорных и тягово-сцепных свойств.

Для оптимизации конструктивно-компоновочных схем ходовых систем и конструктивно-режимных параметров машин по критериям тягово-сцепных и опорных свойств выделена группа основных и достаточных измерителей качеств и свойств мобильных сельскохозяйственных агрегатов, которая представлена таблицей 2.

Таблица 2

Оценка влияния измерителей на параметры технического средства и агроэкосистему

Измерители:	Оценка влияния на агроэкосистему:
Коэффициент сцепления, φ	Влияет на выбор движителя и массы. При недостаточном коэффициенте сцепления растёт буксование движителя, возникает распыление, истирание почвы, опасность ветровой и водной эрозии и «спекания» почвы (уплотнение мелкоагрегатных частиц)
Коэффициент использования веса, $\varphi_{кр}$	Оценивает производительность агрегата, через ширину агрегата – площадь уплотнения поля, через суммарное количество проходов влияет на выбор энергонасыщенности энергосредства
Коэффициент сопротивления движению, f	Оценивает агротехническую проходимость (колееобразование) и непроизводительные затраты энергии на преодоление внешних сопротивлений, влияет на выбор движителя, через колею – на опасность водной эрозии
Коэффициент нагрузки колес, λ_k	Учитывает долю веса энергетического модуля, приходящуюся на ведущие колеса. Влияет на выбор массы энергосредства, уплотняемость почвы и в целом на уровень техногенного механического воздействия. Влияет на снижение плодородия почв, их заболочиваемость
Нормальное давление под движителем, $q_{max}, q_{cp}; \xi$ (норм. напряжения в почве – σ)	Влияет в целом на уровень техногенного механического воздействия на почву: колееобразование, буксование, истирание почвы, ветровую эрозию, уплотнение почвы, влияет на выбор движителя
Удельная сила тяги, γ_D	Характеризует тяговую и общую динамику агрегата. Влияет на выбор движителя и массы. Влияет на буксование и плавность хода, производительность агрегата, улучшает эргономику

Изменяя значения указанных измерителей, мы получим оптимальную адаптацию мобильного сельскохозяйственного агрегата к почвенно-климатическим условиям рабочего хода. По выбранной группе измерителей можно представить достаточную и объективную картину влияния технических средств на агроэкосистему.

Для сравнительной оценки энергосредств по функциональной адаптированности в агрегате принят к.п.д. движителя

$$\eta_{\text{дв}} = \left(1 - \frac{f}{\varphi_{\text{дон}}}\right) \cdot (1 - \delta(\varphi_{\text{кр}})) \quad (1)$$

Выбор к.п.д. движителя основан на том, что допустимый коэффициент сцепления $\varphi_{\text{дон}}$ соответствует предельно допустимому буксованию по агротехническим требованиям, а буксование, в свою очередь, связано с коэффициентом использования веса $\varphi_{\text{кр}}$:

$$\varphi = \varphi_{\text{кр}}(\delta) + f(q_{\text{ср}}; h_{\text{max}}; F_{\text{он}}) \quad (2)$$

где $f(q_{\text{ср}}; h_{\text{max}}; F_{\text{он}})$ – функция изменения коэффициента сопротивления качению от нормального давления, глубины колеи и площади опорной поверхности движителя.

Для сравнительной оценки экологической адаптированности агрегатов принят показатель «уровень экологичности технологического процесса – $Y_{\text{эк}}$ », который оценивает степень антропогенного влияния агрегата на плодородие почвы

$$Y_{\text{эк}} = \sqrt[3]{y_{\text{эр}} \cdot y_{\rho} \cdot y_{\delta}} \quad (3)$$

где $y_{\text{эр}}$ – уровень эрозийного воздействия на почву; y_{ρ} – уровень уплотняющего воздействия на почву; y_{δ} – уровень воспроизводства плодородия почвы (уровень биологизации).

Уровень эрозийного воздействия на почву $y_{\text{эр}}$ оценивает последствия воздействия рабочих органов и движителей машин:

$$y_{\text{эр}} = 1 + \frac{N_{\text{mn}} - N_{\text{усх}}}{N_{\text{norm}}} \quad (4)$$

где N_{mn} , $N_{\text{усх}}$, N_{norm} – количество эрозийно-опасных частиц почвы после прохода агрегата, до прохода и нормируемое по агротехническим требованиям.

Уровень уплотняющего воздействия y_{ρ} оценивает изменение плотности и твердости почвы после прохода агрегата:

$$y_{\rho} = \left[1 + \frac{\rho_{\text{mn}} - \rho_{\text{усх}}}{\rho_{\text{norm}}}\right] \cdot \left[1 + \frac{H_{\text{mn}} - H_{\text{усх}}}{H_{\text{norm}}}\right] \quad (5)$$

где ρ , H – значения плотности и твердости почвы: исходное, после прохода агрегата и нормируемое.

Уровень воспроизводства плодородия почвы y_{δ} оценивается сохранением оптимальной влажности (W_{opt}) и оптимальной плотности почвы ρ_{opt} в зоне формирования растения:

$$y_{\delta} = \left[1 + \frac{W_{\text{mn}} - W_{\text{opt}}}{W_{\text{opt}}}\right] \cdot \left[1 + \frac{\rho_{\text{mn}} - \rho_{\text{opt}}}{\rho_{\text{opt}}}\right] \quad (6)$$

В качестве измерителя, связывающего системы «двигатель-почва» и «почва-урожай», принят «показатель уплотняющего воздействия – U , кН/м», который удовлетворяет требованиям к числовым параметрам оценки влияния машины на почву и урожай

$$U = \omega \cdot b \cdot q_{\max v} \cdot (1 + \chi \cdot \lg N), \quad (7)$$

где ω – коэффициент, зависящий от размера и формы опорной поверхности движителя; b – ширина следа движителя, м; $q_{\max v}$ – максимальное давление движителя на почву в динамике, кПа; χ – коэффициент интенсивности накопления необратимой деформации почвы при повторных нагружениях; N – число повторных проходов движителя по одному следу.

Для расчета плотности почвы ρ_{cl} , удельного сопротивления обработке почвы $K_{y\partial i}$, уплотненной движителем с показателем воздействия U_i , и относительной урожайности по следу Y_i предлагается использовать выражения, полученные в результате аппроксимации экспериментальных данных [2]:

$$\begin{aligned} \rho_{cl} &= \rho_0 + \alpha \cdot U_i, \\ K_{y\partial i} &= K_0 + \beta_K \cdot U_i, \\ Y_i &= 100 - A \cdot (U_i - [U]), \end{aligned} \quad (8)$$

где K_0 – удельное сопротивление обработке почвы на контрольном участке, кН/м; β_K – коэффициент пропорциональности, зависящий от почвенных условий, скорости почвообработки и конструкции почвообрабатывающих органов; ρ_0 – исходная плотность, г/см³; U_i – показатель, характеризующий уплотняющее воздействие на почву, кН/м; $[U]$ – допустимое значение показателя U_i ; α , A – коэффициенты пропорциональности, зависящие от возделываемой культуры и почвенно-климатических условий.

Концепция методики расчета и оценки функционально-экологической эффективности движителей машин и эколого-экономической эффективности технологий в зональных условиях представлена в виде блок-схемы на рисунке 2.

А блок-схема алгоритма расчета и оценки функционально-экологической эффективности движителей машин и эколого-экономической эффективности МЭС и МТА в зональных условиях – алгоритм выбора типа движителя (ХС) с допустимым воздействием на почву приведен на рисунке 3.

В итоге нами сформулированы требования на мобильные энергетические средства в зональных технологиях (приспособленность к интенсивным технологиям, расширение возможностей агрегатирования, агроэкологическая совместимость, универсальность, эргономичность, экономичность, уровень технической эффективности) (см. рисунок 4).

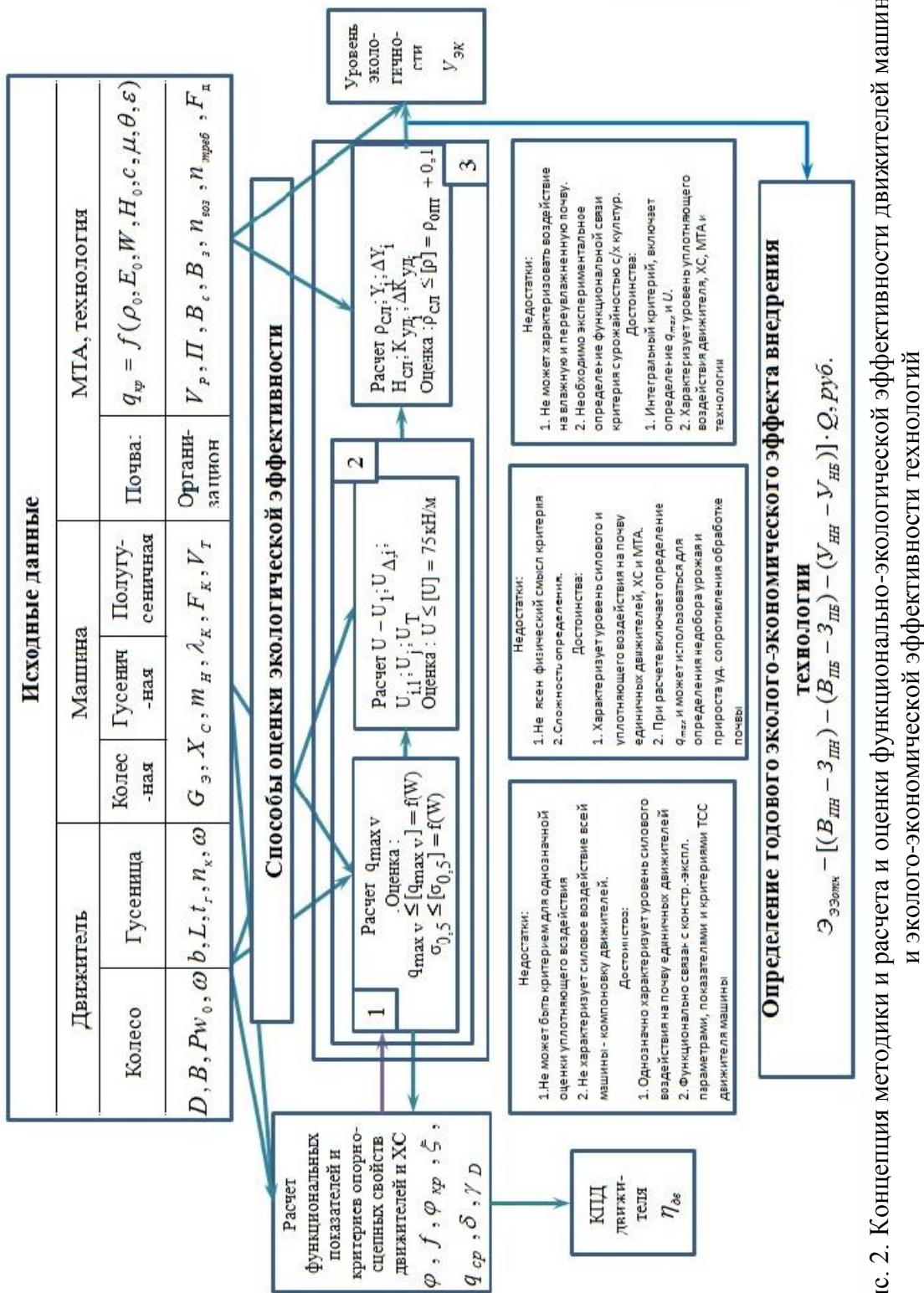


Рис. 2. Концепция методики и расчета и оценки функционально-экологической эффективности двигателей машин и эколого-экономической эффективности технологий

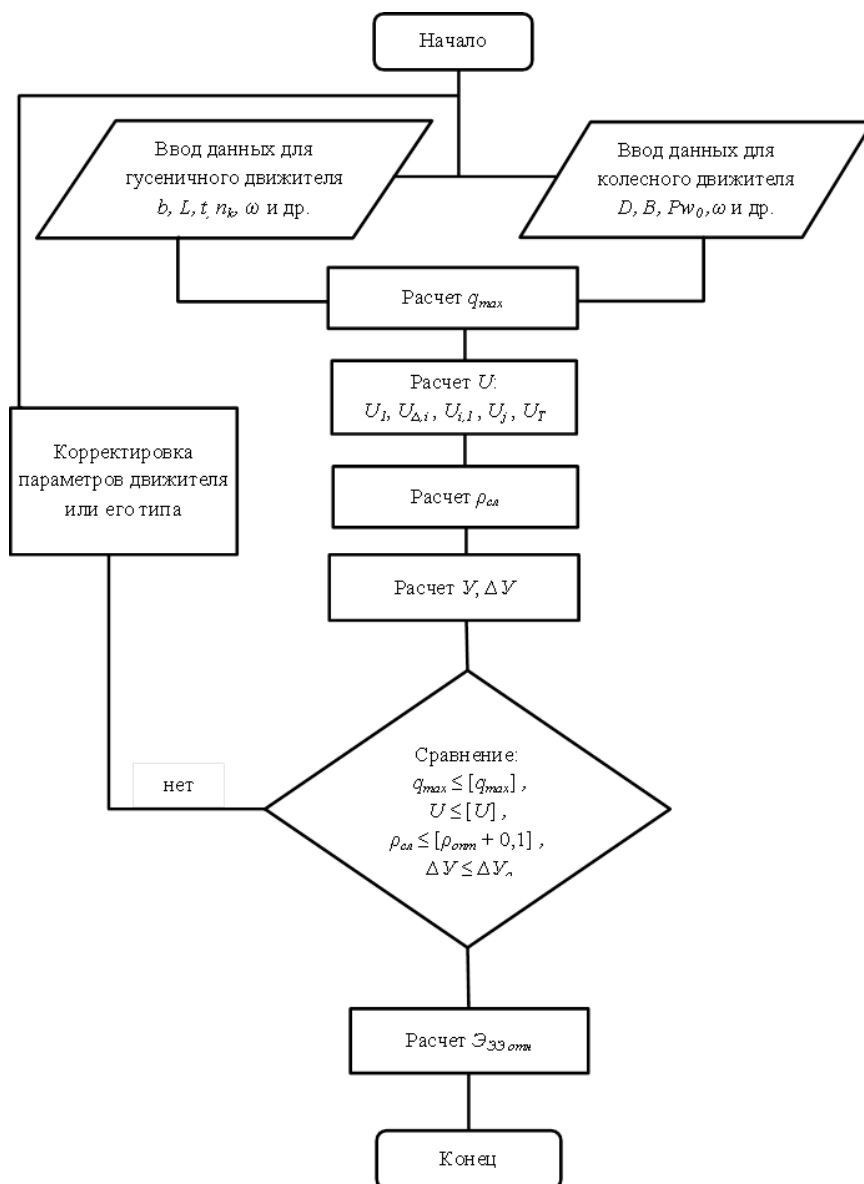


Рис. 3. Алгоритм выбора типа движителя с допустимым воздействием на почву

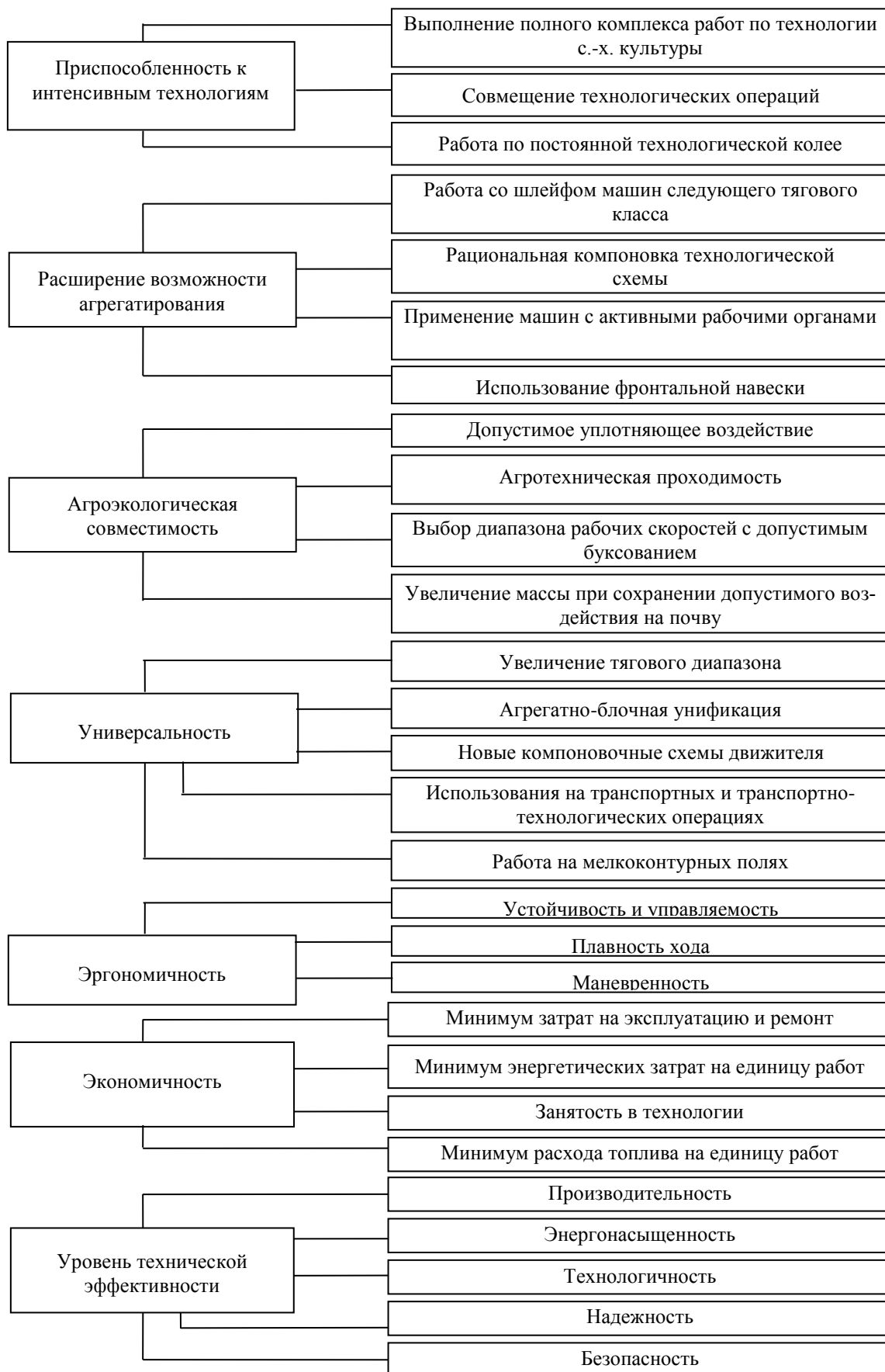


Рис. 4. Эксплуатационно-технологические требования к МЭС

Список литературы

1. Гарбар В.А., Кононов А.М. Определение площади поля, уплотненной движителями трактора и колесами сельскохозяйственных машин // Сб. науч. тр. Белорусского ин-та механизации сел. хоз-ва. Минск, БИМСХ, 1972. Вып. 24. С. 232-236.
2. Ксеневич И.П., Скотников. В.А., Ляско М. И. Ходовая система – почва – урожай. М.: Агропромиздат, 1985. 304 с.
3. Лачуга Ю.Ф., Назин Е.И., Митин С.Г. и др. Стратегия машинно-технологического обеспечения производства сельскохозяйственной продукции России на период до 2010 года. М.: Россельхозакадемия. 49 с.
4. Русанов В.А. Проблема переуплотнения почв движителями и эффективные пути ее решения. М.: ВИМ, 1998. 368 с.

ПРИМЕНЕНИЕ ТЕПЛОВЫХ ТРУБ ДЛЯ ОХЛАЖДЕНИЯ СИЛОВЫХ ПОЛУПРОВОДНИКОВЫХ ПРИБОРОВ

Петрушкин П.Н.

студент Института механики и энергетики,
Мордовский государственный университет имени Н.П. Огарёва,
Россия, г. Саранск

В статье рассмотрена возможность применения тепловых труб для охлаждения силовых полупроводниковых приборов. Описаны принципы действия и применения тепловых труб.

Ключевые слова: тепловая труба, жидкость, силовые полупроводниковые приборы, тепловой режим, пар.

Проблема охлаждения силовых полупроводниковых приборов всегда являлась актуальной, поскольку сама система охлаждения является одним из основных элементов, обеспечивающих надежное и длительное функционирование преобразовательного устройства. В настоящее время существует большое количество технических решений систем охладений воздушного, жидкостного, а также комбинированного исполнения для силовых полупроводниковых приборов. Известна система охлаждения силовых полупроводниковых приборов, содержащих теплоотводы с каналами, вскрытыми в местах установки полупроводниковых приборов, при этом соединительная и охлаждающая трубки выполнены в виде единого элемента. Применяется система испарительного охлаждения силового полупроводникового прибора с погружением самого прибора в теплоноситель, включающая испарительный бак, конденсатор, выполненный с наклонными трубами и соединенный с испарительным баком подъемной трубой, выходом присоединенной к верхней части испарительного бака и опускной трубой, вход которой расположен в нижней части бака.

Следует отметить, что жидкостное охлаждение является более эффективным, чем воздушное. Однако, жидкостным системам охлаждения присущи свои недостатки:

- более дорогая цена системы по сравнению с воздушной;

- присутствующая проблема с гальванической развязкой;
- более сложная установка из-за того, что современные системные блоки спроектированы под воздушные системы охлаждения.

Особое внимание заслуживают системы охлаждения на основе тепловых труб (рисунок).

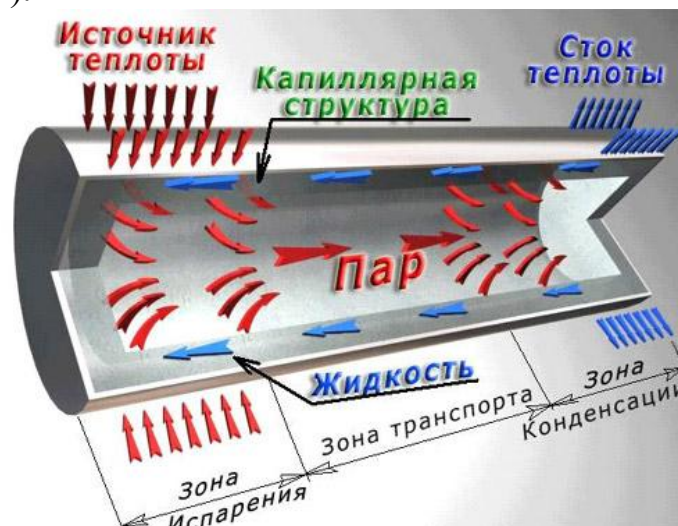


Рис. Принципиальная схема тепловой трубки

Тепловая труба – это герметичный сосуд, заполненный жидкостью-теплоносителем. Она может иметь различные габариты и формы (например, может быть выполнена в виде ленты). Внутренний диаметр труб составляет от нескольких миллиметров до десятка метров. Для изготовления используются стекло, керамика, а также различные металлы и сплавы. В качестве жидкости-теплоносителя для низкотемпературных труб используются испаряемые жидкости (ацетон, аммиак, фреоны). Для труб, работающих при высоких температурах, применяются вода, ртуть, индий, неорганические соли [2].

Принцип действия тепловых труб заключается в том, что передача тепловой энергии в них осуществляется за счет испарения и конденсации жидкого вещества. Если представить замкнутую емкость из металла, который обладает хорошей теплопроводностью, например, медь с определенным количеством воды, то при нагревании одной части резервуара вода становится паром, то есть из жидкого состояния она переходит в газообразный вид. Далее водяные пары поступают на охлажденную поверхность, где водяной пар конденсируется и стекает на исходное место. При этом значительная часть тепла отводится через корпус металлической емкости [3].

Характерными областями применения тепловых труб являются энергетика, машиностроение, электроника. Тепловые трубы находят применение при обеспечении тепловых режимов космических аппаратов, для охлаждения электронных приборов и систем, для создания регенеративных теплообменников. Тепловые трубы – относительно молодые современные технические устройства. Область их применения постоянно расширяется [1].

На данный момент наиболее широко тепловые трубы используются для охлаждения элементов электронного оборудования, таких как транзисторы. Наиболее значимыми характеристиками данного устройства являются пространственное разделение источника тепловыделений и их приёмника. Тепловые трубы не потребляют электроэнергию и не шумят. Тепловая трубка начинает работать при малейшем перепаде температур на ее концах, поэтому она будет мгновенно отводить тепло от силового полупроводникового прибора.

Основной недостаток тепловых труб заключается в том, что они работают под давлением после прогрева жидкости. Ситуация осложняется также тем, что работа системы подразумевает постоянное повторение цикла «нагрев-остывание». Это вредно для соединений и резиновых патрубков. При нагреве резина расширяется, а затем сжимается при остывании, что становится причиной течей.

Таким образом, задача обеспечения надежной работы полупроводниковых приборов тесно связана с необходимостью организации соответствующего нормального теплового режима. В общем случае тепловым режимом называют температурное состояние их элементов. Он характеризуется значениями температур в различных точках прибора. Тепловой режим считается нормальным, если не выходит из диапазона допустимых температур. Обеспечение теплового режима и, следовательно, высокой надежности работы приборов – основная задача при производстве и использовании охладителей. Правильно спроектированный охладитель позволяет обеспечить высокую надежность работы полупроводниковых приборов.

В настоящее время трудно найти более эффективное устройство для передачи тепловой энергии, чем тепловая труба. Поэтому на данный момент десятки тысяч и даже миллионы тепловых труб работают в энергосберегающих теплообменниках и в промышленных установках.

Список литературы

1. Заявка 2013145356 Российская Федерация, МПК F25B 19/04, F24D 3/02. Система жидкостного охлаждения полупроводниковых приборов / А. П. Левцев, А. Н. Макеев, С. Н. Макеев, С. И. Храмов, Я. А. Нарватов; заявитель и патентообладатель федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Мордовский государственный университет им. Н.П. Огарёва». – № 2013145356; заявлено 09.10.2013. Решение о выдаче патента от 13.01.2015.
2. Заявка 2014131432 Российская Федерация, МПК F15B 21/12, F24D 3/02. Система жидкостного охлаждения силового полупроводникового прибора / А. П. Левцев, А. Н. Макеев, С. Н. Макеев, М. С. Ивкин; заявитель и патентообладатель ЧОУ ДПО «Саранский Дом науки и техники РСНИИОО». – № 2014131432; заявлено 29.07.2014.
3. Заявка 20141484444 Российская Федерация, МПК F25B 19/04, F24D 3/02. Система жидкостного охлаждения полупроводниковых приборов / А. П. Левцев, А. Н. Макеев; заявитель и патентообладатель федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Мордовский государственный университет им. Н.П. Огарёва». – № 20141484444/07; заявлено 01.12.2014.
4. Чебовский О.Г. и др. Силовые полупроводниковые приборы: Справочник / О. Г. Чебовский, Л. Г. Моисеев, Р. П. Недошивин. – М.: Энергоатомиздат, 2013. – 400 с.

ВЕРОЯТНОСТНЫЕ МОДЕЛИ ОТКАЗОВ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ УСТАНОВОК

Петрушкин П.Н.

студент Института механики и энергетики,
Мордовский государственный университет им. Н.П. Огарёва,
Россия, г. Саранск

Хусяинов И.А.

магистрант Института механики и энергетики,
Мордовский государственный университет им. Н.П. Огарёва,
Россия, г. Саранск

В статье рассмотрены вероятностные модели отказов энергетических установок. Описан принцип математического описания процесса возникновения отказов.

Ключевые слова: энергетические установки, модель отказов, математический аппарат марковских случайных процессов, коэффициент простоя, экспоненциальный закон.

Оборудование энергетических установок с течением времени отказывает. Математическое описание процесса возникновения отказа называется моделью отказов. В большинстве случаев отказавшие элементы установок восстанавливаются. Включение в работу резервных элементов позволяет восстановить работоспособность оборудования без прекращения работы установки. Процесс восстановления и профилактики оборудования не исключает полностью возможности отказов установки, но в значительной степени снижает их вероятность, то есть повышает надёжность. Математическое описание этих процессов называется моделью надёжности.

При экспоненциальном законе распределения времени восстановления и времени между отказами для расчёта показателей надёжности установки с восстановлением пригоден математический аппарат марковских случайных процессов. Если все потоки событий, переводящих систему из состояния в состояние, являются пуассоновскими, то случайный процесс переходов будет марковским процессом с непрерывным временем [3].

Установка без резервирования может находиться в двух состояниях: E_1 – работоспособное, E_0 – неработоспособное. Если λ – интенсивность отказов, а μ – интенсивность восстановления, и $\mu = \frac{1}{\tau}$, то вероятность переходов из состояния в состояние за время dt будет иметь вид марковской модели перехода (рисунок 1).

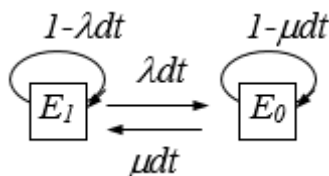


Рис. 1. Вероятностная модель надёжности установки с восстановлением

Дифференциальные уравнения относительно вероятностей переходов

$$\begin{aligned} P_1'(t) &= -\lambda P_1(t) + \mu P_0(t); \\ P_0'(t) &= \lambda P_1(t) - \mu P_0(t) \end{aligned} \quad (1)$$

где $P_1(t)$ – вероятность заставить установку в состоянии E_1 ; $P_0(t)$ – в состоянии E_0 .

При начальных условиях $P_1(0) = 1$, $P_0(0) = 0$ и условии, что состояния E_1 и E_0 представляют собой полную группу событий, то есть $P_1(t) + P_0(t) = 1$, решение дифференциальных уравнений (1) имеет вид:

$$\begin{aligned} P_1(t) &= \left[\frac{\mu}{(\lambda + \mu)} \right] \cdot \left\{ 1 + \left(\frac{\lambda}{\mu} \right) \cdot \exp[-(\lambda + \mu)t] \right\}; \\ P_0(t) &= \left[\frac{\lambda}{(\lambda + \mu)} \right] \cdot \{ 1 - \exp[-(\lambda + \mu)t] \} \end{aligned} \quad (2)$$

При мгновенном автоматическом восстановлении ($\frac{\lambda}{\mu} = 0$) $P_1(t) = 1$. При отсутствии восстановления ($\frac{\lambda}{\mu} = \infty$) $P_1(t) = \exp(-\lambda t)$, то есть вероятность состояния E_1 равна вероятности безотказной работы [4].

При достаточно большом t ($t \rightarrow \infty$) процесс переходов устанавливается и вероятность $P_1(t)$ перестаёт зависеть от времени $P_1(t) = \frac{\mu}{(\lambda + \mu)} = K_r$, при отсутствии резервирования восстановление повышает надёжность только в отношении готовности, вероятность безотказной работы при этом не увеличивается [2].

Коэффициент простоя можно представить: $Q(t) = \frac{\lambda}{(\lambda + \mu)} \cdot (1 - e^{-(\lambda + \mu)t})$.

При постоянном резервировании и ограниченном восстановлении (восстанавливаться может только один элемент) система может находиться в трёх состояниях:

- E_2 – работоспособны оба элемента;
- E_1 – работоспособен только один из элементов;
- E_0 – оба элемента неработоспособны.

Вероятность переходов в этом случае будет иметь вид, представленный на рисунке 2 [1].

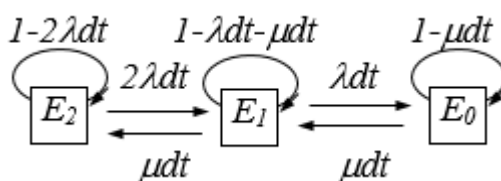


Рис. 2. Вероятностная модель надёжности системы с постоянным резервированием и ограниченным восстановлением

Дифференциальные уравнения для вероятностей состояний решаются с помощью преобразований Лапласа при условиях $P_2(0) = 1$, $P_1(0) = 0$, $P_0(0) = 0$

$$\begin{aligned}
 P_2'(t) &= -2\lambda P_2(t) + \mu P_1(t); \\
 P_1'(t) &= 2\lambda P_2(t) - (\lambda + \mu) \cdot P_1(t) + \mu P_0(t); \\
 P_0'(t) &= \lambda P_1(t) - \mu P_0(t)
 \end{aligned}
 \tag{3}$$

Решение уравнений (3) имеет вид:

$$P_0(t) = \left\{ \frac{2\lambda^2}{[(\lambda + \mu)^2 + \lambda^2]} \right\} \cdot \left[\frac{1 + (S_2 \cdot \exp S_1 t - S_1 \cdot \exp S_2 t)}{\sqrt{\lambda^2 + 4\lambda\mu}} \right],
 \tag{4}$$

где $S_{1,2} = -0,5(3\lambda + 2\mu \pm \sqrt{\lambda^2 + 4\lambda\mu})$.

Вероятность застать систему в работоспособном состоянии $B(t) = 1 - P_0(t)$. При достаточно большом t ($t \rightarrow \infty$) процесс переходов стабилизируется и вероятность $B(t)$ перестаёт зависеть от времени:

$$B(\infty) = \frac{1 - 2\lambda^2}{[(\lambda + \mu)^2 + \lambda^2]} = K_r.$$

Список литературы

1. Артемов И. Н. В сборнике: Энергоресурсосберегающие технологии и системы в АПК. Межвузовский сборник научных трудов. Отв. ред. А. П. Левцев. Саранск, 2003. – 7-9 с.
2. Гук Ю. Б. Оценка надежности электроустановок / Ю. Б. Гук, Э. А. Лосев, А. В. Мясников; под ред. Б. А. Константинова. – М.: Энергия, 2014. – 199 с.
3. Ефимов А. Ю. Математическое моделирование сельских электрических сетей с целью повышения их безотказной работы / А. Ю. Ефимов : диссертация. Саранск, 2010. – 133 с.
4. Кузнецов Д. В. Анализ надежности работы вентиляторных установок / Кузнецов Д. В. Ефимов А. Ю. // Организационные, философские и технические проблемы современных машиностроительных производств: Сборник материалов III Всероссийской научно-практической конференции. Редколлегия: А. П. Фомин, А. А. Гагаев (отв. ред.), С. П. Кудаев. Саранск, 2004. – С. 136-137.

ВОЗМОЖНОСТИ ТЕХНОЛОГИИ ОБЪЕКТ RELATIONAL MAPPING ДЛЯ НЕРЕЛЯЦИОННЫХ БАЗ ДАННЫХ

Платонов Ю.Г.

научный сотрудник, к.т.н., Институт систем информатики им. А.П. Ершова
Сибирского отделения Российской академии наук, Россия, г. Новосибирск

Артамонова Е.В.

аспирант, Институт систем информатики им. А.П. Ершова
Сибирского отделения Российской академии наук, Россия, г. Новосибирск

Настоящее исследование посвящено вопросу разработки новых способов использования специализированных БД при работе с большими данными, и, в том числе, использования их в роли СУБД. В качестве тестового полигона использовалась разработана специализированная система Polar (оригинальная разработка САПР и А СБИС ИСИ СО РАН). В качестве перспективного решения осуществлялось построение для системы Polar сервиса, обеспечивающего поддержку технологии Object Relational Mapping (ORM). Использование ORM для Polar потребовало специального подхода. В данной работе приве-

дены результаты дальнейшей работы над построением системы ORM Polar и способы повышения ее эффективности, а также обобщены результаты предыдущих публикаций. Представленные в работе построения доказывают перспективность применения для больших данных комплексной системы ORM Polar в качестве СУБД. Кроме того, практическая реализация предложенного авторами способа для специализированной NoSQL базы данных Polar, подтверждает гипотезу о перспективности использования ORM-технологии для баз данных данного типа.

Ключевые слова: ORM, Polar, NoSQL базы данных, создание индексов, большие данные, big data.

В настоящее время в связи с постоянно увеличивающимся объемом данных, а также учитывая разнообразие и слабую структуризацию данных, перед исследователями часто встает использования специализированных БД [1]. В качестве системы хранения и обработки больших потоков данных лабораторией САПР и А СБИС ИСИ СО РАН была разработана специализированная система Polar. Данная система подробно описана в [3, 4, 5]. Целью же настоящей работы являлись поиск и реализация расширения области применения Polar.

Рассматривалась задача эффективного использования Polar в качестве СУБД с возможностью работы с большими данными. В качестве перспективного решения осуществлялось построение для системы Polar сервиса, обеспечивающего поддержку технологии Object Relational Mapping (ORM) [7]. Поскольку данная технология имеет ряд особенностей и применяется, как правило, к реляционным БД, ее использование для Polar потребовало специального подхода, описанного в [5]. В данной статье приведены результаты дальнейшей работы над построением системы ORM Polar и способы повышения ее эффективности, а также обобщены результаты предыдущих публикаций.

Главной особенностью Polar является использование системного кэша (cache) компьютера, который позволяет при помощи специальных алгоритмов операционной системы получить быстрый доступ к данным. Под системным кэшем подразумевается динамически изменяющийся объем оперативной памяти и дискового пространства, выделяемый операционной системой для виртуализации памяти для доступа к файловым страницам. Чтение и запись данных в системе хранения данных Polar осуществляется при помощи прямого обращения к носителю данных. Собственно, система представляет собой размещенную в системном кэше коллекцию данных, которая синхронизируется с копией, находящейся на жестком носителе.

Основным объектом информации в системе Polar служит ячейка данных. Она является в самом простом случае файлом, хранящемся на жестком носителе компьютера. Структура ячейки описывается словарем и может быть слабоструктурированной. Например, она может являться коллекцией однотипных записей. В этом случае ее можно условно представлять как эквивалент плоской таблицы. Но словарь также может описывать и различные типы данные в рамках одной ячейки. Такое построение использовать систему Polar

для поддержки данных в формате RDF [8]. В настоящее время Polar используется в ряде приложений в качестве системы обработки данных в RDF-формате.

Но также обращено внимание на то, что у современного программиста при работе с базой данных есть потребность в удобном, надежном, и, по возможности, компактном сервисе взаимодействия с данными. Обычно решением подобных задач построение ORM-системы, которая и обеспечивает взаимодействия между базой данных и модулями программного комплекса [2], [5]. Поэтому авторы и разработали соответствующую надстройку для системы Polar, которая позволила существенно расширить практические возможности использования этой системы. Из различных способов возможных реализаций объединенной системы, авторами был выбран способ Code-First [2], как наиболее простой и эффективный в применении к системе Polar.

Изначально система Polar разрабатывалась для хранения данных RDF формата и уже имеет готовые библиотеки, оптимизированные для поиска таких данных. Соответственно, для успешного построения ORM-решения было необходимо было предложить логическое преобразование объектной модели данных в некий RDF-граф с возможностью обратного преобразования, что и было выполнено следующим образом: каждый тип объектов модели трансформируется в Polar ячейку “данные” (collection cell), как представлено на Рис 1. Каждая запись в такой ячейке хранения данных имеет ряд служебных атрибутов: флага, отражающего, удалена ли запись, общий размер записи.

На рис. 1 представлены пример схемы преобразования двух объектов (в нашем случае типа Product условного магазина) в записи ячейки со структурой RDF.

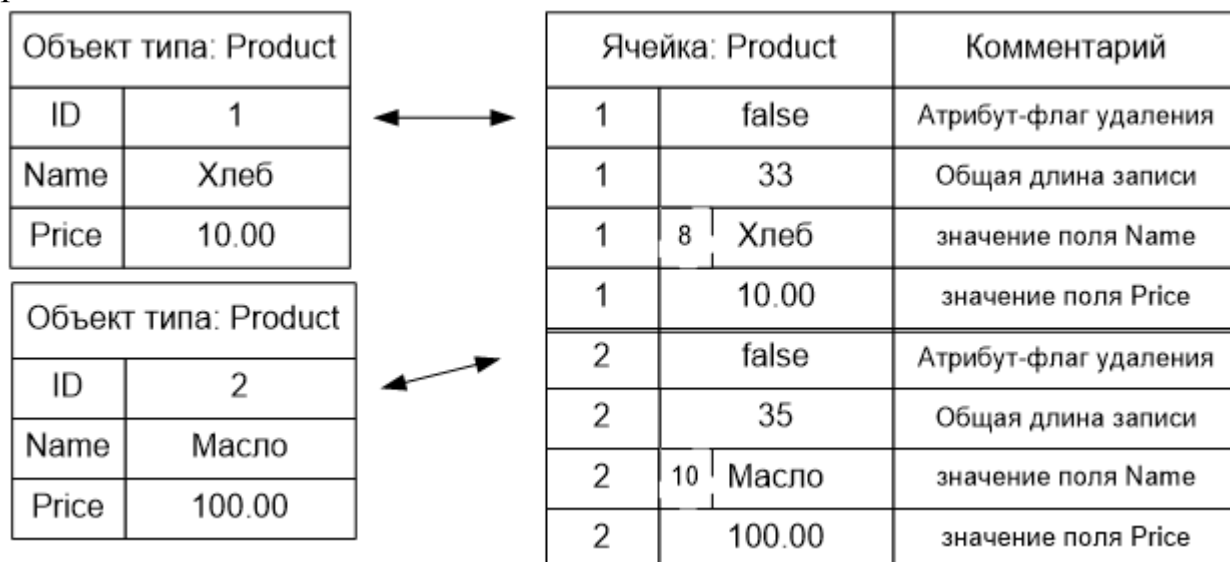


Рис. 1. Пример преобразования объектов типа Product в ORM RDF Polar (для DB ячейки Product)

Удаление объекта в Polar представляет собой изменение состояние флага удаления объекта.

Добавление нового объекта выполняется следующим образом:

- Создается новый идентификатор объекта;

- Длина всех сохраняемых полей объекта в байтах сохраняется в специальный атрибут;
- Заполняются и сохраняются все, описанные в ORM-модели, поля, в том числе пустые и имеющие null-значения.

Обновление объекта представляет собою комбинацию удаления старой версии объекта и добавления новой для этого же идентификатора объекта, при этом изменяется ссылка на новое местоположение объекта в индексном файле.

Выполненные исследования подтвердили перспективность использования системы Polar в качестве СУБД для данных большого объема, а также доказали возможность эффективного применения к Polar технологии ORM. Одновременно с этим для решения ряда задач, относящихся к построению системы для больших данных, было продемонстрировано, что использование технологии ORM для работы со специализированными БД вполне успешно конкурирует с теми же построениями для универсальных БД. Для этого выполнен сравнительный анализ классических ORM-контейнеров, применяемых с популярными решениями для реляционных баз данных и исследуются ORM-решения для системы хранения данных Polar. На графике (см. рис. 2) представлена зависимость времени, затрачиваемого системами-конкурентами на обработку 1000 случайных поисковых запросов по ключу поиска (ось y (мс), представлена в логарифмическом виде) от количества записей в таблице (ось x (тыс. записей)). Как видно на графике, временные затраты системы Polar на обработку увеличиваются, с ростом базы, менее, чем у всех остальных систем, что крайне существенно для баз больших объемов (в настоящем исследовании изучался рост БД вплоть до 100 млн. записей). Это доказывает перспективность применения для больших данных комплексной системы ORM Polar в качестве СУБД.

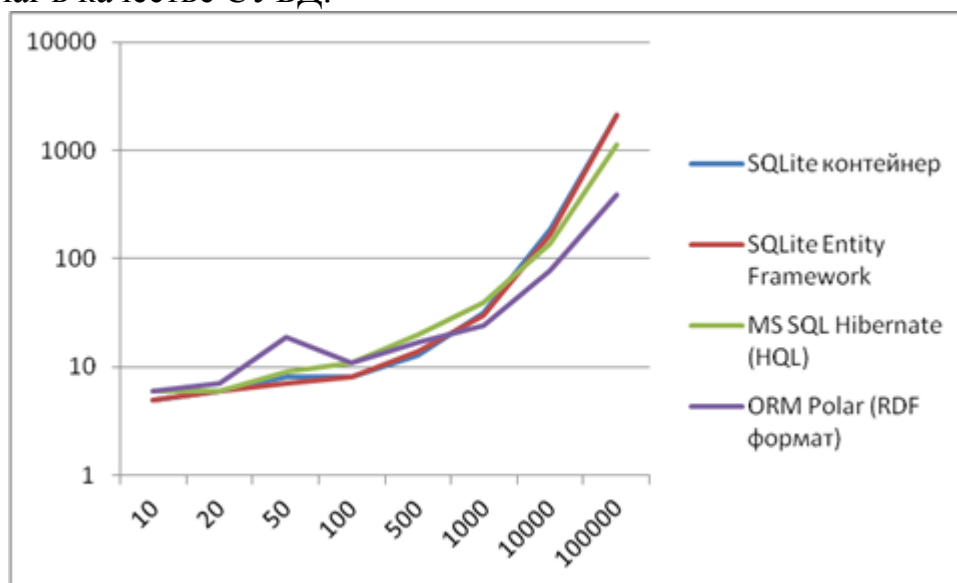


Рис. 2. Графическая визуализация сравнительного анализа поиска объектов типа Product

Результаты этого анализа обосновывают отказ от традиционного подхода в пользу применения специализированной СУБД ORM Polar. Кроме того, практическая реализация предложенного авторами способа для специализированной NoSQL базы данных Polar, подтверждает гипотезу о перспективности использования ORM-технологии для баз данных данного типа.

Список литературы

1. Джон Хебелер, Метью Фишер, Райан Блэйс, Эндрю Перес-Лопес. Программирование семантической паутины. – издательство "Джон Уилей и сыновья", 2009. – С. 648.
2. Джули Леман, Руан Миллер. Программирование Entity Framework: Code First. – "О`Райли", 2011. – С. 194.
3. Марчук А.Г. На пути к большим RDF данным // Электронные библиотеки: перспективные методы и технологии, электронные коллекции: Труды XV Всероссийской научной конференции RCDL'2013, Ярославль, Россия, 14-17 октября 2013 года. – Ярославль: ЯрГУ, 2013. С. 51-56.
4. Марчук А. Г., Лельчук Т. И. Язык программирования Поляр: описание, использование, реализация / Под ред. В. Е. Котова; АН СССР, Сиб.отделение, ВЦ, Новосибирск ВЦ СО АН СССР 1986, С. 94.
5. Платонов Ю.Г., Бычков Д.А. ORM Решение на базе POLAR – "Фундаментальные исследования" № 7 (часть 2) 2016, С. 257-261.
6. Сахил Малик. Microsoft ADO.NET 2.0 для профессионалов = Pro ADO.NET 2.0. – М.: «Вильямс», 2006. – С. 560.
7. Скотт Амбер. Mapping Objects to Relational Databases: O/R Mapping In Detail: [Электронный документ] – (<http://www.agiledata.org/essays/mappingObjects.html>). Проверено 10.02.2016 г.
8. W3C. Инфраструктура описания ресурсов (RDF) модель и спецификация синтаксиса: [Электронный документ] – (<https://www.w3.org/TR/PR-rdf-syntax/>) Проверено 17.02.2016 г.

ОЦЕНКА ТЕПЛОЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ СИСТЕМ ПРОМЫШЛЕННОЙ ВЕНТИЛЯЦИИ

Попов А.А.

студент Института механики и энергетики,
Мордовский государственный университет имени Н.П. Огарёва,
Россия, г. Саранск

В статье описаны схемы присоединения воздухопроводов. Рассматривается их принцип работы. Отмечены эксплуатационные характеристики и экономическая эффективность применения данных технических решений.

Ключевые слова: воздухопровод, вентиляция, параллельное и последовательное соединение воздухопроводов, расход воздуха, давление, температура.

Энергосбережение – реализация правовых, организационных, научных, производственных, технических и экономических мер, направленных на эффективное использование энергетических ресурсов и на вовлечение возобновляемых источников энергии.

Системы отопления, вентиляции, кондиционирования воздуха потребляют до 40% добываемого в стране твердого и газообразного топлива и до 10% производимой электрической энергии. Поэтому энергосбережению в этой системе надо уделять особое внимание на всех этапах создания сооружений и систем, учитывая, что от качества проектных решений зависит потребление энергии при эксплуатации [2].

Вентиляция – это не только комплекс устройств, но и оптимальных технических решений, обеспечивающих и поддерживающих на рабочих местах воздушную среду требуемого качества. Задачи вентиляции многообразны и расширяются с развитием техники и требований технологических процессов. В настоящее время от нее требуется не просто поддерживать чистоту воздуха в помещении, но и защищать организм человека и природную среду от воздействия вредных производственных факторов.

Оценка теплоэнергетической эффективности систем вентиляции воздуха необходима для сравнения и выбора различных систем и выявления путей их совершенствования и энергоснабжения [1].

Остановимся на возможных способах снижения энергетических затрат систем промышленной вентиляции. Снижение капитальных и энергетических затрат на систему вентиляции можно добиться следующими методами: уменьшение количества вентиляционного воздуха; энергетическое обоснование способов и схем вентиляции; использование аэродинамических свойств вентиляционных сетей; применение вентиляционных узлов с малым аэродинамическим сопротивлением; применение перспективного материала для вентиляционных сетей и устройств; использование и утилизация теплоты горячего технологического оборудования и выбросного воздуха; использование скрытой теплоты воды; использование теплоты грунта.

Каждый из указанных методов представляет определенную практическую ценность. Анализ литературных источников, а также расчеты показывают, что основную долю на вентиляцию составляют энергетические затраты. На 80% энергетические затраты зависят от местных сопротивлений [5].

Для уменьшения энергоемкости вентиляционной сети необходимо и целесообразно в первую очередь грамотно использовать аэродинамические свойства вентиляционных систем, а также уменьшить энергоемкость местных сопротивлений, делая плавными повороты, слияния, переходы от одного размера к другому.

Любая вентиляционная система состоит из последовательно и параллельно соединенных воздуховодов (рис. 1) [4].

При последовательном соединении:

- 1) общее количество воздуха, m^3/c , проходящее по соединению, постоянно и одинаково на всех его участках;
- 2) общая потеря давления соединения равна сумме потерь давления всех его участков.

При параллельном соединении различают простые, закрытые и открытые соединения (рис. 1б-г).

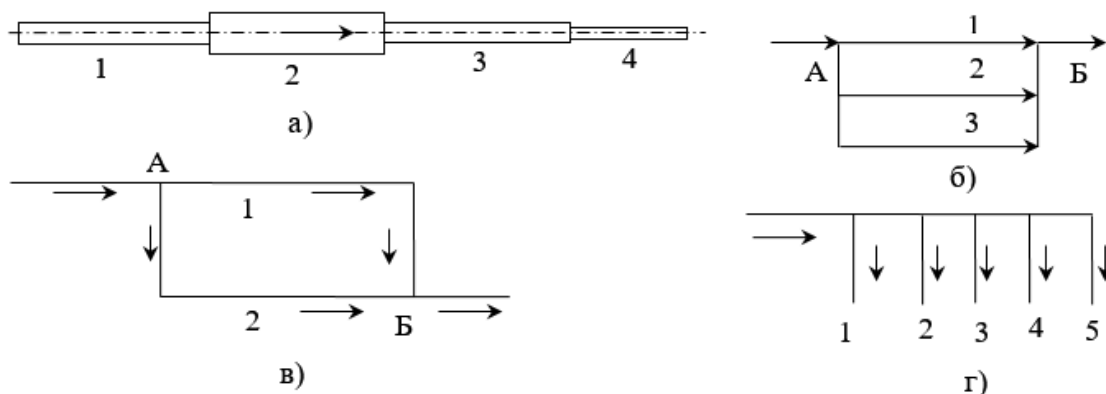


Рис. 1. Виды соединений воздуховодов: а – последовательное; б – параллельное; в – параллельное простое закрытое; г – параллельное сложное открытое

При параллельном соединении:

1) общее количество воздуха, проходящее по параллельному соединению, равно сумме количества воздуха всех параллельно соединенных его участков;

2) потери давления параллельных ветвей равны между собой, а общая потеря давления соединения равна таковой у любой параллельной ветви.

Из свойств параллельного соединения следует, что чем больше в нем параллельных ветвей, тем меньше потеря давления соединения в целом и энергетические затраты на транспортировку по нему воздуха. Оба этих факта дают основание для проектирования и использования вентиляционных систем с низкой или заданной энергоемкостью.

При проектировании вентиляционных систем проще осуществить параллельную работу вентиляторов, когда сопротивления индивидуальных участков сети каждого вентилятора равны, и вентиляторы работают на одинаковом режиме. Но весьма часто индивидуальные участки по технологическим или другим причинам должны быть различными по протяженности и по сопротивлению, тогда соответственно этому и режимы параллельно работающих вентиляторов также должны быть различными [6].

Свойства параллельных соединений позволяют решать ряд практических задач промышленной вентиляции. Например, необходимо уменьшить энергоемкость вентиляционной системы, изображенной на рис. 2а. Потеря давления, P_a , этой системы равна:

$$P_{общ}^a = P_{1-2} + P_{2-3} + P_{3-4} + P_{4-5} + P_{5-6} + P_{6-7} + P_{7-8} + P_{8-9} + P_{9+10}.$$

Если вентилятор подключить к центру магистрального воздуховода, то будем иметь двухкрыловую систему (рис. 2 б), потеря давления которой составит, P_a .

$$P_{общ}^b = P_{1-2} + P_{2-3} + P_{3-4} + P_{4-5} + P_{5-10} < P_{общ}^a.$$

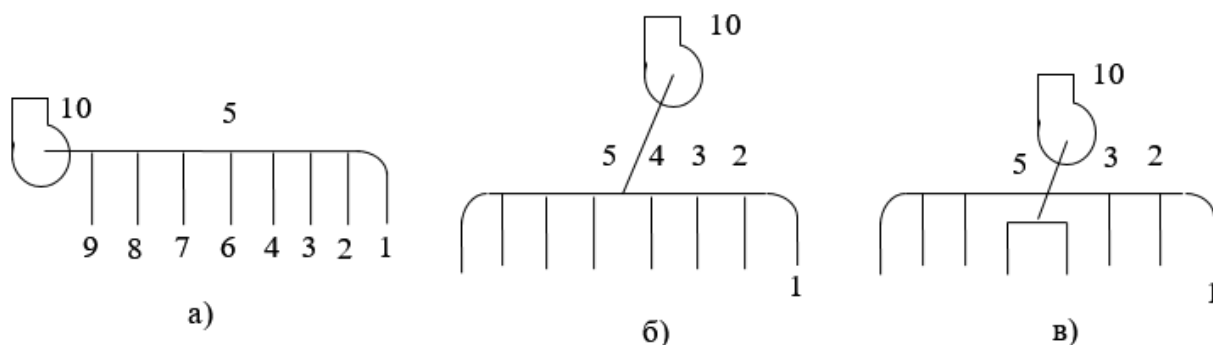


Рис. 2. Виды вентиляционных систем:

а – однокрыловая; б – двухкрыловая; в – разветвленная

Применяя более разветвленную систему (рис. 2в), можно еще более уменьшить ее энергоемкость, *Па*.

$$P_{общ}^в = P_{1-2} + P_{2-3} + P_{3-5} + P_{5-10} < P_{общ}^б < P_{общ}^а.$$

Расчеты показывают, что при одинаковых расходах воздуха и линейных параметрах воздуховодов энергоемкость систем по схемам на рис. 2б-в меньше энергоемкости системы на рис. 2а соответственно на 25% и 35%. Иначе говоря, применение однокрыловых систем, подобных системе на рис. 2а по энергетическим соображениям нецелесообразно. Необходимо стремиться к применению двухкрыловых и других более разветвленных систем. Ссылки на повышенную металлоемкость не является основанием для отказа от разветвленных вентиляционных систем, поскольку капитальные затраты – разовые, а энергетические – непрерывные. За время существования вентиляционной сети стоимость затрачиваемой на нее электроэнергии всегда и многократно превышает величину капитальных затрат.

Учитывая многочисленность вентиляционных систем на предприятиях, следует признать, что их перевод на варианты по рис. 2б-в имеет большую ценность.

В практической деятельности часто случается, что для расчетной потери давления реконструируемой вентиляционной системы $P_{расч}^а$ не имеется требуемого вентилятора. Технические службы располагают вентилятором с $P_в < P_{расч}^а$. В таком случае, принимая схемы на рис. 2 б, в или конструируя иную разветвленную схему, и добиваются, чтобы было $P_{расч}^в < P_в$, $P_{расч}^б < P_в$.

При выборе воздухораспределителей вентиляционной системы, когда отсутствуют специальные требования к равномерности распределения скоростей и температур в рабочей зоне, расчет сводится к подбору их количества и диаметров, с целью определения сопротивления и обеспечения максимальных скоростей и перепадов температур в потоке воздуха.

Разветвленные вентиляционные системы резко расширяют возможности службы, занимающейся на предприятии системами вентиляции, как в повышении оперативности ее работы, так и в снижении энергозатрат на вентиляцию [3].

Список литературы

1. Вахвахов Г. Г. Энергосбережение и надежность вентиляторных установок. – М.: Стройиздат, 1989. – 176 с.
2. Ефимов А. Ю. Проектирование систем воздухообеспечения и водоснабжения промышленных предприятий : учебное пособие по выполнению курсового проекта по дисциплине "Технологические энергосистемы промышленных предприятий" / А.Ю. Ефимов, А.В. Ениватов, И.Н. Артемов. Саранск 2014. – 101 с.
3. Кузнецов Д.В. Анализ надежности работы вентиляторных установок // Кузнецов Д.В. Ефимов А.Ю./ Организационные, философские и технические проблемы современных машиностроительных производств : Сборник материалов III Всероссийской научно-практической конференции. Редколлегия: А. П. Фомин, А. А. Гагаев (отв. ред.), С. П. Кудаев. Саранск 2004. С. 136-137.
4. Кузнецов Д.В., Ефимов А.Ю. Надежность вентиляторов различного исполнения // Современные технологии, средства механизации и технического обслуживания в АПК. Сборник научных трудов Всероссийской научно-технической конференции, посвященной 40-летию Института механики и энергетики. Редакционный совет: П.В. Сенин, Ф.Х. Бурумкулов, П.П. Котин и др.. 2002. С. 375-377.
5. Кузнецов Д. В. К вопросу энергосбережения в системах вентиляции и кондиционирования воздуха / Д.В. Кузнецов, А. Ю. Ефимов, С. В. Алышев // Энергосберегающие технологии и системы в АПК: Межвуз. сб. науч. тр. / МГУ им. Н.П. Огарева. – Саранск: Тип. «Рузаевский печатник», 2005. С. 120-125.
6. Кузнецов Д. В. Обеспечение аэродинамической надежности совместной работы вентиляторных установок / Д. В. Кузнецов, С. В. Алышев // Энергоресурсосберегающие технологии и системы в АПК: Межвуз. сб. научн. тр. / МГУ им. Н.П. Огарёва. – Саранск: Тип. «Красный Октябрь», 2003. С. 38-42.

**МЕТОДЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ
ДОРОЖНОГО ДВИЖЕНИЯ ПРИ ПЕРЕВОЗКАХ НЕГАБАРИТНЫХ
И ТЯЖЕЛЫХ ГРУЗОВ**

Ручко К.А., Проценко М.С., Карнов А.С., Красников С.С.

магистранты кафедры организации перевозок и дорожного движения,
Академия строительства и архитектуры, Донской государственной техниче-
ский университет, Россия, г. Ростов-на-Дону

Нередко, многие крупные промышленные предприятия сталкиваются с ситуацией, когда необходимо транспортировать крупные или тяжелые грузы по дорогам общего пользования. В основном все грузоперевозки негабаритных и тяжелых грузов приходится перевозить на автотранспорте. С одной стороны, этот процесс довольно быстрый, с другой стороны, этот процесс требует много различных норм и правил для обеспечения безопасности дорожного движения на дорогах общего пользования. Поэтому в данной статье рассмотрим различные методы управления перевозочного процесса, для безопасности дорожного движения.

Ключевые слова: крупногабаритный груз, тяжелый груз, безопасность дорожного движения, дорожно-транспортное происшествие, методы управления движением.

Перевозка крупногабаритных и (или) тяжеловесных грузов (КТГ) возникает в случаях, когда при организации перевозки субъекту транспортной

деятельности не удастся обеспечить соблюдения существующих рамок, установленных в правилах дорожного движения (габаритных или весовых ограничений). Организация перевозок КТГ представляет собой один из наиболее трудоемких и сложных процессов в автомобильных перевозках, предъявляющий особые требования к обеспечению безопасности дорожного движения и состоянию подвижного состава.

Нарушение установленных габаритов может привести к различным видам дорожно-транспортных происшествий (ДТП) (столкновениям с другими транспортными средствами или неподвижными препятствиями при движении или маневрировании), а также поломку транспортного средства при движении с грузом.

Согласно статистическим данным, Государственной инспекции безопасности дорожного движения (ГИБДД) за 2015 год на территории Российской Федерации произошло 53 ДТП, за 9 месяцев 2016 произошло порядка 39 ДТП. В первую очередь это связано с тем, что водители игнорируют правила перевозок КТГ. Водители без всяких разрешений и документов на перевозку КТГ, выдвигаются в рейс, не зная рекомендуемого маршрута, не эксплуатационные качества автомобильной дороги. Избыточные осевые нагрузки наносят нерасчетный ущерб дорожным одеждам, влияя также на тягово-сцепные свойства автотранспортного средства и прочность элементов его конструкции.

Перевозка по дорогам в Российской Федерации, крупногабаритных и тяжеловесных грузов может осуществляться только при наличии специальных разрешений.

Заявление для получения разрешений на осуществление межрегиональных и местных перевозок по данному маршруту (проходящие целиком или частично) по федеральным дорогам всех категорий, подаются в органы управления федеральной автомобильной дорогой, а также в органы местных самоуправлений (дороги на балансе управления) с которого начинается маршрут перевозки.

При выборе маршрута перевозки КТГ должна быть оценена грузоподъемность транспортного средства и габариты сооружений на маршруте, чтобы обеспечить безопасность дороги и дорожных сооружений.

Срок согласования маршрута для перевозки грузов составляет от 7 до 14 дней.

После получения разрешения перевозчик согласовывает перевозку с ГИБДД (городской начальник маршрут). При согласовании выдается пропуск установленного образца.

Скорость движения во время перевозки не должна превышать по дорогам – 60 км/ч, а мостовым сооружениям – 15 км/ч.

В целях обеспечения безопасности движения во время перевозки крупногабаритного и тяжеловесного груза запрещается:

- превышать указанную скорость движения;
- отклоняться от установленного маршрута;

- останавливаться вне специально обозначенных стоянок, расположенных за пределами дороги;
- двигаться по обочине дороги;
- осуществлять движение во время гололеда, а также при метеорологической видимости менее 100 м;
- продолжать перевозку при возникновении технической неисправности подвижного состава, угрожающей безопасности движения.

На автопоезд должны быть установлены опознавательные знаки «Автопоезд».

Подвижной состав обязан быть оборудован проблесковыми маячками оранжевого или желтого цвета [1, с. 82].

Нередко организация, заказывающая услуги по перевозке ГТК, скрывает реальные размеры груза, для уменьшения средств на перевозку груза. Поэтому рекомендуется методы для обеспечения безопасности.

Рекомендуемые методы обеспечения безопасности на дорогах.

Главным аспектом обеспечения безопасности на дорогах является соблюдение все норм и правил предписывающие для перевозки ГТК. Для соблюдения норм, правил, оформление и перевозочного процесса рекомендуется устанавливать органы, отвечающие за соблюдение норм габаритов, погрузку, крепления груза и транспортным процессом. Зачастую это могут быть частные организации, которые занимаются сопровождениями сверх максимальных по размерам грузов (свыше установленных норм), оформлениями документов и разрешений через органы ГИБДД и РОСАВТОДОР.

Вторым методом обеспечения безопасности является техническое состояние дорожного транспорта. Нередко частные организации, занимающиеся организациями перевозок ГТК, имеют подвижной состав и тралы свыше 15 лет, тем самым создают угрозу поломок в пути, рекомендуется установить максимальный возраст транспортного средства и тралов, сроком до 7 лет.

Третьим методом обеспечения безопасности является профессиональный опыт водителя. Водитель, осуществляющий перевозки КТГ, обязан пройти специальную подготовку водителей или инструктаж, а также курсы в экстремальных ситуациях. Рекомендуется выполнять переобучение и закрепление навыков 1 раз в 2 года. Водители, занятые на перевозках ГТК, обязаны проходить медицинский осмотр каждый год. В транспортных документах перед каждым рейсом должна быть отметка о состоянии здоровья.

Данные методы позволят сократить аварийность на дорогах в Российской Федерации, и обеспечить безопасность для водителей, тем самым устранить водителей и организации не выполняющие правила и нормы.

Список литературы

1. Курс лекций по предмету «Подготовка специалистов автотранспортных предприятий, ответственных за обеспечение безопасности дорожного движения» в 2 т. – М.: ФАУ «Отраслевой научно-методический центр», 2014.
2. Горев А.Э. Грузовые перевозки. М.: Издательский центр «Академия», 2013 – 304 с.

АНАЛИЗ ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ДАТЧИКА ОПТИЧЕСКОГО ПОТОКА ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ОРИЕНТАЦИИ БЕСПИЛОТНОЙ АВИАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ С НЕПОДВИЖНЫМ КРЫЛОМ

Рябцев М.В.

аспирант кафедры «Приборы управления»,
Тульский государственный университет, Россия, г. Тула

В статье проводится анализ возможности применения датчика оптического потока типа ADNS-3080 для определения ориентации беспилотной авиационной системы с неподвижным крылом. Датчик обладает высокой скоростью работы, а невысокая стоимость позволяет применять его в малогабаритных аппаратах массового потребления.

Ключевые слова: датчик оптического потока, беспилотная авиационная система, ориентация, разрешающая способность, смещение.

В связи с ростом использования беспилотных авиационных систем (БАС) в коммерции и промышленности возникает задача разработки новых систем ориентации и управления, основанных на активном взаимодействии аппарата с окружающей средой [2]. Перспективным направлением в этой области является использование датчиков оптического потока. Датчики данного типа способны предоставлять информацию не только об угловой ориентации, но также о пространственном перемещении, вплоть до распознавания объектов в поле зрения. Это дает возможность создавать системы, позволяющие БАС маневрировать в сложных пространствах, содержащих различные препятствия. Однако алгоритмы обработки оптического потока требуют больших вычислительных затрат и не всегда могут быть реализованы в простых системах ориентации и управления. Поэтому при разработке подобных систем весьма эффективным может оказаться использование датчика оптического потока типа ADNS-3080 [3]. Высокая скорость его работы достигается путем применения специализированного вычислительного модуля, что в совокупности с невысокой ценой делает возможным применение данного датчика в системах ориентации и управления малоразмерных БАС.

Датчик оптического потока ADNS-3080 измеряет продольное перемещение оптического потока и является типовым элементом конструкции компьютерной мыши. Разрешение матрицы датчика составляет 900 пикселей, а выходным сигналом является перемещение кадра по двум осям, выраженное в количестве отсчетов (counts). Датчик оснащен объективом с фокусным расстоянием 4,2 мм и угловым полем зрения $FOV = 23^\circ$. Таким образом, углы поворота датчика φ_X и φ_Y вокруг осей X и Y соответственно могут быть выражены следующими формулами:

$$\varphi_X = \left(\frac{FOV}{N} \right) * n_Y \quad (1)$$

$$\varphi_Y = \left(\frac{FOV}{N} \right) * n_X \quad (2)$$

где φ_X – угол поворота датчика вокруг оси X , φ_Y – угол поворота датчика вокруг оси Y , FOV – угловое поле зрения объектива, N – размер матрицы в пикселях, n_X и n_Y – количество отсчетов датчика по осям X и Y .

Из формул (1) и (2) видно, что датчик способен определять угловое отклонение с разрешающей способностью

$$k_1 = \frac{FOV}{N} = \frac{23^\circ}{30} = 0.766 \text{ град./отсчет.} \quad (3)$$

Также у датчика есть возможность увеличить точность в два раза. В этом случае расширенная разрешающая способность составит

$$k_2 = \frac{1}{2} * \frac{FOV}{N} = \frac{23^\circ}{2 * 30} = 0.383 \text{ град./отсчет.} \quad (4)$$

Как видно из формул (3) и (4) датчик оптического потока способен определять угловое положение БАС с высокой точностью. Однако на практике возникает проблема, связанная с постоянным движением кадра вдоль продольной оси фюзеляжа во время полета.

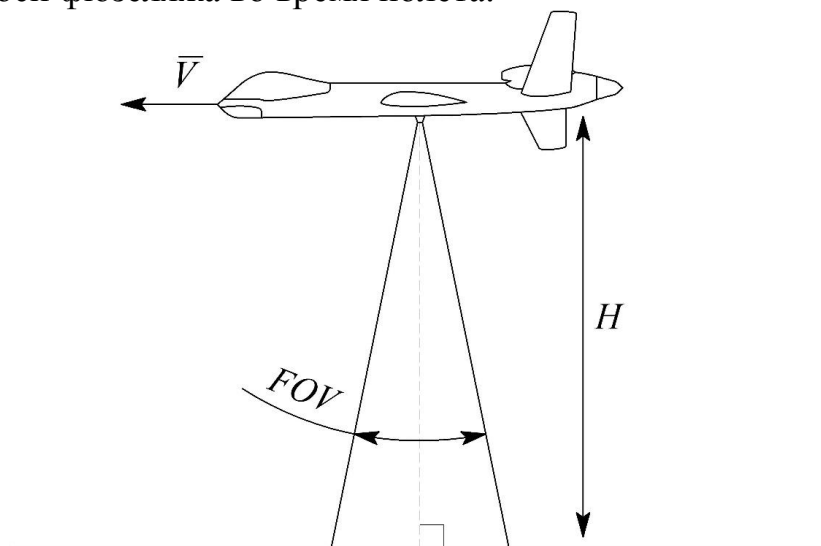


Рис. 1. Ориентация датчика оптического потока.

В результате этого появляется постоянная составляющая выходного сигнала датчика по одной из осей, что приводит к накоплению ошибки при интегрировании. Чтобы оценить эту ошибку найдем зависимость величины смещения кадра от высоты и скорости полета БАС. Определим расстояние, соответствующее одному отсчету при полете на заданной высоте:

$$s = \tan k * H \quad (5)$$

где k – разрешающая способность датчика, H – высота полета БАС.

Найдем количество отсчетов, накопленных за одну секунду при полете с заданной скоростью:

$$c = \frac{\bar{V}}{s} \quad (6)$$

где \bar{V} – скорость полета БАС.

Подставляя выражение (5) в уравнение (6), получим зависимость величины смещения кадра от высоты и скорости полета, а также от установки разрешающей способности датчика:

$$C(\bar{V}, H, N) = \tan^{-1} \frac{\bar{V}}{H} * \frac{1}{k} \quad (7)$$

где \bar{V} – скорость полета БАС, H – высота полета БАС, k – разрешающая способность датчика.

На рисунке 2 изображены графики функции (7) в диапазоне высот от 1 до 500 м при средних значениях крейсерской и максимальной скорости полета [1]. Параметры моделирования приведены в таблице.

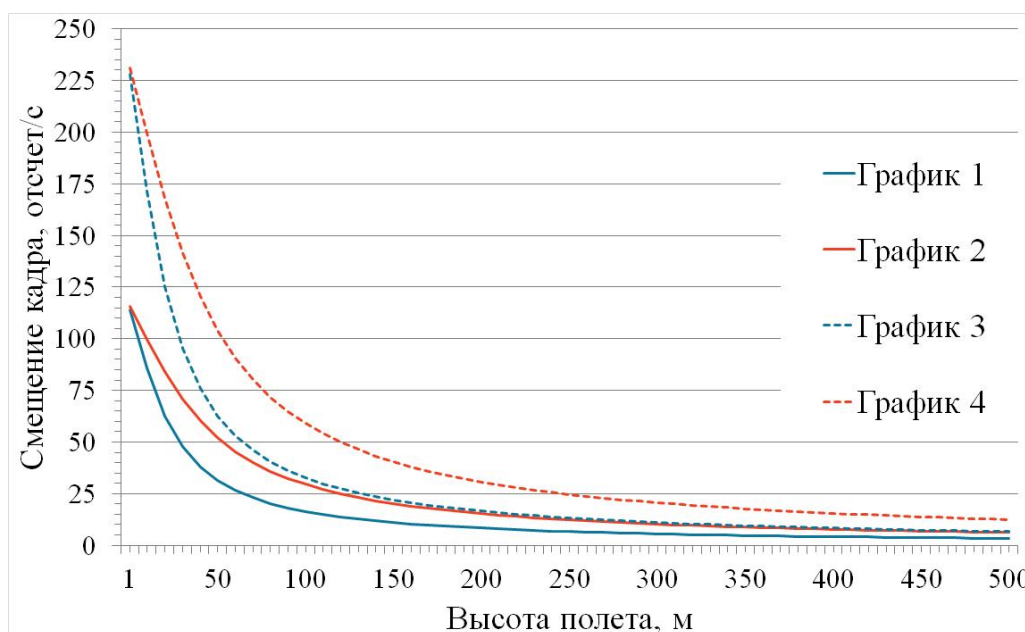


Рис. 2. Зависимость величины смещения кадра от высоты и скорости полета

Таблица

Параметры зависимости величины смещения кадра

Наименование графика	Скорость полета БАС, км/ч	Разрешающая способность датчика, град./отсчет
График 1	80	0,766
График 2	150	0,766
График 3	80	0,383
График 4	150	0,383

Из графиков видно, что при полете с крейсерской скоростью порядка 80 км/ч величина смещения кадра значительная, при этом наблюдается сильная зависимость от высоты полета вплоть до 100 – 150 м. На высотах выше 150 м зависимость уменьшается, а величина смещения асимптотически приближается к нулю. Увеличение скорости полета, также как повышение разрешающей способности датчика оптического потока, увеличивает величину смещения кадра.

Таким образом, датчик оптического потока типа ADNS-3080 может быть использован в системах ориентации и управления БАС и при этом спо-

собен обеспечить высокую точность определения угловой ориентации. Однако существует существенный недостаток, заключающийся в наличии постоянной составляющей сигнала, вызванной смещением кадра в поле зрения датчика в процессе полета. Величина смещения уменьшается с ростом высоты полета, тем не менее на высотах полета малоразмерных БАС полностью исключить постоянную составляющую сигнала не удастся. Поэтому возникает необходимость в использовании дополнительных информационно-измерительных систем для компенсации постоянной составляющей сигнала и уменьшения ошибки интегрирования при вычислении угловой ориентации БАС.

Список литературы

1. Беспилотные летательные аппараты. БАС ДПЛА БЛА Описания и технические характеристики беспилотников. [Электронный ресурс]. URL: <http://bp-la.ru> (дата обращения: 13.03.2017).
2. Рынок беспилотных летательных аппаратов / дронов (БПЛА) в России и в мире [Электронный ресурс] // Аналитика ИКТ и Digital Media – Json.TV. URL: http://json.tv/ict_telecom_analytics_view/mirovoy-rynok-bespilotnyh-letatelnyh-apparatov-dronov-i-perspektivy-v-rossii-20161121111941 (дата обращения: 13.03.2017).
3. Kim, J., Brambley, G.: Dual optic-flow integrated navigation for small-scale flying robots. In: Proceedings of the Australasian Conference on Robotics and Automation. Brisbane, Australia (2007).

КРИТЕРИЙ ОПТИМИЗАЦИИ ШУМА ОБОРУДОВАНИЯ НА СТАДИИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ

Тишина А.В.

доцент кафедры «Вычислительная техника и АСУ», канд. техн. наук, доцент,
Ростовский государственный университет путей сообщения,
Россия, г. Ростов-на-Дону

Рудиков Д.А.

доцент кафедры «Безопасность жизнедеятельности», канд. техн. наук, доцент,
Ростовский государственный университет путей сообщения,
Россия, г. Ростов-на-Дону

В статье показана возможность дополнения многокритериальной задачи конструирования новых промышленных объектов критерием минимума шума этих объектов.

Ключевые слова: акустика, шумообразование, нормирование шума, охрана труда.

К современному оборудованию предъявляются повышенные требования по уровню шума, так как он является одним из интегральных показателей качества изготовления и сборки оборудования, а также характеризует условия труда работающих [1]. Поэтому актуальной является задача разработки мероприятий по снижению шума. Однако экономически целесообразным является прогнозирование шума оборудования на стадии его проектиро-

вания, когда есть возможность варьировать формами, размерами, упруго-диссипативными характеристиками деталей и узлов и их сочетаниями [2]. В этом случае задача снижения шума может быть поставлена как оптимизационная задача.

Постановка оптимизационной задачи предполагает наличие критерия оптимизации – функции ряда переменных, каковыми являются все факторы, оказывающие влияние на виброакустическую активность объекта проектирования.

Уровни шума объекта измеряются в точках определенных по ГОСТ Р ИСО 3744-2013 [3]. В этих точках уровни шума пространства должны соответствовать установленным санитарным нормам допустимых уровней шума в октавных полосах частот. Простое снижение уровней шума в этих точках пространства является необходимым, но недостаточным условием. Следует заметить, что чем выше звуковая частота, тем неблагоприятнее воздействие превышения расчетного уровня шума по сравнению с допустимым на человеческий организм. Поэтому представляется логичным ввести в критерий оптимизации весовую функцию, притом такую, которая бы усиливала степень влияния превышения расчетных (действительных) уровней шума над нормативными по мере увеличения частоты излучаемого шума. Тогда критерий оптимизации может быть представлен следующим образом:

$$k = \min_{U,W} \left(\sum_{i=1}^9 F_i \Theta_i \right), \quad F_i = \begin{cases} L_{iP} - L_{iH}, & \text{если } L_{iP} \geq L_{iH} \\ 0, & \text{если } L_{iP} \leq L_{iH} \end{cases} \quad (1)$$

где, L_{iP} – расчетный и L_{iH} – нормативный уровни шума в i -той октавной полосе спектра из 9-ти, приведенных на рисунке; Θ_i – весовой коэффициент для i -той октавной полосы; U – вектор варьируемых переменных, влияющих на уровень шума и управляемых проектантом; W – вектор неварьируемых (конструктивных и технологических) параметров и физических констант.

На рисунке показан типичный спектр шума скоростного металлорежущего станка [4], наложенный на нормативную кривую. Минимизация критерия (1) будет стремиться нивелировать расчетные уровни шума до нормативных в зоне, где: $F_i = L_{iP} - L_{iH} \geq 0$.

Для назначения весовых коэффициентов Θ_i , усиливающих воздействие алгоритма оптимизации на критерий (1) по мере увеличения частоты излучаемого шума можно принять следующий принцип: принимаем среднегеометрическую полосу спектра $i_{гран}$, ниже которой негативные воздействия на организм человека минимальны, например частота 500 Гц – и примем $\Theta_5 = 1$. Тогда весовой коэффициент для i -той октавной полосы принимает значения:

$$\Theta_i = \begin{cases} \frac{L_{iP}}{L_{iH}}, & \text{если } i \geq i_{гран} \\ 1, & \text{если } i \leq i_{гран} \end{cases}.$$

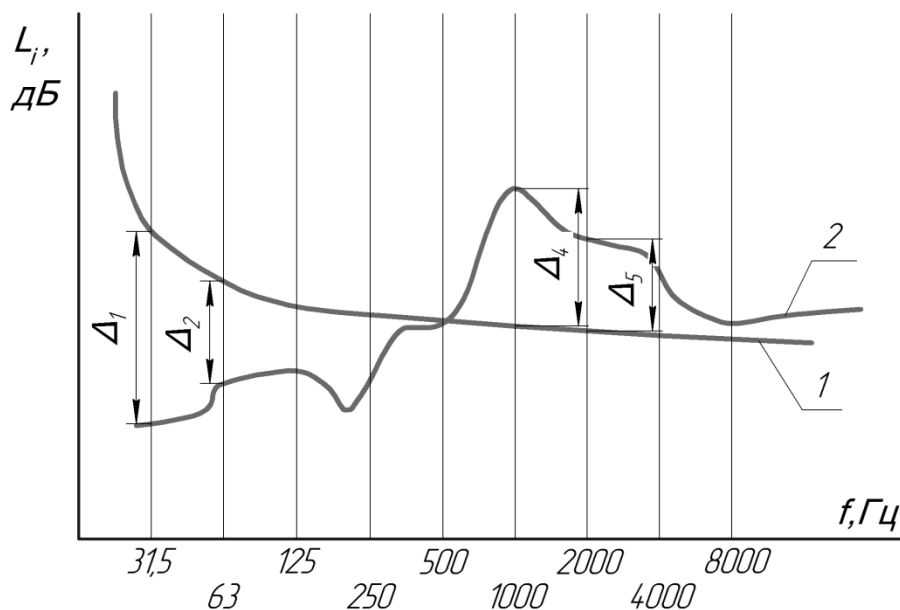


Рис. Сравнение спектров шума: 1 – нормативная кривая; 2 – кривая фактического спектра шума; $\Delta_1 \dots \Delta_2$ – отрицательные разности $L_{iP} - L_{НОРМi}$; $\Delta_4 \dots \Delta_5$ – положительные разности $L_{iP} - L_{НОРМi}$

Таким образом, в системах автоматизированного проектирования многокритериальная задача создания новых конструкций промышленных объектов совместно с известными критериями качества этих объектов может быть дополнена критерием минимума уровня шума этого объекта.

Список литературы

1. Рудиков Д.А. Шумообразование в рабочей зоне операторов станков для заделки тросов / Д.А. Рудиков, С.Н. Холодова // Современные тенденции развития науки и технологий. 2017. № 1-1. С. 112-115.
2. Тишина А.В. Одноконтактный режим ударно-колебательной системы / А.В. Тишина, Д.А. Рудиков // Транспорт азиатско-тихоокеанского региона. 2015. №1(2,3). – С. 109-112.
3. ГОСТ Р ИСО 3744-2013 Акустика. Определение уровней звуковой мощности и звуковой энергии источников шума по звуковому давлению.
4. Чукарин А.Н. О расчете корпусного шума шпиндельных бабок станков токарной группы / Чукарин А.Н., А.А. Феденко // Надежность и эффективность станочных и инструментальных систем: Сб.ст. – Ростов н/Д 1993. – С.74-78.

СПЕЦИФИКА ИНДУКЦИОННОГО НАГРЕВА ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ ПЛАСТИЧЕСКИХ МАСС МЕТОДОМ ЛИТЬЯ

Сорокин А.Г.

Самарский государственный технический университет,
Россия, г. Самара

Проведен анализ методов моделирования электромагнитных и тепловых полей. С помощью метода конечных элементов, смоделирована электротепловая модель системы

индукционного нагрева для производства пластмассы методом литья и исследованы электромагнитные и тепловые поля. Предложена оригинальная система индукционного нагрева для производства пластмассы методом литья. Определены основные энергетические показатели и алгоритмы работы, которые обеспечивают требуемое температурное распределение в нагреваемом полимерном материале.

Ключевые слова: производство пластмассы, литьевая машина, электротепловая модель, методы моделирования, энергетические параметры.

Изделия из пластических масс, полученные методом литья, широко применяются в автомобилестроении, а также при производстве электротехнической продукции. Для повышения энергоэффективности процесса целесообразно для нагрева пластмассы использовать индукционный нагреватель, устанавливаемый непосредственно на литьевой машине.

Решающим фактором технологии производства изделий из пластмассы методом литья является соблюдение температурного режима. Создание индукционной нагревательной установки, удовлетворяющей предъявленным требованиям, влечет необходимость построения математической модели электромагнитных и тепловых процессов. На основании этой электротепловой модели проводится анализ процессов теплообмена в системе «индуктор – металл – полимерный материал». Такие модели дают исчерпывающую характеристику индукционного устройства с точки зрения потребления энергии от внешнего источника питания и выделения ее в нагрузку.

Указанная постановка задачи охватывает самые общие электромагнитные явления и позволяет рассчитывать практически весь класс устройств индукционного нагрева, который может быть математически описан двумерным уравнением Пуассона.

Автоматическое построение сетки конечных элементов произведено с помощью пакета ELCUT 5.2 и FEMLAB, которые учитывают специфику поставленной задачи и предварительно группируют в области отдельные сегменты, форма которых глобально отображает конфигурацию исследуемой системы.

Следующим этапом исследования является разработка математической модели тепловых процессов в сложной физически неоднородной среде. Характер распределения и удельная плотность мощности внутренних источников тепла определены в результате решения электромагнитной задачи. Учитывая, что по длине индуктора не происходит значимых изменений электрических параметров системы, то данную задачу возможно рассматривать в двумерной постановке. Для этого с помощью программы, построенной на основе метода конечных элементов, составляется геометрическая модель системы, которая содержит все объекты, имеющие тепловой контакт. Следующим шагом является задание условий теплообмена, величины плотности внутренних источников тепла и времени нагрева. Профессиональные программы (Femlab, Elcut, Ansys), созданные на базе теоретических разработок, позволяют решать задачи моделирования в различных областях знания и служат мощным инструментом при оптимальном проектировании систем

нагрева с помощью встроенных или внешних алгоритмов оптимизации. Сочетание численных методов расчета и поисковых процедур оптимизации дает возможность решать различные задачи проектирования.

В ходе моделирования получены следующие решения электромагнитной задачи (рисунок).

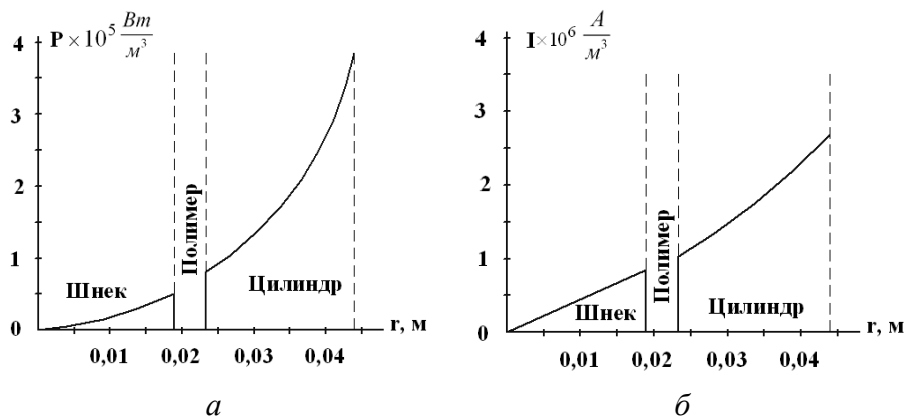


Рис. Распределение удельной объемной мощности и тока по сечению объекта:
 а – распределение удельной объемной мощности по радиусу объекта нагрева;
 б – распределение плотности тока по радиусу объекта нагрева

Из графика видно, что нагрев полимерного материала осуществляется от цилиндра пластикации и шнека. Как следует из представленных графиков, удельная объемная мощность по сечению максимальна на поверхности цилиндра и шнека, уменьшаясь по мере проникновения вглубь.

Для конкретной установки разработан алгоритм работы, который состоит из следующих этапов:

- засыпка балластного материала и разогрев в течение 1800 с;
- удаление балласта и уточненное разогревание шнека до установленной температуры в течение 600 с;
- рабочий цикл – три порции сырья, время нагрева одной порции – 600 с;
- подогрев системы до заданной температуры.

На основе анализа полученных решений возможно определить энергетические показатели, а именно частоту тока, к.п.д. и $\cos \varphi$ [1, с. 251].

Выбор частоты зависит от электрофизических свойств материала, из которого выполнен цилиндр, и размеров цилиндра. Минимальная толщина стенки определяется требованиями к механической прочности конструкции, работающей при высоких давлениях. В связи с этим становится нецелесообразным варьировать толщину стенки трубы с целью получить требуемое распределение мощности.

Проведенный поиск конструкции и алгоритма управления определил, что при нагреве до 600°C наиболее рациональной является конструкция однослойного цилиндрического индуктора, который выполнен медным проводом ПОЖ 6,3×2 [2, с. 166].

Кроме рассматриваемой системы управления на данной рабочей станции размещены и другие системы, обеспечивающие функционирование и диагностику всего технологического процесса, а также документирование параметров технологического процесса.

Таким образом, выбранная установка для управления процессом индукционного нагрева при производстве пластмассы методом литья позволяет производить контроль температуры в изделии, а также учитывать влияние того или иного возмущающего воздействия, что в конечном итоге повышает качество конечного продукта и увеличивает производительность труда.

Список литературы

1. Слухоцкий А.Е., Немков В.С. Установки индукционного нагрева. – Л.: Энергоиздат, 1981. – 328 с.
2. Сорокин А.Г., Зимин Л.С. Частота тока индуктора при производстве пластмассы методом литья // Вестник Самарского государственного технического университета. Сер. Технические науки. – 2011. – Вып. 1(29). – С. 166-169.

РАСЧЕТ СЕБЕСТОИМОСТИ МАТЕРИАЛОВ В БЕТОНАХ РАЗЛИЧНОЙ СТРУКТУРЫ

Халезин С.В.

ассистент кафедры строительства уникальных зданий и сооружений,
Донской государственной технической университет,
Россия, г. Ростов-на-Дону

В статье рассмотрена методика оценки себестоимости бетонной смеси при различных классах по прочности и структурах бетонов, основанная на зависимости удельного расхода цемента от способа получения бетона.

Ключевые слова: себестоимость, бетон каркасной структуры, самоуплотняющийся бетон, удельный расход цемента, уравнение регрессии.

Широкое применение в современном строительстве бетонов, получаемых по разным технологиям и характеризующихся различным типом структур [1-6], предопределяет актуальность оценки экономической эффективности их применения [7], одной из составляющих которой является себестоимость бетонной смеси. Согласно [8], себестоимость бетонной смеси состава будет определяться ее составом и стоимостью компонентов смеси и может быть представлено в виде

$$C_6 = C_{ц} \cdot Ц \cdot (1 + n \cdot p + m \cdot c + d \cdot D), \quad (1)$$

где $C_6, C_{ц}$ – соответственно себестоимость заполнителей и цемента;

$Ц$ – расход цемента в бетонной смеси, кг/м³;

$$n = \frac{П}{Ц}; m = \frac{Щ}{Ц}; d = \frac{Д}{Ц}; p = \frac{C_{п}}{C_{ц}}; c = \frac{C_{щ}}{C_{ц}}; D = \frac{C_{д}}{C_{ц}};$$

$П, Щ, Д$ – соответственно расход мелкого заполнителя, крупного заполнителя, добавки в бетоне;

$C_{п}, C_{щ}, C_{д}$ – соответственно стоимость мелкого заполнителя, крупного заполнителя, химической либо минеральной добавки, руб/т.

Поскольку удельный расход цемента в бетоне связан с пределом прочности бетона зависимостью общего вида [8]:

$$\frac{Ц}{R_6} = \frac{k}{R_6^x}, \quad (2)$$

из которой следует:

$$Ц = \frac{R_6 \cdot k}{R_6^x} = \frac{k}{R_6^{x-1}}, \quad (3)$$

то ф. (1) можно представить в виде:

$$C_6 = C_{ц} \cdot \frac{k}{R_6^{x-1}} \cdot (1 + n \cdot p + m \cdot c + d \cdot D), \quad (4)$$

из которой очевидно, что себестоимость материалов в бетонной смеси зависит от 9 факторов (k , x , n , p , m , c , d , D , $C_{ц}$). Очевидно, что минимальное значение ф.(4) будет обеспечиваться при минимальном значении выражения в скобках, величина которого зависит от вида бетона: обычный, самоуплотняющийся, каркасной структуры. Поскольку значения величин « k » и « x » у этих бетонов различны, минимальные значения выражения в скобках ф.(4) могут иметь место при разных значениях входящих в ф. (4) параметров.

Для выявления основных закономерностей формирования себестоимости материалов в бетонной смеси реализован численный эксперимент на основе ф.(4) с варьированием 5 факторов на 3 уровнях по плану На-5 (Хартли-5 [9]):

- фактор «X1» вид бетона, традиционный (ОС), СУБ (SCC) и бетон каркасной структуры (F) посредством применения соответствующих значений величин “ k ” и “ x ” в ф. (2), соответственно 15,5 и 0,205 для ОС, 17,8 и 0,21 для СУБ и 863 и 1,22 для бетонов каркасной структуры.

- фактор «X2» – класс бетона по прочности на сжатие В30, В55, В80;

- фактор «X3» – стоимость суперпластифицирующей добавки 100, 160 и 220 руб/кг;

- фактор «X4» – стоимость крупного заполнителя (щебня) соответственно 0,1; 0,15 и 0,2 от стоимости 1 т портландцемента;

- фактор «X5» – стоимость мелкого заполнителя (песка) соответственно 0,08; 0,12 и 0,16 от стоимости 1 т портландцемента.

Стоимость портландцемента принята 4000 руб/т.

В соответствии с матрицей планирования эксперимента для каждой точки плана по ф. (2) вычисляли расход цемента и заполнителей:

- для ОС расход крупного заполнителя принимался 1150 кг/м^3 , расход мелкого заполнителя определяли как $П = 2250 - Ц - Щ$;

- для СУБ расход крупного заполнителя принимался 880 кг/м^3 , расход мелкого заполнителя определяли как $П = 2250 - Ц - Щ$;

- для бетонов каркасной структуры расход мелкого заполнителя принимался равным $П = 1,3Ц$, расход крупного заполнителя определяли как $Щ = 2350 - Ц - П$.

Расход добавки принимали 0,4; 0,7 и 1,0 % от Ц для В30; В55 и В80.

В результате реализации численного эксперимента получено уравнение регрессии, описывающее зависимость стоимости материалов в бетоне по отношению к стоимости 1 т портландцемента:

$$C_b = 0,786 + 0,116 \cdot X_2 + 0,04 \cdot X_3 + 0,064 \cdot X_4 + 0,026 \cdot X_5 - 0,043 \cdot X_1^2 - 0,1 \cdot X_1 \cdot X_2 + 0,022 \cdot X_2 \cdot X_3 - 0,01 \cdot X_4 \cdot X_5 \quad (5)$$

На рис. 1 представлены данные о стоимости материалов в бетонной смеси в зависимости от класса и способа получения бетона, а также стоимости добавки.

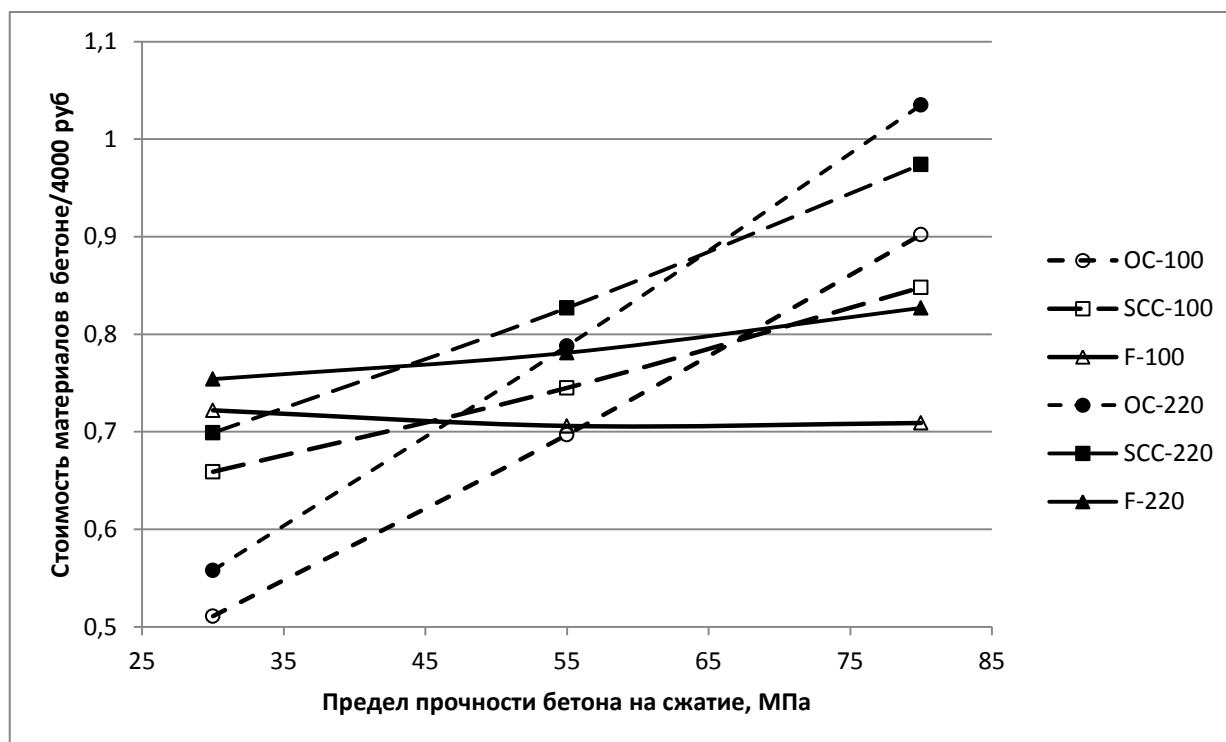


Рис. 1. Зависимость стоимости материалов в бетоне от класса и способа получения бетона, стоимости добавки; OC, SCC, F – соответственно бетон, полученный по традиционной технологии с вибрационным уплотнением, СУБ, бетон каркасной структуры

Из представленных на рис. 1 данных очевидно, что для OC и СУБ отмечается совершенно логичное повышение стоимости материалов в бетонной смеси с ростом класса бетона, обусловленное повышением количества цемента. Для бетонов каркасной структуры такая зависимость отсутствует, стоимость материалов в бетоне незначительно зависит от класса бетона, что связано с особенностью структуры таких бетонов, заключающейся в том, что объем растворной составляющей практически одинаков, меняется состав растворной составляющей.

На рис. 2 представлена зависимость стоимости материалов в бетонах различных структур при следующих значениях входящих в ф. (4) величин: $C_{II} = 4000$ руб/т; $C_D = 180$ руб/кг; $C_{III} = 550$ руб/т; $C_{II} = 350$ руб/т; $d = 0,4\%$ от Ц.

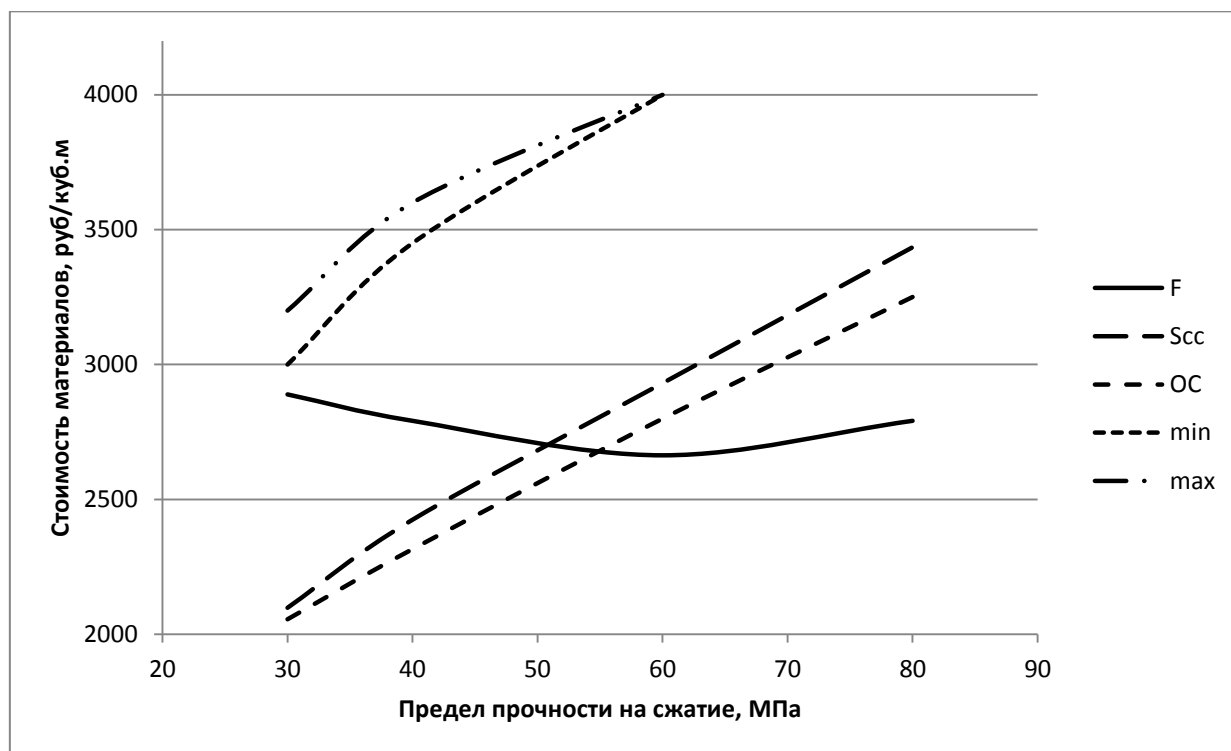


Рис. 2. Зависимость стоимости материалов в бетоне от его состава
 F – бетон каркасной структуры; Scс – СУБ; ОС – традиционный бетон из умеренно подвижных смесей с виброуплотнением, min – минимальное значение стоимости товарной бетонной смеси (ОС) по данным 5 производителей Ростова-на-Дону (февраль 2017), max – максимальное значение стоимости товарной бетонной смеси (ОС) по данным 5 производителей Ростова-на-Дону (февраль 2017)

Из рис. 2 очевидно, что целесообразной областью применения бетонов каркасной структуры следует рассматривать получение бетонов классов В50 и выше, т.е. в основном, высокопрочных. Понятно, что в зависимости от изменения соотношения стоимостей компонентов бетонной смеси конкретные значения стоимости материалов в бетоне могут несколько изменяться. Решающее влияние будут оказывать соотношение стоимости цемента и заполнителей и соотношение стоимостей крупного и мелкого заполнителя.

Список литературы

1. Баженов Ю.М., Демьянова В.С., Калашников В.И. Модифицированные высококачественные бетоны. М.: АСВ, 2006. 368 с.
2. Несветаев Г.В., Давидюк А.Н. Самоуплотняющиеся бетоны: прочность и проектирование состава // Строительные материалы. 2009. № 5. С. 43-45.
3. Соломатов В. И., Тахиров М. К., Тахер Шах Мд. Интенсивная технология бетонов. М.: Стройиздат, 1989. 264 с.
4. Каприелов С. С., Шейнфельд А. В., Кардумян Г. С. Новые модифицированные бетоны. М., 2010. 258 с.
5. Давидюк А. Н., Несветаев Г. В. О критериях эффективности бетонов для высотного строительства// Строительные материалы. 2010. № 4. С. 85-86.
6. Давидюк А. Н., Несветаев Г. В. Эффективные бетоны для современного высотного строительства. М.: НИПКЦ Восход-А, 2010. 148 с.

7. Давидюк А. Н., Несветаев Г. В. Техничко-экономические аспекты оценки эффективности суперпластификаторов// ALITinform: Бетон. Цемент. Сухие смеси. 2010. № 4-5. С. 98-103.

8. Несветаев Г.В., Виноградова Е.В., Лопатина Ю.Ю. К вопросу выбора критериев эффективности бетонов// Научное обозрение. 2016. № 2. С. 34-41.

9. Вознесенский В.А. Статистические методы планирования эксперимента в технико-экономических исследованиях. М.: Финансы и статистика, 1981. 263 с.

ИЗГИБ КРИВОЙ СТАЛЬНОЙ ПЛАСТИНЫ НА ПРЕССЕ

Хоркин В.Н.

кандидат технических наук, доцент,
Калужский государственный университет им. К.Э. Циолковского,
Россия, г. Калуга

Предложен метод расчета параметров гибки полусогнутой металлической пластины на прессе: максимального усилия пресса при формовке, размера и формы контактной зоны пуансона и заготовки. Результаты исследований могут быть применены на машиностроительных и металлургических заводах.

Ключевые слова: металлическая пластина, упругопластический изгиб, формовочный пресс.

Формовка металлических пластин и листов широко применяется в России и за рубежом на металлургических и машиностроительных заводах [1–97].

Рассмотрим изгиб полусогнутой металлической пластины, опирающейся на закругленные матрицы (бойки), под действием давления пуансона пресса (рис. 1-3).

Пусть левая деформированная часть пластины имеет цилиндрическую форму, а правая недеформированная часть пластины является плоской.

Пусть H – глубина прогиба (обжатие) заготовки при формовке; H_{\max} – максимально возможная глубина прогиба заготовки (до касания пуансона матриц); r_{Π} и r_m радиусы пуансона и матрицы; $\beta_1 r_{\Pi}$ – радиус недеформируемой части цилиндрической заготовки ($\beta_1 > 1$); $P_{\text{шф}}$ – усилие пуансона при формовке; R_1 – реакция опоры заготовки и матрицы; α и α_1 – углы контакта заготовки с матрицами; φ_1 и φ – углы левой и правой зон контакта пуансона и заготовки; L – расстояние между матрицами; μ – коэффициент силы трения скольжения; h и b – толщина и ширина заготовки; σ_T – предел текучести; E – модуль Юнга; Π_p и Π_c – модули упрочнения при растяжении и сжатии; $\rho = r_{\Pi} + h/2$ – радиус кривизны нейтральной плоскости заготовки.

Изгибающий момент в контактной зоне пуансона и заготовки равен [3–6]

$$M(\rho) = bh^2\sigma_T \left[\frac{1}{4} - \frac{1}{3}\xi^2 + \eta(1-2\xi)^2(1+\xi) \right], \quad \xi = \frac{\sigma_T \rho}{Eh}, \quad \eta = \frac{(\Pi_p + \Pi_c)h}{24\sigma_T \rho}.$$

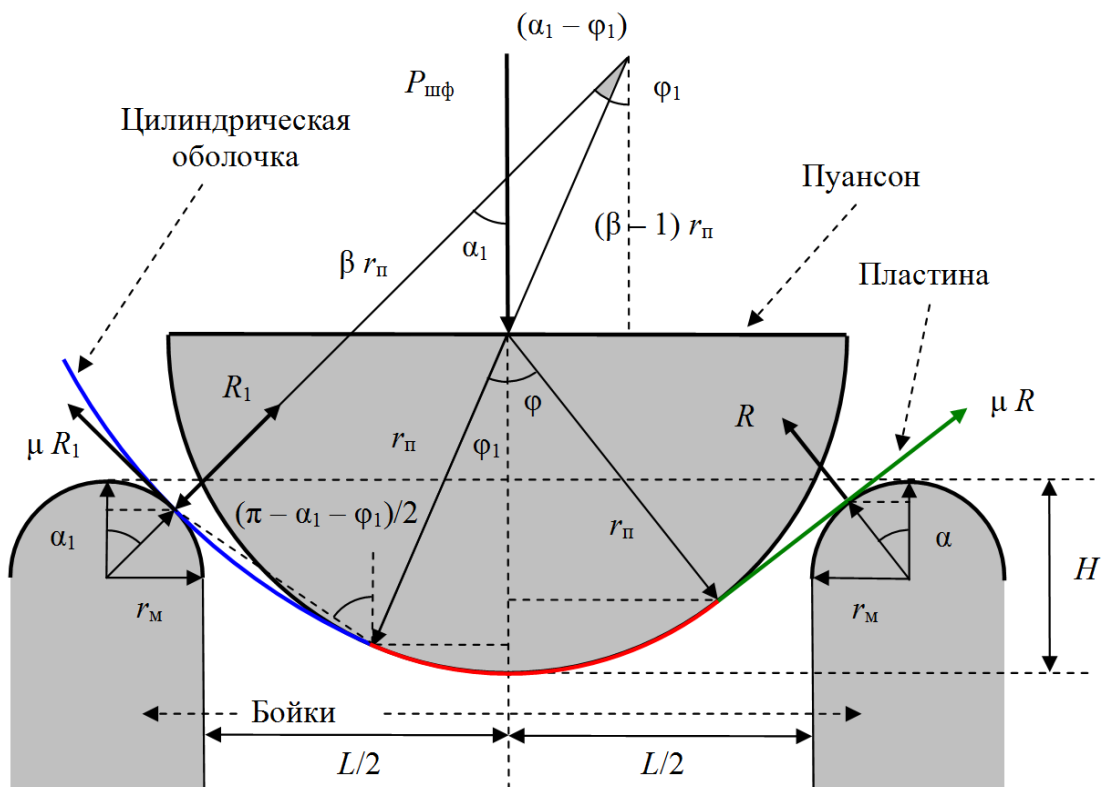


Рис. 1. Схема формовки полусогнутой металлической пластины



Рис. 2. Формовка частично изогнутой заготовки на прессе

Остаточный радиус кривизны пластины и коэффициент пружинения пластины в области контакта с пуансоном определяются из уравнений [3, 5, 6]

$$\beta = \frac{\rho_0}{\rho}, \quad \rho_0 = \beta \rho,$$

$$\beta = \frac{\mu_2}{1 - \left[\frac{3\rho\sigma_T}{hE} - \frac{4\rho^3\sigma_T^3}{h^3E^3} + \frac{\rho(\Pi_p + \Pi_c)}{h^3E} \left(\frac{h}{2\rho} - \frac{\sigma_T}{E} \right) \left(h^2 - h\rho \frac{\sigma_T}{E} - 2\rho^2 \frac{\sigma_T^2}{E^2} \right) \right]},$$

$$\frac{1}{\rho_0} = \frac{1}{\rho} - \frac{3\sigma_T}{hE} + \frac{4\rho^2\sigma_T^3}{h^3E^3} - \frac{(\Pi_p + \Pi_c)}{h^3E} \left(\frac{h}{2\rho} - \frac{\sigma_T}{E} \right) \left(h^2 - h\rho \frac{\sigma_T}{E} - 2\rho^2 \frac{\sigma_T^2}{E^2} \right),$$

где μ_2 – постоянный безразмерный коэффициент, учитывающий скорость деформации оболочки (определяется экспериментальным путем).

Будем считать, что при формовке левая неконтактная поверхность заготовки между пуансоном и матрицами остается цилиндрической, а правая неконтактная поверхность заготовки – плоской.

Тогда

$$\alpha = \varphi = \arcsin \left(\frac{r_{\Pi} + r_M}{\sqrt{(r_{\Pi} + r_M - H)^2 + \left(\frac{L}{2} + r_M \right)^2}} \right) - \arctg \left(\frac{r_{\Pi} + r_M - H}{\frac{L}{2} + r_M} \right),$$

$$\varphi_{10} = \alpha_1 - \varphi_1 = \arccos \left[\frac{(\beta r_{\Pi} + r_M)^2 + r_{\Pi}^2 (\beta - 1)^2 - (r_{\Pi} + r_M - H)^2 - \left(\frac{L}{2} + r_M \right)^2}{2(\beta r_M + r_{\Pi}) r_{\Pi} (\beta - 1)} \right],$$

$$\varphi_{20} = \arcsin \left[\frac{(\beta_1 r_{\Pi} + r_M) \sin \varphi_{10}}{\sqrt{(\beta_1 r_{\Pi} + r_M)^2 - 2(\beta_1 r_{\Pi} + r_M) r_{\Pi} (\beta_1 - 1) \cos \varphi_{10} + r_{\Pi}^2 (\beta_1 - 1)^2}} \right],$$

$$\varphi_1 = -\varphi_{20} + \arcsin \left[\frac{\frac{L}{2} + r_M}{\sqrt{(\beta_1 r_{\Pi} + r_M)^2 - 2(\beta_1 r_{\Pi} + r_M) r_{\Pi} (\beta_1 - 1) \cos \varphi_{10} + r_{\Pi}^2 (\beta_1 - 1)^2}} \right],$$

$$\alpha_1 = \varphi_1 + \varphi_{10}.$$

Угол контактной зоны $\varphi_k = (\varphi_1 + \varphi)$.

Длина контактной зоны пуансона и заготовки $l_k = r_{\Pi}(\varphi_1 + \varphi)$.

Правая и левая реакции матриц равны

$$R = \frac{M \cos \alpha}{\frac{L}{2} + r_M - (r_{\Pi} + r_M) \sin \alpha},$$

$$R_1 = \frac{M}{2\beta_1 r_n \sin\left(\frac{\alpha_1 - \varphi_1}{2}\right) \left[\cos\left(\frac{\alpha_1 - \varphi_1}{2}\right) + \mu \sin\left(\frac{\alpha_1 - \varphi_1}{2}\right) \right]}.$$

Усилие пуансона прессы при изгибе частично изогнутой стальной заготовки равно

$$P_{\text{шф}} = R_1(\cos \alpha_1 + \mu \sin \alpha_1) + R(\cos \alpha + \mu \sin \alpha).$$

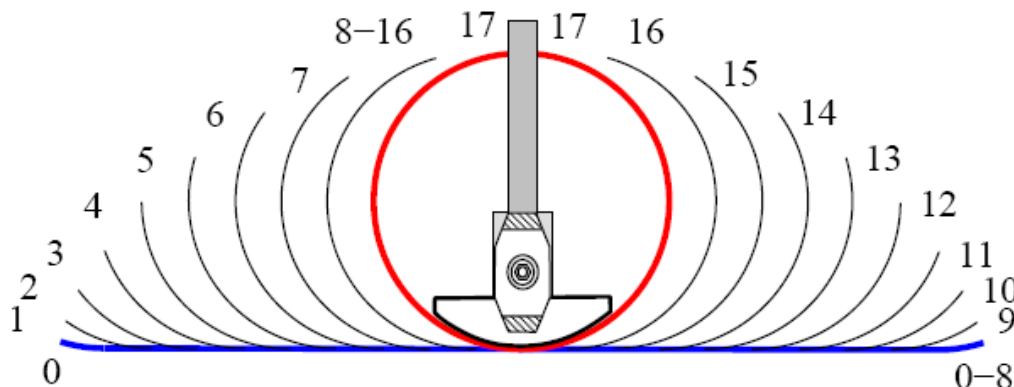


Рис. 3. Последовательный вид заготовки при изгибе на прессе (17 ударов пуансона)

Список литературы

1. Целиков А.И., Полухин П.И., Гребеник В.М. и др. Машины и агрегаты металлургических заводов. Т. 3. Машины и агрегаты для производства и отделки проката. – М.: Металлургия, 1988. – 680 с.
2. Буланов Э.А., Шинкин В.Н. Механика. Вводный курс. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2013. – 172 с.
3. Шинкин В.Н. Сопротивление материалов. Простые и сложные виды деформаций в металлургии. – М: Изд. Дом МИСиС, 2008. – 307 с.
4. Шинкин В.Н. Теоретическая механика для металлургов. – М: Изд. Дом МИСиС, 2012. – 679 с.
5. Шинкин В.Н. Сопротивление материалов для металлургов. – М: Изд. Дом МИСиС, 2013. – 655 с.
6. Шинкин В.Н. Механика сплошных сред для металлургов. – М: Изд. Дом МИСиС, 2014. – 628 с.
7. Шинкин В.Н. Математическая модель правки стальной полосы на пятироlikовой листопрямительной машине фирмы Fagor Arrasate // Молодой ученый. 2015. № 8 (88). С. 344–349.
8. Шинкин В.Н. Правка толстой стальной полосы на одиннадцатироlikовой листопрямительной машине линии поперечной резки фирмы Fagor Arrasate // Молодой ученый. 2015. № 9 (89). С. 359–365.
9. Шинкин В.Н. Расчет технологических параметров правки тонкой стальной полосы на пятнадцатироlikовой листопрямительной машине фирмы Fagor Arrasate // Молодой ученый. 2015. № 10 (90). С. 361–366.
10. Шинкин В.Н. Холодная правка толстого стального листа на девятироlikовой машине фирмы SMS Siemag на металлургическом комплексе стан 5000 // Молодой ученый. 2015. № 11 (91). С. 467–472.
11. Шинкин В.Н. Четырехроlikовый режим холодной правки толстого стального листа на пятироlikовой листопрямительной машине фирмы Fagor Arrasate // Молодой ученый. 2015. № 12 (92). С. 356–361.
12. Шинкин В.Н. Упругопластическая деформация металлического листа на

трехвалковых вальцах // Молодой ученый. 2015. № 13 (93). С. 225–229.

13. Шинкин В.Н. Шестироликовый режим предварительной правки стальной полосы на листопрямительной машине фирмы Fagor Arrasate // Молодой ученый. 2015. № 14 (94). С. 205–211.

14. Шинкин В.Н. Определение критических давлений магистральных газонефтепроводов при частичном несплавлении продольного сварного шва стальных толстостенных труб // Молодой ученый. 2015. № 15 (95). С. 222–227.

15. Шинкин В.Н. Критерий разрушения труб при дефекте раскатной пригар // Молодой ученый. 2015. № 16 (96). С. 261–265.

16. Шинкин В.Н. Дефект перегиба стальной заготовки на трубоформовочном прессе // Молодой ученый. 2015. № 17 (97). С. 318–323.

17. Шинкин В.Н. Подгибка кромок стального листа по эвольвенте // Молодой ученый. 2015. № 18 (98). С. 231–237.

18. Шинкин В.Н. Критерий образования гофра при формовке стального листа на кромкогибочном прессе SMS Meer // Молодой ученый. 2015. № 19 (99). С. 238–243.

19. Шинкин В.Н. Остаточные напряжения при экспандировании стальной трубы // Молодой ученый. 2015. № 20 (100). С. 88–93.

20. Шинкин В.Н. Разрушение стальных труб при дефекте «раскатанный пригар с риской» // Молодой ученый. 2015. № 22 (102). С. 213–225.

21. Шинкин В.Н. Гидроиспытания стальных труб на прочность на заводе. Труба с «донышками» // Молодой ученый. 2015. № 23 (103). С. 268–276.

22. Шинкин В.Н. Холодная правка металлической полосы на семироликовой листопрямительной машине // Молодой ученый. 2016. № 3 (107). С. 228–237.

23. Шинкин В.Н. Гофр продольной кромки листа при его формовке на кромкогибочном прессе // Машиностроение и безопасность жизнедеятельности. 2009. № 6. С. 171–174.

24. Шинкин В.Н., Уандыкова С.К. Гибка стальной листовой заготовки на кромкогибочном прессе при производстве труб большого диаметра // Известия Кыргызского государственного технического университета им. И. Раззакова. 2009. № 16. С. 110–112.

25. Шинкин В.Н., Коликов А.П. Моделирование процесса формовки заготовки для труб большого диаметра // Сталь. 2011. № 1. С. 54–58.

26. Шинкин В.Н., Коликов А.П. Формовка листовой заготовки в кромкогибочном прессе и условие возникновения гофра при производстве труб магистральных трубопроводов // Производство проката. 2011. № 4. С. 14–22.

27. Шинкин В.Н. Математическое моделирование процессов производства труб большого диаметра для магистральных трубопроводов // Вестник Саратовского государственного технического университета. 2011. Т. 4. № 4 (62). С. 69–74.

28. Шинкин В.Н., Коликов А.П. Упругопластическое формоизменение металла на кромкогибочном прессе при формовке труб большого диаметра // Сталь. 2011. № 6. С. 53–56.

29. Шинкин В.Н., Коликов А.П. Модель пластического формоизменения кромок листовой заготовки при производстве труб большого диаметра для магистральных трубопроводов // Известия высших учебных заведений. Черная металлургия. 2011. № 9. С. 45–49.

30. Шинкин В.Н., Коликов А.П. Моделирование процессов экспандирования и гидроиспытания труб большого диаметра для магистральных трубопроводов // Производство проката. 2011. № 10. С. 12–19.

31. Шинкин В.Н., Коликов А.П. Технологические расчеты процессов производства труб большого диаметра по технологии SMS Meer // Металлург. 2011. № 11. С. 77–81.

32. Shinkin V.N., Kolikov A.P. Simulation of the shaping of blanks for large-diameter pipe // Steel in Translation. 2011. Vol. 41. No. 1. P. 61–66.

33. Shinkin V.N., Kolikov A.P. Elastoplastic shaping of metal in an edge-ending press in the manufacture of large-diameter pipe // *Steel in Translation*. 2011. Vol. 41. No. 6. P. 528–531.
34. Шинкин В.Н., Коликов А.П., Мокроусов В.И. Критерий разрушения труб большого диаметра при несплавлении сварного соединения и внутреннем давлении // *Производство проката*. 2012. № 2. С. 14–16.
35. Шинкин В.Н., Коликов А.П., Мокроусов В.И. Расчет максимальных напряжений в стенке трубы при экспандировании с учетом остаточных напряжений заготовки после трубоформовочного пресса SMS Meer // *Производство проката*. 2012. № 7. С. 25–29.
36. Шинкин В.Н. Критерий перегиба в обратную сторону свободной части листовой заготовки на трубоформовочном прессе SMS Meer при производстве труб большого диаметра // *Производство проката*. 2012. № 9. С. 21–26.
37. Шинкин В.Н., Мокроусов В.И. Критерий разрыва труб газонефтепроводов при дефекте «раскатной пригар с риской» // *Производство проката*. 2012. № 12. С. 19–24.
38. Shinkin V.N., Kolikov A.P. Engineering calculations for processes involved in the production of large-diameter pipes by the SMS Meer technology // *Metallurgist*. 2012. Vol. 55. Nos. 11–12. P. 833–840.
39. Шинкин В.Н. Производство труб большого диаметра по схеме JCOE фирмы SMS Meer для магистральных трубопроводов // *Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук*. 2015. № 3–1. С. 64–67.
40. Шинкин В.Н. Расчет технологических параметров кромкогибочного пресса фирмы SMS Meer // *Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук*. 2015. № 4–1. С. 114–119.
41. Шинкин В.Н. Математический критерий возникновения гофра при формовке стальной листовой заготовки на кромкогибочном прессе SMS Meer // *Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук*. 2015. № 5–1. С. 96–99.
42. Шинкин В.Н. Расчет усилий трубоформовочного пресса SMS Meer при изгибе плоской толстой стальной заготовки при производстве труб большого диаметра // *Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук*. 2015. № 6–1. С. 115–118.
43. Шинкин В.Н. Оценка усилий трубоформовочного пресса SMS Meer при изгибе стальной цилиндрической заготовки // *Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук*. 2015. № 7–1. С. 74–78.
44. Шинкин В.Н., Барыков А.М. Сила давления пуансона трубоформовочного пресса SMS Meer при изгибе частично изогнутой толстой стальной заготовки // *Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук*. 2015. № 8–1. С. 78–83.
45. Шинкин В.Н., Барыков А.М. Математический критерий перегиба стальной заготовки на трубоформовочном прессе SMS Meer // *Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук*. 2015. № 9–1. С. 73–77.
46. Шинкин В.Н. Влияние остаточных напряжений на прочность металла при экспандировании стальной заготовки // *Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук*. 2015. № 10–1. С. 153–157.
47. Шинкин В.Н. Гибка стального листа на вальцах трехвалковых // *Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук*. 2015. № 11–1. С. 252–257.
48. Шинкин В.Н., Барыков А.М. Правка толстой стальной полосы на пятироликовой листопрямительной машине // *Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук*. 2015. № 11–1. С. 257–262.
49. Шинкин В.Н. Расчет кривизны стального листа при холодной правке на одиннадцатирولیковой машине // *Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук*. 2015. № 12–2. С. 246–251.
50. Шинкин В.Н. Прочностные гидроиспытания стальных труб с заглушками на заводе // *Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук*. 2015. № 12–2. С. 251–258.

51. Шинкин В.Н. Расчет технологических параметров семироликовой листопрямительной машины // Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук. 2016. № 2–2. С. 134–141.
52. Шинкин В.Н. Коэффициент пружинения круглого бруса при изгибе // Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук. 2016. № 3–1. С. 139–145.
53. Шинкин В.Н. Остаточные напряжения в поперечном сечении круглого бруса при изгибе // Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук. 2016. № 3–1. С. 145–151.
54. Шинкин В.Н. Остаточные напряжения в поперечном сечении круглого бруса при кручении // Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук. 2016. № 4–1. С. 159–165.
55. Шинкин В.Н. Коэффициент пружинения круглого бруса при кручении // Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук. 2016. № 4–1. С. 165–171.
56. Шинкин В.Н. Правка листа на восьмироликовой машине. Часть 1. Кривизна листа // Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук. 2016. № 5–1. С. 134–141.
57. Шинкин В.Н. Правка листа на восьмироликовой машине. Часть 2. Расчет силовых параметров // Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук. 2016. № 5–1. С. 141–149.
58. Шинкин В.Н. Четырехроликовая машина предварительной правки толстого стального листа. Часть 1. Кривизна листа // Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук. 2016. № 6–1. С. 167–174.
59. Шинкин В.Н. Четырехроликовая машина предварительной правки толстого стального листа. Часть 2. Расчет силовых параметров // Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук. 2016. № 6–1. С. 174–181.
60. Шинкин В.Н. Кривизна листа при упругопластической правке стального листа на девятироликовой машине // Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук. 2016. № 7–1. С. 95–102.
61. Шинкин В.Н. Расчет силовых параметров девятироликовой листопрямительной машины при правке толстого стального листа // Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук. 2016. № 7–1. С. 102–110.
62. Шинкин В.Н. Расчет кривизны стального листа при правке на двенадцатироликовой листопрямительной машине // Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук. 2016. № 8–1. С. 97–106.
63. Шинкин В.Н. Расчет силовых параметров двенадцатироликовой листопрямительной машины при правке стального листа // Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук. 2016. № 8–1. С. 106–114.
64. Шинкин В.Н. Шестироликовая листопрямительная машина. Часть 1. Кривизна листа // Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук. 2016. № 9–1. С. 61–68.
65. Шинкин В.Н. Шестироликовая листопрямительная машина. Часть 2. Силы и моменты // Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук. 2016. № 9–1. С. 68–75.
66. Шинкин В.Н., Федотов О.В. Расчет технологических параметров правки стальной горячекатаной рулонной полосы на пятироликовой машине линии поперечной резки фирмы Fagor Agrasate // Производство проката. 2013. № 9. С. 43–48.
67. Шинкин В.Н., Барыков А.М. Расчет технологических параметров холодной правки стального листа на девятироликовой машине SMS Siemag металлургического комплекса стан 5000 // Производство проката. 2014. № 5. С. 7–15.
68. Шинкин В.Н., Барыков А.М. Математическая модель расчета формы трубной заготовки после кромкогибочного пресса SMS Meer // Евразийский союз ученых. 2014. № 5. Часть 3. С. 112–115.

69. Шинкин В.Н. Расчет технологических параметров правки стального листа на одиннадцатиролковой листопрямительной машине линии поперечной резки фирмы Fagor Arrasate // Производство проката. 2014. № 8. С. 26–34.
70. Шинкин В.Н., Барыков А.М. Расчет формы трубной заготовки при гибке на кромкогибочном и трубоформовочном прессах фирмы SMS Meer при производстве труб большого диаметра по схеме JCOE // Производство проката. 2014. № 12. С. 13–20.
71. Шинкин В.Н. Математическая модель правки тонкого стального листа на пятнадцатиролковой листопрямительной машине линии поперечной резки фирмы Fagor Arrasate // Производство проката. 2015. № 1. С. 42–48.
72. Шинкин В.Н., Барыков А.М. Гибка стального листа на трубоформовочном прессе при производстве труб большого диаметра // Сталь. 2015. № 4. С. 38–42.
73. Шинкин В.Н. Оценка критических давлений при разрушении стальных труб магистральных газонефтепроводов при несплавлении сварного соединения // Современная наука: актуальные проблемы теории и практики. Серия: Естественные и технические науки. 2015. № 5–6. С. 7–11.
74. Шинкин В.Н. Математический критерий разрушения стальных толстостенных труб при дефекте раскатной пригар // Мир науки и инноваций. 2015. Т. 5. № 2 (2). С. 57–64.
75. Шинкин В.Н. К вопросу о пружинении круглого бруса при кручении // Мир науки и инноваций. 2016. Т. 5. № 1 (3). С. 74–84.
76. Шинкин В.Н. К вопросу об остаточных напряжениях круглого бруса при кручении // Мир науки и инноваций. 2016. Т. 5. № 1 (3). С. 84–93.
77. Шинкин В.Н. Оценка остаточных напряжений круглого бруса при изгибе // Мир науки и инноваций. 2016. Т. 5. № 1 (3). С. 101–110.
78. Шинкин В.Н. Прочность стальных труб при внутреннем давлении // Научные труды SWorld. 2015. Т. 5. № 4 (41). С. 50–58.
79. Шинкин В.Н. К вопросу о пружинении круглого бруса при изгибе // Научные труды SWorld. 2016. Т. 4. № 1 (42). С. 91–100.
80. Шинкин В.Н. Правка стального листа на двенадцатиролковой листопрямительной машине. Часть 1. Кривизна листа // Международный научно-исследовательский журнал. 2016. № 8 (50). Часть 3. С. 107–112.
81. Шинкин В.Н. Правка стального листа на двенадцатиролковой листопрямительной машине. Часть 2. Силы и моменты // Международный научно-исследовательский журнал. 2016. № 8 (50). Часть 3. С. 112–119.
82. Шинкин В.Н. Геометрия листа при правке на семиролковой машине // Современные тенденции развития науки и технологий. 2016. № 1–1. С. 131–139.
83. Шинкин В.Н. Остаточные напряжения при пластическом изгибе круглого бруса // Современные тенденции развития науки и технологий. 2016. № 2–3. С. 133–141.
84. Шинкин В.Н. Пружинение круглого бруса при пластическом изгибе // Современные тенденции развития науки и технологий. 2016. № 2–3. С. 141–149.
85. Шинкин В.Н. Остаточные напряжения при пластическом кручении круглого бруса // Современные тенденции развития науки и технологий. 2016. № 3–3. С. 127–134.
86. Шинкин В.Н. Пружинение круглого бруса при пластическом кручении // Современные тенденции развития науки и технологий. 2016. № 3–3. С. 135–143.
87. Шинкин В.Н. Вычисление силовых параметров восьмиролковой машины при правке стального листа // Современные тенденции развития науки и технологий. 2016. № 4–4. С. 118–127.
88. Шинкин В.Н. Кривизна листа при правке на восьмиролковой машине // Современные тенденции развития науки и технологий. 2016. № 4–4. С. 127–136.
89. Шинкин В.Н. Кривизна листа при предварительной правке на четырехролковой машине // Современные тенденции развития науки и технологий. 2016. № 5–3. С. 137–146.

90. Шинкин В.Н. Расчет силовых параметров четырехроликовой машины при предварительной правке стального листа // Современные тенденции развития науки и технологий. 2016. № 5–3. С. 146–154.

91. Шинкин В.Н. К вопросу о кривизне стального листа при правке на девятироликовой машине // Современные тенденции развития науки и технологий. 2016. № 6–1. С. 128–138.

92. Шинкин В.Н. К вопросу о силовых параметрах девятироликовой листопрямительной машины при правке стального листа // Современные тенденции развития науки и технологий. 2016. № 6–1. С. 138–146.

93. Шинкин В.Н. К вопросу о кривизне стального листа в двенадцатироликовой машине // Современные тенденции развития науки и технологий. 2016. № 7–2. С. 105–114.

94. Шинкин В.Н. К вопросу о силовых параметрах двенадцатироликовой листопрямительной машины при правке // Современные тенденции развития науки и технологий. 2016. № 7–2. С. 115–125.

95. Шинкин В.Н. Подгиб стального листа на кромкогибочном прессе по эвольвенте. Часть 1. Остаточные деформации // Современные тенденции развития науки и технологий. 2016. № 7–2. С. 125–134.

96. Шинкин В.Н. Подгиб стального листа на кромкогибочном прессе по эвольвенте. Часть 2. Критерий возникновения гофра // Современные тенденции развития науки и технологий. 2016. № 7–2. С. 134–142.

97. Shinkin V.N. The mathematical criterion of the origin of the inflection defect under the steel sheet blank's bend on the step-by-step O-forming press by SMS Meer under the manufacturing technique of the thick single-weld tubes for the main pipelines // Nauka i studia. 2015. Т. 4. С. 60–76.

СТЕГАНОГРАФИЯ В ОБРАЗОВАНИИ

Чулюков В.А.

доцент кафедры информатики, канд. физ.-мат. наук, доцент,
Воронежский государственный педагогический университет,
Россия, г. Воронеж

В статье рассматриваются возможности использования стеганографии в образовании.

Ключевые слова: стеганография, информационно-коммуникационные технологии.

С развитием информационно-коммуникационных технологий и в связи с широким распространением Internet и Intranet значительно выросла роль защиты конфиденциальной информации. Для сохранения конфиденциальных данных в тайне от злоумышленника используют кодирование этой информации. Методов кодирования данных много, к ним относятся и криптографические методы. Развитие информационно-коммуникационных технологий позволило создать новые технологии криптографии, а именно – стеганографию. В отличие от криптографии, стеганография делает недоступной информацию о самом факте передачи данных, которые, в свою очередь, могут быть еще и зашифрованы.

Стеганология (от греч. στεγανός – «герметизация», λόγος – слова) – наука, занимающаяся методами «передачи или хранения информации с уче-

том сохранения в тайне самого факта такой передачи (хранения)» [1]. Стеганография делится на две части: стеганографию (от греч. *στεγανός* – «герметизация», *γράφω* – сообщение) и стеганоанализ (от греч. *στεγανός* – «герметичности», *ἀνάλυσις* – анализ). «Стеганографическая система (стегосистема) – объединение методов и средств, используемых для создания скрытого канала передачи информации. Основной целью стеганоанализа является моделирование стеганографических систем и их исследование для получения качественных и количественных оценок надежности использования стеганообразования, а также построение методов выявления скрываемой в контейнере информации, ее модификации или разрушения. Контейнер – любая информация, используемая для сокрытия тайного сообщения. Пустой контейнер – контейнер, не содержащий секретного послания. Заполненный контейнер (стегоконтейнер) – контейнер, содержащий секретное послание. Сообщение – это общее название передаваемой скрытой информации. Стеганографический канал (стегоканал) – канал передачи стегоконтейнера» [1, 3].

Основы стеганографии могут входить в состав учебных планов не только профильных специальностей («Информационная безопасность телекоммуникационных систем», специальность – 10.05.02, «Информационная безопасность», специальность – 10.03.01), но для таких направлений как 09.03.03 «Прикладная информатика», 01.03.04 «Прикладная математика» и даже в качестве курсов по выбору направления 44.03.01 «Педагогическое образование» (профиль «Информатика»).

В изучаемых курсах могут использоваться например следующие лабораторные работы:

1. «Скрытая передача информации в графике» – дает студентам первое представление о стеганографии. Студенты извлекают информацию из рисунков, на которых информация в двоичном виде скрыта в различных местах изображения (рамка рисунка, цвет лампочек на новогодней елке, псевдослучайно расположенные точки);

2. «Стеганографические программы Courier и S-Tools» – дает первое представление о профессиональной стеганографической программе S-Tools и стеганоанализе. Программа S-Tools перед сокрытием информации выполняет ее шифрование. При извлечении информации, скрытой с помощью программы Courier, студенты анализируют дампы памяти рисунка и, выделяя последние биты, получают скрытое сообщение. В качестве вспомогательного инструмента используется редактор памяти. Моделирование криптосистемы RSA дает студентам возможность детально исследовать шифр с открытым ключом, понять идею цифровой подписи;

3. «Скрытая передача информации в пакетах, сформированных по протоколу TCP/IP» основывается на преднамеренном изменении длины передаваемых пакетов [4];

4. «Скрытая передача информации методом временного распыления» заключается в кратковременной замене рисунка, размещенном на Web-странице, другим рисунком, содержащим вложение [2]. Рисунок, содержащий скрытно передаваемую информацию, лишь на короткое время появляется

ся на сайте. Все остальное время демонстрируется рисунок, не содержащий сообщения.

Целью этих лабораторных работ является стремление показать студентам принципиальную возможность скрытой передачи информации практически в любом электронном контейнере, также продемонстрировать возможность увеличения криптостойкости за счет использования нескольких уровней защиты.

В качестве текущей или промежуточной аттестации может использоваться адаптивное тестирование [5].

Итак, использование стеганографии в образовательном процессе формирует формальные и логические навыки каждого студента.

Список литературы

1. Аграновский А.В. Стеганография, цифровые водяные знаки и стеганоанализ. М.: Вузовская книга, 2009. 220 с.
2. Алексеев А.П., Макаров М.И. Адаптивный шифр с пространственно-временным распылением информации // ИКТ. 2011. Т. 9. № 1. С. 62-66.
3. Грибунин В.Г., Оков И.Н., Туринцев И.В. Цифровая стеганография. М.: Солон-Пресс, 2009. 265 с.
4. Орлов В.В., Алексеев А.П. Способ стеганографической передачи информации в сети TCP/IP. Патент RU 2463670.
5. Дураков С.Г., Чулюков В.А. Вероятностная модель уточнения ответов тестируемого после сеанса обучения // Научный альманах. 2015. № 11-3 (13). С. 117-119.

ПЕРВОЕ ПРИБЛИЖЕНИЕ РАСЧЕТА 2N-РОЛИКОВОЙ ЛИСТОПРАВИЛЬНОЙ МАШИНЫ

Шинкин В.Н.

профессор кафедры физики, доктор физико-математических наук,
Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС»,
Россия, г. Москва

Предложен приближенный метод расчета технологических параметров холодной правки стального листа на 2N-роликовой листопрямительной машине.

Ключевые слова: стальной лист, кривизна листа, листопрямительные машины.

Математическая модель. Пусть t – шаг между нижними правильными роликами; H_i – величина обжатия нейтральной поверхности стального листа на i -ом правильном ролике, h и b – толщина и ширина стального листа, R – радиус рабочих роликов, $R_0 = R + h/2$; σ_t , E , Π_p и Π_c – предел текучести стали, модуль Юнга и модули упрочнения стали при растяжении и сжатии; ρ_i и $\epsilon_i = 1/\rho_i$ – радиусы кривизны и кривизна продольной нейтральной линии листа в точках касания листа с рабочими роликами, φ_i – углы точек касания листа и роликов ($i = 1, \dots, 2N$) (рис. 1).

Не ограничивая общности, далее мы будем считать, что нижние (не-

четные) правильные ролики лежат на одном горизонтальном уровне

$$H_{2i+1} = 0, \quad i = 0, \dots, N-1.$$

В первом приближении будем считать, что углы касания рабочих роликов со стальным листом равны нулю:

$$\varphi_i = 0, \quad i = 1, \dots, 2N.$$

В первом приближении (*первое приближение метода Шинкина*) радиусы кривизны продольной нейтральной линии стального листа в точках его касания с четными рабочими роликами листопрямительной машины равны

$$\rho_{2i} = \frac{t^2}{24H_{2i}}, \quad i = 1, \dots, N-1.$$

Приближенные радиусы кривизны продольной нейтральной линии стального листа в точках его касания с нечетными рабочими роликами листопрямительной машины равны

$$\rho_{2i+1} = -\frac{t^2}{12(H_{2i} + H_{2i+2})}, \quad i = 1, \dots, N-1.$$

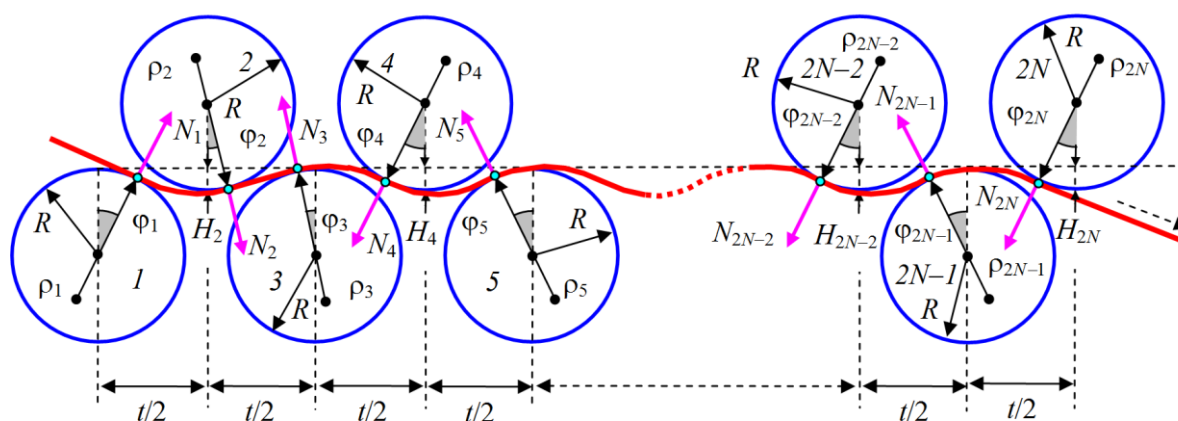


Рис. 1. Правка стального листа рабочими роликами

При упругом изгибе листа ($\rho \geq \rho_T = hE/(2\sigma_T)$) коэффициент пружинения $\beta(\rho) = \infty$, где ρ – радиус кривизны стального листа. При пластическом изгибе ($\rho < \rho_T = hE/(2\sigma_T)$) коэффициент пружинения стального листа равен [1–9]

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

Приближенное значение радиуса кривизны на последнем рабочем ролике равно

$$\rho_{2N} = \beta(\rho_{2N-1})\rho_{2N-1}.$$

Замечание. Можно также положить приближенные нечетные радиусы кривизны равными

$$\rho_{2i+1} = -\frac{t^2}{48} \left(\frac{1}{H_{2i}} + \frac{1}{H_{2i+2}} \right), \quad i = 1, \dots, N-1.$$

Однако точность вычисления нечетных радиусов кривизны в этом случае аппроксимации падает.

При пластическом изгибе ($\rho < \rho_T = hE/(2\sigma_T)$) изгибающий момент стального листа равен [3, 5, 9]

$$M(\rho) = \frac{bh^2\sigma_T}{12} \left(3 - 4 \left(\frac{\sigma_T\rho}{Eh} \right)^2 \right) + \frac{bh^3(\Pi_p + \Pi_c)}{24\rho} \left(1 - 2 \frac{\sigma_T\rho}{Eh} \right)^2 \left(1 + \frac{\sigma_T\rho}{Eh} \right).$$

При упругом изгибе ($\rho \geq \rho_T = hE/(2\sigma_T)$)

$$M(\rho) = \frac{bh^3E}{12\rho}.$$

В точках касания стального листа с рабочими роликами правильной машины изгибающие моменты листа равны

$$M_1 = 0; \quad M_{2i} = M(\rho_{2i}), \quad i = 1, \dots, N-1;$$

$$M_{2i+1} = -M(|\rho_{2i+1}|), \quad i = 1, \dots, N-1; \quad M_{2N} = 0.$$

Реакции опор рабочих роликов в точках их касания с листом равны

$$N_1 = \frac{2}{t} M_2, \quad N_2 = \frac{2}{t} (-M_3 + 2M_2),$$

$$N_{2i-1} = \frac{2}{t} (M_{2i} - 2M_{2i-1} + M_{2i-2}), \quad i = 2, \dots, N-1;$$

$$N_{2i-2} = \frac{2}{t} (-M_{2i-1} + 2M_{2i-2} - M_{2i-3}), \quad i = 3, \dots, N;$$

$$N_{2N-1} = \frac{2}{t} (-2M_{2N-1} + M_{2N-2}), \quad N_{2N} = \frac{2}{t} M_{2N-1}.$$

Вертикальная сила давления верхней кассеты роликов на лист равна

$$F_{\text{верх}} = \sum_{i=1}^N N_{2i} = \frac{4}{t} \sum_{j=2}^{2N-1} (-1)^j M_j.$$

Вертикальная сила давления нижней кассеты роликов на лист равна

$$F_{\text{нижн}} = \sum_{i=0}^{N-1} N_{2i+1} = \frac{4}{t} \sum_{j=2}^{2N-1} (-1)^j M_j = F_{\text{верх}}.$$

Суммарное давление на верхние и нижние ролики равно

$$F_{\text{нижн}} = F_{\text{верх}} + F_{\text{нижн}} = \sum_{i=1}^{2N} N_i = \frac{8}{t} \sum_{j=2}^{2N-1} (-1)^j M_j.$$

Четырнадцатирولیковая листопрáвильная машина. Результаты расчетов данной работы при $N=7$ ($2N=14$), $t=81,67$ мм, $b=1,8$ м, $R=37,5$ мм, $h=4$ мм, $E=2 \cdot 10^{11}$ Па, $\sigma_T=500 \cdot 10^6$ Па, $\Pi_p=\Pi_c=8,8 \cdot 10^9$ Па, $H_2=4$ м, $H_4=3,33$ мм, $H_6=2,67$ мм, $H_8=2$ мм, $H_{10}=1,33$ мм, $H_{12}=0,67$ мм, $H_{14}=0$ мм и $\rho_1=-1$ м показаны на рис. 2.

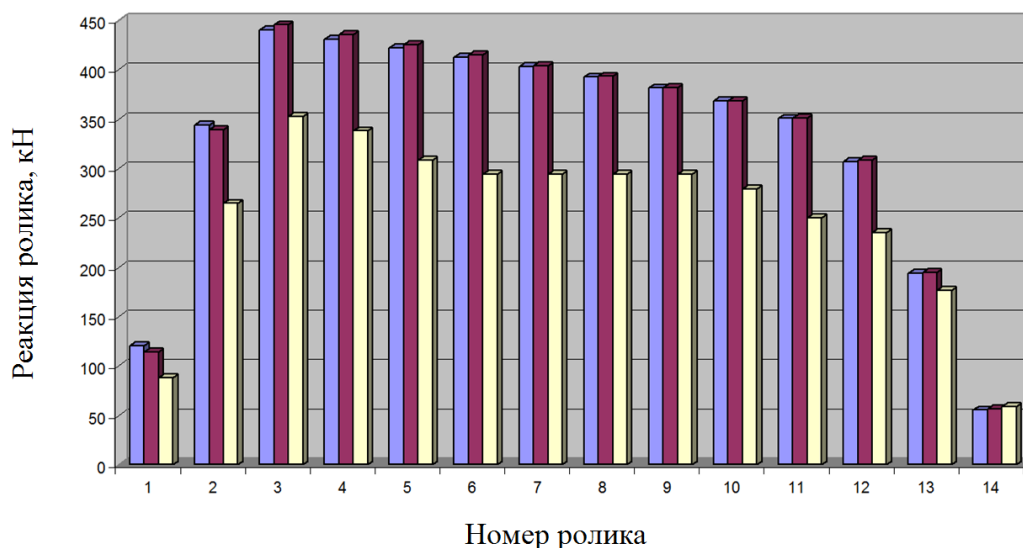


Рис. 2. Реакции рабочих роликов

На рис. 2 левый столбец соответствует точному решению задачи, средний столбец – приближенному решению данной работы, а правый столбец – приближенному решению метода Целикова-Королева.

Список литературы

1. Шинкин В.Н. Коэффициент пружинения круглого бруса при изгибе // Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук. 2016. № 3–1. С. 139–145.
2. Шинкин В.Н. Остаточные напряжения в поперечном сечении круглого бруса при кручении // Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук. 2016. № 4–1. С. 159–165.
3. Шинкин В.Н. Правка листа на восьмироликовой машине. Часть 1. Кривизна листа // Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук. 2016. № 5–1. С. 134–141.
4. Шинкин В.Н. К вопросу о пружинении круглого бруса при изгибе // Научные труды SWorld. 2016. Т. 4. № 1 (42). С. 91–100.
5. Шинкин В.Н. Геометрия листа при правке на семироликовой машине // Современные тенденции развития науки и технологий. 2016. № 1–1. С. 131–139.
6. Шинкин В.Н. Остаточные напряжения при пластическом изгибе круглого бруса // Современные тенденции развития науки и технологий. 2016. № 2–3. С. 133–141.
7. Шинкин В.Н. Остаточные напряжения при пластическом кручении круглого бруса // Современные тенденции развития науки и технологий. 2016. № 3–3. С. 127–134.
8. Шинкин В.Н. Пружинение круглого бруса при пластическом кручении // Современные тенденции развития науки и технологий. 2016. № 3–3. С. 135–143.
9. Шинкин В.Н. Вычисление силовых параметров восьмироликовой машины при правке стального листа // Современные тенденции развития науки и технологий. 2016. № 4–4. С. 118–127.

ВТОРОЕ ПРИБЛИЖЕНИЕ РАСЧЕТА 2N-РОЛИКОВОЙ ЛИСТОПРАВИЛЬНОЙ МАШИНЫ

Шинкин В.Н.

профессор кафедры физики, доктор физико-математических наук,
Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС»,
Россия, г. Москва

Предложен приближенный метод расчета технологических параметров холодной правки стального листа на 2N-роликовой листопрямительной машине, учитывающий углы касания листа с рабочими роликами.

Ключевые слова: стальной лист, кривизна листа, листопрямительные машины.

Математическая модель правки листа на 2N-роликовой машине.
Правка стального листа осуществляется 2N приводными рабочими правильными роликами: N верхними правильными роликами и N нижними правильными роликами (рис.). Правильные ролики снабжены отдельными системами настройки их вертикального положения с помощью клиновых пар и гидроцилиндров [1–9].

Пусть t – шаг между нижними правильными роликами; H_i – величина обжатия нейтральной поверхности стального листа на i -ом правильном ролике (для верхних четных роликов положительным направлением обжатия листа считается направление вниз, а для нижних нечетных роликов – направление вверх), h и b – толщина и ширина стального листа, R – радиус рабочих роликов, $R_0 = R + h/2$; σ_t , E , Π_p и Π_c – предел текучести стали, модуль Юнга и модули упрочнения стали при растяжении и сжатии; ρ_i и $\varepsilon_i = 1/\rho_i$ – радиусы кривизны и кривизна нейтральной линии листа в точках касания листа с рабочими роликами, φ_i – углы точек касания листа и роликов ($i = 1, \dots, 2N$).

Не ограничивая общности, далее мы будем считать, что нижние (нечетные) правильные ролики лежат на одном горизонтальном уровне

$$H_{2i+1} = 0, \quad i = 0, \dots, N-1.$$

Во втором приближении (*второе приближение метода Шинкина*) значения четных углов касания рабочих роликов со стальным листом φ_{2i} ($i = 1, \dots, N-1$) равны нулю:

$$\varphi_{2i} = 0.$$

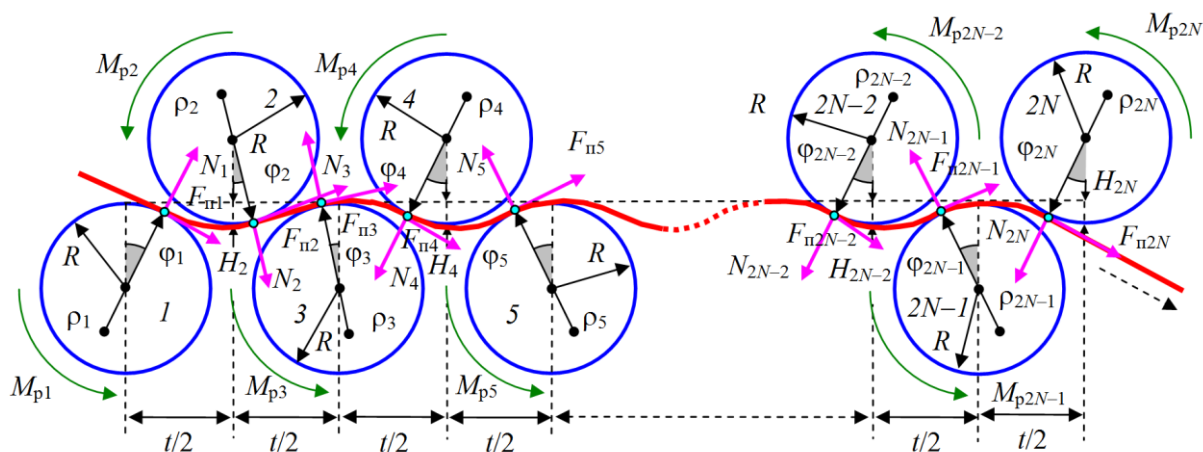


Рис. Правка стального листа рабочими роликами

Значение угла φ_1 находим из уравнения

$$\left[-6(H_2 - R_0(1 - \cos\varphi_1)) + 4\left(\frac{t}{2} - R_0 \sin\varphi_1\right) \operatorname{tg}\varphi_1 \right] \cos^3\varphi_1 = \frac{\left(\frac{t}{2} - R_0 \sin\varphi_1\right)^2}{\rho_1}.$$

Значения нечетных углов φ_{2i+1} ($i = 1, \dots, N-1$) касания рабочих роликов со стальным листом находим из уравнений

$$\begin{aligned} \left[-6(H_{2i} - R_0(1 - \cos\varphi_{2i+1})) + 4\left(\frac{t}{2} - R_0 \sin\varphi_{2i+1}\right) \operatorname{tg}\varphi_{2i+1} \right] \cos^3\varphi_{2i+1} = \\ = \frac{\left(\frac{t}{2} - R_0 \sin\varphi_{2i+1}\right)^2}{\rho_{2i+1}}. \end{aligned}$$

Значение последнего четного угла φ_{2N} касания последнего рабочего ролика со стальным листом находим из уравнения

$$\begin{aligned} \left[-6(H_{2N} - R_0(1 - \cos\varphi_{2N})) + 4\left(\frac{t}{2} - R_0 \sin\varphi_{2N}\right) \operatorname{tg}\varphi_{2N} \right] \cos^3\varphi_{2N} = \\ = \frac{\left(\frac{t}{2} - R_0 \sin\varphi_{2N}\right)^2}{\rho_{2N}}. \end{aligned}$$

Замечание 1. При реальной правке стального листа на металлургических заводах реальные углы касания листа с рабочими роликами листопрямительной машины, начиная со второго ролика до последнего ролика, имеют малые значения (до $1^\circ-3^\circ$). Поэтому можно приближенно считать, что

$$\varphi_i = 0, \quad i = 2, \dots, 2N.$$

Однако точность вычисления углов φ_i ($i = 2, \dots, 2N$) касания рабочих роликов со стальным листом в этом случае аппроксимации несколько падает.

Во втором приближении радиус кривизны продольной нейтральной линии стального листа в точке его касания с вторым рабочим роликом листо-

правильной машины равен

$$\rho_2 = \frac{1}{2} \left(\frac{\left(\frac{t}{2} - R_0 \sin \varphi_1 \right)^2}{6(H_2 - R_0(1 - \cos \varphi_1)) - 2 \left(\frac{t}{2} - R_0 \sin \varphi_1 \right) \operatorname{tg} \varphi_1} + \frac{t^2}{24H_2} \right).$$

Замечание 2. Отметим, что для приближенного вычисления радиуса кривизны ρ_2 можно выбрать более простое выражение

$$\rho_2 = \rho_2^* = \frac{t^2}{24H_2}.$$

Однако точность вычисления ρ_2 при этом падает.

Радиусы кривизны продольной нейтральной линии стального листа в точках его касания с внутренними четными рабочими роликами листопрямительной машины равны

$$\rho_{2i} = \frac{t^2}{24H_{2i}}, \quad i = 2, \dots, N-1.$$

Приближенные радиусы кривизны продольной нейтральной линии стального листа в точках его касания с нечетными рабочими роликами листопрямительной машины равны

$$\rho_{2i+1} = -\frac{t^2}{12(H_{2i} + H_{2i+2})}, \quad i = 1, \dots, N-1.$$

Замечание 3. Можно также положить приближенные нечетные радиусы кривизны равными

$$\rho_{2i+1} = -\frac{t^2}{48} \left(\frac{1}{H_{2i}} + \frac{1}{H_{2i+2}} \right), \quad i = 1, \dots, N-1.$$

Однако точность вычисления нечетных радиусов кривизны в этом случае аппроксимации падает (особенно на последних нечетных роликах, где радиусы кривизны листа принимают большие значения).

При упругом изгибе ($\rho \geq \rho_T = hE/(2\sigma_T)$) листа коэффициент пружинения $\beta(\rho) = \infty$, где ρ – радиус кривизны стального листа. При пластическом изгибе ($\rho < \rho_T = hE/(2\sigma_T)$) коэффициент пружинения стального листа равен [3, 5, 9]

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

Приближенное значение радиуса кривизны на последнем рабочем ролике равно

$$\rho_{2N} = \beta(\rho_{2N-1}) \rho_{2N-1}.$$

При пластическом изгибе ($\rho < \rho_T = hE/(2\sigma_T)$) изгибающий момент стального листа равен [3, 5, 9]

$$M(\rho) = \frac{bh^2\sigma_T}{12} \left(3 - 4 \left(\frac{\sigma_T\rho}{Eh} \right)^2 \right) + \frac{bh^3(\Pi_p + \Pi_c)}{24\rho} \left(1 - 2 \frac{\sigma_T\rho}{Eh} \right)^2 \left(1 + \frac{\sigma_T\rho}{Eh} \right).$$

При упругом изгибе ($\rho \geq \rho_T = hE/(2\sigma_T)$) изгибающий момент стального листа равен

$$M(\rho) = \frac{bh^3E}{12\rho}.$$

В точках касания стального листа с рабочими роликами правильной машины изгибающие моменты листа равны

$$M_1 = 0; \quad M_{2i} = M(\rho_{2i}), \quad i = 1, \dots, N-1;$$

$$M_{2i+1} = -M(|\rho_{2i+1}|), \quad i = 1, \dots, N-1; \quad M_{2N} = 0.$$

Расчет силовых параметров 2N-роликовой листопрямительной машины. Пусть N_i , M_{pi} и F_{ni} ($F_{ni} = M_{pi}/R$) – соответственно реакция опоры, вращательный момент (передаваемый от редуктора) и подающее усилие (сила подачи) i -го ролика ($i = 1, \dots, 2N$).

Введем $2N$ локальных декартовых прямоугольных систем координат y - z в точках касания листа с рабочими роликами. Оси z направим по касательной к поверхности роликов слева направо, а оси y – перпендикулярно к оси z в сторону центров соответствующих роликов.

Пусть y_{ji} и z_{ji} – координаты точек касания листа с j -ым роликом в i -ой системе координат. Введем вспомогательные расстояния:

$$\Delta z_{21} = \frac{t}{2} - R_0 \sin \varphi_1 + R_0 \sin \varphi_2, \quad \Delta y_{21} = H_2 - R_0(1 - \cos \varphi_1) - R_0(1 - \cos \varphi_2),$$

$$z_{21} = \Delta z_{21} \cos \varphi_1 + \Delta y_{21} \sin \varphi_1, \quad y_{21} = -\Delta z_{21} \sin \varphi_1 + \Delta y_{21} \cos \varphi_1,$$

$$\Delta z_{32} = \frac{t}{2} - R_0 \sin \varphi_2 - R_0 \sin \varphi_3, \quad \Delta y_{32} = H_2 - R_0(1 - \cos \varphi_2) - R_0(1 - \cos \varphi_3),$$

$$z_{32} = \Delta z_{32} \cos \varphi_2 + \Delta y_{32} \sin \varphi_2, \quad y_{32} = -\Delta z_{32} \sin \varphi_2 + \Delta y_{32} \cos \varphi_2,$$

$$\Delta z_{j+1j} = \frac{t}{2} + R_0 \sin \varphi_j - R_0 \sin \varphi_{j+1}, \quad j = 3, \dots, 2N-1;$$

$$\Delta y_{j+1j} = H_j + H_{j+1} - R_0(1 - \cos \varphi_j) - R_0(1 - \cos \varphi_{j+1}), \quad j = 3, \dots, 2N-1;$$

$$z_{j+1j} = \Delta z_{j+1j} \cos \varphi_j - \Delta y_{j+1j} \sin \varphi_j, \quad j = 3, \dots, 2N-1;$$

$$y_{j+1j} = \Delta z_{j+1j} \sin \varphi_j + \Delta y_{j+1j} \cos \varphi_j, \quad j = 3, \dots, 2N-1.$$

Проекции главных векторов сил в точках касания листа с роликами равны

$$F_{01y} = N_1 \cos \varphi_1 - F_{n1} \sin \varphi_1, \quad F_{01z} = N_1 \sin \varphi_1 + F_{n1} \cos \varphi_1,$$

$$F_{02y} = F_{01y} - N_2 \cos \varphi_2 + F_{n2} \sin \varphi_2, \quad F_{02z} = F_{01z} + N_2 \sin \varphi_2 + F_{n2} \cos \varphi_2,$$

$$F_{0j+1y} = F_{0jy} + (-1)^j N_{j+1} \cos \varphi_{j+1} + (-1)^j F_{nj+1} \sin \varphi_{j+1}, \quad j = 2, \dots, 2N-3;$$

$$F_{0j+1z} = F_{0jz} - N_{j+1} \sin \varphi_{j+1} + F_{nj+1} \cos \varphi_{j+1}, \quad j = 2, \dots, 2N-3.$$

Добавки к реакциям сил в точках касания листа с роликами равны

$$\Delta N_2 = -F_{01y} \cos \varphi_2 + F_{01z} \sin \varphi_2, \quad \Delta F_{n2} = F_{01y} \sin \varphi_2 + F_{01z} \cos \varphi_2,$$

$$\Delta N_{j+1} = (-1)^j F_{0jy} \cos \varphi_{j+1} - F_{0jz} \sin \varphi_{j+1}, \quad j = 2, \dots, 2N-2;$$

$$\Delta F_{nj+1} = (-1)^j F_{0jy} \sin \varphi_{j+1} + F_{0jz} \cos \varphi_{j+1}, \quad j = 2, \dots, 2N-2.$$

Нормальные реакции рабочих роликов в точках касания с листом равны

$$N_1 = \frac{M_2 - F_{n1} y_{21}}{z_{21}},$$

$$N_j = \frac{(-1)^j (-M_{j+1} + M_j) - (F_{nj} + \Delta F_{nj}) y_{j+1j} - \Delta N_j z_{j+1j}}{z_{j+1j}}, \quad j = 2, \dots, 2N-1;$$

$$N_{2N} = \frac{-M_{2N-1} - F_{n2N} (z_{2N2N-1} \sin(\varphi_{2N-1} + \varphi_{2N}) - y_{2N2N-1} \cos(\varphi_{2N-1} + \varphi_{2N}))}{z_{2N2N-1} \cos(\varphi_{2N-1} + \varphi_{2N}) + y_{2N2N-1} \sin(\varphi_{2N-1} + \varphi_{2N})}.$$

Вертикальная сила (сила верхней кассеты роликов) давления верхней кассеты роликов на стальной лист равна

$$F_{\text{верх}} = N_2 \cos \varphi_2 - F_{n2} \sin \varphi_2 + \sum_{i=2}^N (N_{2i} \cos \varphi_{2i} + F_{n2i} \sin \varphi_{2i}).$$

Вертикальная сила давления листа на нижнюю кассету роликов равна

$$F_{\text{нижн}} = N_1 \cos \varphi_1 - F_{n1} \sin \varphi_1 + \sum_{i=1}^{N-1} (N_{2i+1} \cos \varphi_{2i+1} + F_{n2i+1} \sin \varphi_{2i+1}).$$

Выводы. Предложен приближенный метод расчета кривизны продольной нейтральной линии листа, изгибающих моментов листа и реакций рабочих роликов при холодной правке стального листа на $2N$ -роликовой листо-правильной машине. Результаты исследований могут быть использованы на металлургических заводах по производству стального листа.

Список литературы

1. Шинкин В.Н. Коэффициент пружинения круглого бруса при изгибе // Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук. 2016. № 3–1. С. 139–145.
2. Шинкин В.Н. Остаточные напряжения в поперечном сечении круглого бруса при кручении // Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук. 2016. № 4–1. С. 159–165.
3. Шинкин В.Н. Правка листа на восьмироликовой машине. Часть 1. Кривизна листа // Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук. 2016. № 5–1. С. 134–141.
4. Шинкин В.Н. К вопросу о пружинении круглого бруса при изгибе // Научные труды SWorld. 2016. Т. 4. № 1 (42). С. 91–100.
5. Шинкин В.Н. Геометрия листа при правке на семироликовой машине // Современные тенденции развития науки и технологий. 2016. № 1–1. С. 131–139.
6. Шинкин В.Н. Остаточные напряжения при пластическом изгибе круглого бруса // Современные тенденции развития науки и технологий. 2016. № 2–3. С. 133–141.
7. Шинкин В.Н. Остаточные напряжения при пластическом кручении круглого бруса // Современные тенденции развития науки и технологий. 2016. № 3–3. С. 127–134.
8. Шинкин В.Н. Пружинение круглого бруса при пластическом кручении // Современные тенденции развития науки и технологий. 2016. № 3–3. С. 135–143.
9. Шинкин В.Н. Вычисление силовых параметров восьмироликовой машины при правке стального листа // Современные тенденции развития науки и технологий. 2016. № 4–4. С. 118–127.

ТРЕТЬЕ ПРИБЛИЖЕНИЕ РАСЧЕТА 2N-РОЛИКОВОЙ ЛИСТОПРАВИЛЬНОЙ МАШИНЫ

Шинкин В.Н.

профессор кафедры физики, доктор физико-математических наук,
Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС»,
Россия, г. Москва

Предложен приближенный метод расчета технологических параметров холодной правки стального листа на 2N-роликовой листопрямительной машине, учитывающий нелинейную кривизну листа между точками касания листа с рабочими роликами.

Ключевые слова: стальной лист, кривизна листа, листопрямительные машины.

Математическая модель правки листа на 2N-роликовой машине. Правка стального листа осуществляется 2N приводными рабочими правильными роликами: N верхними правильными роликами и N нижними правильными роликами (рис.). Правильные ролики снабжены отдельными системами настройки их вертикального положения с помощью клиновых пар и гидроцилиндров [1–9].

Пусть t – шаг между нижними правильными роликами; H_i – величина обжатия срединной поверхности стального листа на i -ом правильном ролике (для верхних четных роликов положительным направлением обжатия листа считается направление вниз, а для нижних нечетных роликов – направление вверх), h и b – толщина и ширина стального листа, R – радиус рабочих роликов, $R_0 = R + h/2$; σ_T , E , Π_p и Π_c – предел текучести стали, модуль Юнга и модули упрочнения стали при растяжении и сжатии; ρ_i и $\varepsilon_i = 1/\rho_i$ – радиусы кривизны и кривизна срединной линии листа в точках касания листа с рабочими роликами, φ_i – углы точек касания листа и роликов ($i = 1, \dots, 2N$).

Не ограничивая общности, далее мы будем считать, что нижние (нечетные) правильные ролики лежат на одном горизонтальном уровне

$$H_{2i+1} = 0, \quad i = 0, \dots, N-1.$$

При упругом изгибе ($\rho \geq \rho_T = hE/(2\sigma_T)$) листа коэффициент пружинения $\beta(\rho) = \infty$, где ρ – радиус кривизны продольной нейтральной линии стального листа. При пластическом изгибе ($\rho < \rho_T = hE/(2\sigma_T)$) коэффициент пружинения стального листа равен [3, 5, 9]

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

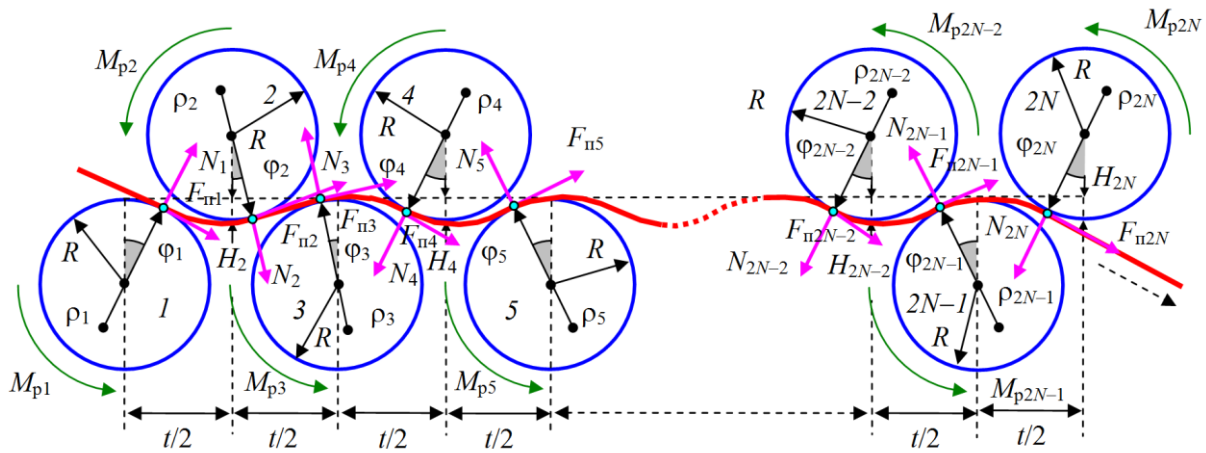


Рис. Правка стального листа рабочими роликами

Введем $2N$ локальных декартовых прямоугольных систем координат $y-z$ в точках касания листа с рабочими роликами. Оси z направим по касательной к поверхности роликов слева направо, а оси y – перпендикулярно к оси z в сторону центров соответствующих роликов. Будем аппроксимировать в этих системах координат нейтральную линию листа (между соседними точками касания листа и роликов) с помощью кубических полиномов вида $y(z) = a z^2 - b z^3$. Обозначим a_i и b_i – коэффициенты кубических полиномов в i -ой системе координат ($i = 1, \dots, 2N$). Пусть z_i и y_i – координаты точек касания листа с i -ым роликом в $(i-1)$ -ой системе координат.

Математические уравнения для вычисления кривизны листа в точках касания листа с рабочими роликами имеют вид:

Первый и второй ролики

$$z_2 = \left(\frac{t}{2} - R_0 \sin \varphi_1 + R_0 \cos \varphi_2 \right) \cos \varphi_1 + [H_2 - R_0(1 - \cos \varphi_1) - R_0(1 - \cos \varphi_2)] \sin \varphi_1,$$

$$y_2 = - \left(\frac{t}{2} - R_0 \sin \varphi_1 + R_0 \cos \varphi_2 \right) \sin \varphi_1 + [H_2 - R_0(1 - \cos \varphi_1) - R_0(1 - \cos \varphi_2)] \cos \varphi_1,$$

$$a_1 = \frac{3y_2 + \operatorname{tg}(\varphi_1 + \varphi_2)z_2}{z_2^2}, \quad b_1 = \frac{2y_2 + \operatorname{tg}(\varphi_1 + \varphi_2)z_2}{z_2^3},$$

$$\varepsilon_{1,2} = 2a_1, \quad \rho_{1,2} = \frac{1}{2a_1}, \quad \varepsilon_{2,1} = \frac{2a_1 - 6b_1z_2}{\left[1 + (2a_1z_2 - 3b_1z_2^2)^2 \right]^{\frac{3}{2}}}, \quad \rho_{2,1} = \frac{1}{\varepsilon_{2,1}};$$

Второй и третий ролики

$$z_3 = \left(\frac{t}{2} - R_0 \sin \varphi_2 - R_0 \cos \varphi_3 \right) \cos \varphi_2 +$$

$$+ [H_2 - R_0(1 - \cos \varphi_2) - R_0(1 - \cos \varphi_3)] \sin \varphi_2,$$

$$y_3 = - \left(\frac{t}{2} - R_0 \sin \varphi_2 - R_0 \cos \varphi_3 \right) \sin \varphi_2 +$$

$$+ [H_2 - R_0(1 - \cos \varphi_2) - R_0(1 - \cos \varphi_3)] \cos \varphi_2,$$

$$a_2 = \frac{3y_3 + \operatorname{tg}(\varphi_2 - \varphi_3)z_3}{z_3^2}, \quad b_2 = \frac{2y_3 + \operatorname{tg}(\varphi_2 - \varphi_3)z_3}{z_3^3},$$

$$\varepsilon_2 = \varepsilon_{2,3} = 2a_2, \quad \rho_2 = \rho_{2,3} = \frac{1}{2a_2},$$

$$\varepsilon_{3,2} = \frac{2a_2 - 6b_2z_3}{\left[1 + (2a_2z_3 - 3b_2z_3^2)^2\right]^{\frac{3}{2}}}, \quad \rho_3 = \rho_{3,2} = \frac{1}{\varepsilon_{3,2}};$$

(2j - 1)-ый и 2j-ый ролики (j = 2, ..., N)

$$z_{2j} = \left(\frac{t}{2} + R_0 \sin \varphi_{2j-1} - R_0 \cos \varphi_{2j}\right) \cos \varphi_{2j-1} -$$

$$- \left[H_{2j} - R_0(1 - \cos \varphi_{2j-1}) - R_0(1 - \cos \varphi_{2j}) \right] \sin \varphi_{2j-1},$$

$$y_{2j} = \left(\frac{t}{2} + R_0 \sin \varphi_{2j-1} - R_0 \cos \varphi_{2j}\right) \sin \varphi_{2j-1} +$$

$$+ \left[H_{2j} - R_0(1 - \cos \varphi_{2j-1}) - R_0(1 - \cos \varphi_{2j}) \right] \cos \varphi_{2j-1},$$

$$a_{2j-1} = \frac{3y_{2j} - \operatorname{tg}(\varphi_{2j-1} + \varphi_{2j})z_{2j}}{z_{2j}^2}, \quad b_{2j-1} = \frac{2y_{2j} - \operatorname{tg}(\varphi_{2j-1} + \varphi_{2j})z_{2j}}{z_{2j}^3},$$

$$\varepsilon_{2j-1} = \varepsilon_{2j-1,2j} = 2a_{2j-1}, \quad \rho_{2j-1,2j} = \frac{1}{2a_{2j-1}},$$

$$\varepsilon_{2j,2j-1} = \frac{2a_{2j-1} - 6b_{2j-1}z_{2j}}{\left[1 + (2a_{2j-1}z_{2j} - 3b_{2j-1}z_{2j}^2)^2\right]^{\frac{3}{2}}}, \quad \rho_{2j,2j-1} = \frac{1}{\varepsilon_{2j,2j-1}};$$

2j-ый и (2j + 1)-ый ролики (j = 2, ..., N-1)

$$z_{2j+1} = \left(\frac{t}{2} + R_0 \sin \varphi_{2j} - R_0 \cos \varphi_{2j+1}\right) \cos \varphi_{2j} -$$

$$- \left[H_{2j} - R_0(1 - \cos \varphi_{2j}) - R_0(1 - \cos \varphi_{2j+1}) \right] \sin \varphi_{2j},$$

$$y_{2j+1} = \left(\frac{t}{2} + R_0 \sin \varphi_{2j} - R_0 \cos \varphi_{2j+1}\right) \sin \varphi_{2j} +$$

$$+ \left[H_{2j} - R_0(1 - \cos \varphi_{2j}) - R_0(1 - \cos \varphi_{2j+1}) \right] \cos \varphi_{2j},$$

$$a_{2j} = \frac{3y_{2j+1} - \operatorname{tg}(\varphi_{2j} + \varphi_{2j+1})z_{2j+1}}{z_{2j+1}^2}, \quad b_{2j} = \frac{2y_{2j+1} - \operatorname{tg}(\varphi_{2j} + \varphi_{2j+1})z_{2j+1}}{z_{2j+1}^3},$$

$$\varepsilon_{2j} = \varepsilon_{2j,2j+1} = 2a_{2j}, \quad \rho_{2j} = \rho_{2j,2j+1} = \frac{1}{2a_{2j}},$$

$$\varepsilon_{2j+1,2j} = \frac{2a_{2j} - 6b_{2j}z_{2j+1}}{\left[1 + (2a_{2j}z_{2j+1} - 3b_{2j}z_{2j+1}^2)^2\right]^{\frac{3}{2}}}, \quad \rho_{2j+1} = \rho_{2j+1,2j} = \frac{1}{\varepsilon_{2j+1,2j}}.$$

Граничные условия имеют вид

$$\rho_{1,2} = -\rho_1; \quad \rho_{j,j-1} = -\rho_{j,j+1}, \quad j = 2, \dots, 2N-1;$$

$$\rho_{2N} = \rho_{2N,2N-1} = \beta(|\rho_{2N-1,2N}|)\rho_{2N-1,2N}.$$

При пластическом изгибе ($\rho < \rho_T = hE/(2\sigma_T)$) изгибающий момент стального листа равен [3, 5, 9]

$$M(\rho) = \frac{bh^2\sigma_T}{12} \left(3 - 4 \left(\frac{\sigma_T\rho}{Eh} \right)^2 \right) + \frac{bh^3(\Pi_p + \Pi_c)}{24\rho} \left(1 - 2 \frac{\sigma_T\rho}{Eh} \right)^2 \left(1 + \frac{\sigma_T\rho}{Eh} \right).$$

При упругом изгибе ($\rho \geq \rho_T = hE/(2\sigma_T)$) изгибающий момент стального листа равен

$$M(\rho) = \frac{bh^3E}{12\rho}.$$

В точках касания стального листа с рабочими роликами правильной машины изгибающие моменты листа равны

$$M_1 = 0; \quad M_{2i} = M(\rho_{2i}), \quad i = 1, \dots, N-1;$$

$$M_{2i+1} = -M(|\rho_{2i+1}|), \quad i = 1, \dots, N-1; \quad M_{2N} = 0.$$

Расчет силовых параметров листоправильной машины. Пусть N_i , M_{pi} и F_{ni} ($F_{ni} = M_{pi}/R$) – соответственно реакция опоры, вращательный момент (передаваемый от редуктора) и подающее усилие (сила подачи) i -го ролика ($i = 1, \dots, 2N$).

Проекции главных векторов сил в точках касания листа с роликами равны

$$F_{01y} = N_1 \cos\varphi_1 - F_{n1} \sin\varphi_1, \quad F_{01z} = N_1 \sin\varphi_1 + F_{n1} \cos\varphi_1,$$

$$F_{02y} = F_{01y} - N_2 \cos\varphi_2 + F_{n2} \sin\varphi_2, \quad F_{02z} = F_{01z} + N_2 \sin\varphi_2 + F_{n2} \cos\varphi_2,$$

$$F_{0j+1y} = F_{0jy} + (-1)^j N_{j+1} \cos\varphi_{j+1} + (-1)^j F_{nj+1} \sin\varphi_{j+1}, \quad j = 2, \dots, 2N-3;$$

$$F_{0j+1z} = F_{0jz} - N_{j+1} \sin\varphi_{j+1} + F_{nj+1} \cos\varphi_{j+1}, \quad j = 2, \dots, 2N-3.$$

Добавки к реакциям сил в точках касания листа с роликами равны

$$\Delta N_2 = -F_{01y} \cos\varphi_2 + F_{01z} \sin\varphi_2, \quad \Delta F_{n2} = F_{01y} \sin\varphi_2 + F_{01z} \cos\varphi_2,$$

$$\Delta N_{j+1} = (-1)^j F_{0jy} \cos\varphi_{j+1} - F_{0jz} \sin\varphi_{j+1}, \quad j = 2, \dots, 2N-2;$$

$$\Delta F_{nj+1} = (-1)^j F_{0jy} \sin\varphi_{j+1} + F_{0jz} \cos\varphi_{j+1}, \quad j = 2, \dots, 2N-2.$$

Нормальные реакции рабочих роликов в точках касания с листом равны

$$N_1 = \frac{M_2 - F_{n1}y_2}{z_2},$$

$$N_j = \frac{(-1)^j (-M_{j+1} + M_j) - (F_{nj} + \Delta F_{nj})y_{j+1} - \Delta N_j z_{j+1}}{z_{j+1}}, \quad j = 2, \dots, 2N-1;$$

$$N_{2N} = \frac{-M_{2N-1} - F_{n2N}(z_{2N} \sin(\varphi_{2N-1} + \varphi_{2N}) - y_{2N} \cos(\varphi_{2N-1} + \varphi_{2N}))}{z_{2N} \cos(\varphi_{2N-1} + \varphi_{2N}) + y_{2N} \sin(\varphi_{2N-1} + \varphi_{2N})}.$$

Вертикальная сила давления верхней кассеты роликов на стальной лист

равна

$$F_{\text{верх}} = N_2 \cos \varphi_2 - F_{\text{п2}} \sin \varphi_2 + \sum_{i=2}^N (N_{2i} \cos \varphi_{2i} + F_{\text{п2i}} \sin \varphi_{2i}).$$

Вертикальная сила давления нижней кассеты роликов на стальной лист равна

$$F_{\text{нижн}} = N_1 \cos \varphi_1 - F_{\text{п1}} \sin \varphi_1 + \sum_{i=1}^{N-1} (N_{2i+1} \cos \varphi_{2i+1} + F_{\text{п2i+1}} \sin \varphi_{2i+1}).$$

Выводы. Предложен приближенный метод расчета кривизны продольной нейтральной линии листа, изгибающих моментов листа и реакций рабочих роликов при холодной правке стального листа на $2N$ -роликовой листопрямительной машине. Результаты исследований могут быть использованы на металлургических заводах по производству стального листа.

Список литературы

1. Шинкин В.Н. Коэффициент пружинения круглого бруса при изгибе // Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук. 2016. № 3–1. С. 139–145.
2. Шинкин В.Н. Остаточные напряжения в поперечном сечении круглого бруса при кручении // Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук. 2016. № 4–1. С. 159–165.
3. Шинкин В.Н. Правка листа на восьмироликовой машине. Часть 1. Кривизна листа // Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук. 2016. № 5–1. С. 134–141.
4. Шинкин В.Н. К вопросу о пружинении круглого бруса при изгибе // Научные труды SWorld. 2016. Т. 4. № 1 (42). С. 91–100.
5. Шинкин В.Н. Геометрия листа при правке на семироликовой машине // Современные тенденции развития науки и технологий. 2016. № 1–1. С. 131–139.
6. Шинкин В.Н. Остаточные напряжения при пластическом изгибе круглого бруса // Современные тенденции развития науки и технологий. 2016. № 2–3. С. 133–141.
7. Шинкин В.Н. Остаточные напряжения при пластическом кручении круглого бруса // Современные тенденции развития науки и технологий. 2016. № 3–3. С. 127–134.
8. Шинкин В.Н. Пружинение круглого бруса при пластическом кручении // Современные тенденции развития науки и технологий. 2016. № 3–3. С. 135–143.
9. Шинкин В.Н. Вычисление силовых параметров восьмироликовой машины при правке стального листа // Современные тенденции развития науки и технологий. 2016. № 4–4. С. 118–127.