

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«ПОВОЛЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»



ИНЖЕНЕРНЫЕ КАДРЫ – БУДУЩЕЕ ИННОВАЦИОННОЙ ЭКОНОМИКИ РОССИИ

Материалы III Всероссийской студенческой конференции

Йошкар-Ола, 21-24 ноября 2017 г.

Часть 1

ИНЖИНИРИНГОВЫЕ
ТЕХНОЛОГИИ – ВЗГЛЯД В БУДУЩЕЕ
СОВРЕМЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА

Йошкар-Ола
2017

УДК 378:621

ББК 74.58

И 62

Редакционная коллегия:

Сюттов Н.П., канд. техн. наук, доцент, директор Института механики и машиностроения ПГТУ;

Белогусев В.Н., канд. техн. наук, зам. директора по научной работе Института механики и машиностроения ПГТУ;

Алибеков С.Я., д-р техн. наук, профессор, зав. кафедрой транспортно-технологических машин Института механики и машиностроения ПГТУ;

Медяков А.А., канд. техн. наук, доцент, зав. кафедрой энергообеспечения предприятий Института механики и машиностроения ПГТУ;

Костромин Д.В., канд. техн. наук, доцент, зав. кафедрой эксплуатации машин и оборудования Института механики и машиностроения ПГТУ.

Инженерные кадры – будущее инновационной экономики И 62 России: материалы III Всероссийской студенческой конференции (Йошкар-Ола, 21-24 ноября 2017 г.): в 8 ч. *Часть 1. Инжиниринговые технологии – взгляд в будущее современного производства.* – Йошкар-Ола: Поволжский государственный технологический университет, 2017. – 164 с.
ISBN 978-5-8158-1919-1
ISBN 978-5-8158-1920-7 (Часть 1)

В рамках Всероссийской студенческой конференции «Инженерные кадры – будущее инновационной экономики России» представлены результаты научно-исследовательских работ студентов, магистрантов, аспирантов в области энергоэффективных технологий, механики и машиностроения с перспективой их практического использования.

УДК 378:621

ББК 74.58

ISBN 978-5-8158-1920-7 (Часть 1)
ISBN 978-5-8158-1919-1

© Поволжский государственный
технологический университет, 2017

ПРЕДИСЛОВИЕ

Современные технологии и подходы к организации производства на основе широкого использования последних достижений науки и техники предъявляют сегодня новые требования к уровню подготовки инженерных кадров. Новые инженерные кадры должны быстро воспринимать передовые знания и воплощать эти знания в практической деятельности. Эти навыки помогают выработать сочетание учебно-образовательной и научно-исследовательской деятельности.

В настоящем издании представлены материалы секции «Инжиниринговые технологии – взгляд в будущее современного производства» Всероссийской студенческой конференции «Инженерные кадры – будущее инновационной экономики России», которая проходила в рамках одноимённого Форума 21-24 ноября 2017 года в Поволжском государственном технологическом университете. Участие студентов в данной конференции – их первый вклад в свое будущее и в будущее развития инженерных кадров Российской Федерации.

Тематика основных направлений секции связана с применением инжиниринговых технологий в современном производстве. Материалы конференции отражают результаты студенческих исследований в таких актуальных областях:

- энергоэффективные технологии;
- альтернативная энергетика;
- порошковая металлургия;
- перекачка нефтепродуктов;
- нанотехнологии в производстве;
- САПР.

Статьи, представленные для публикации, рассмотрены программным комитетом конференции. Лучшие из них включены в настоящий сборник. По результатам презентаций докладов многие из авторов отмечены дипломами соответствующей степени.

Редакционная коллегия сборника выражает искреннюю благодарность участникам конференции, их научным руководителям и консультантам за высокий уровень представленных работ. Будем рады видеть Вас в следующем году с новыми интересными докладами.

УДК 662.715.1

Хайбрахманова Танзиля Фаильевна

направление Технология лесозаготовительных и деревоперерабатывающих производств, ТЛДП(м)-21,

Вичужанина Наталья Геннадьевна

направление Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов (магистратура), ЭТМ(м)-12

Научный руководитель **Багаудинов Ильдар Нургаязович,**

канд. техн. наук, доцент кафедры эксплуатации машин и оборудования
ФГБОУ ВО «Поволжский государственный технологический университет»,
г. Йошкар-Ола

АВТОМАТИЗАЦИЯ ПОЛУЧЕНИЯ ДЕГТЯ

До конца XVIII века наши предки не знали, что такое пестициды, но умели защищать от вредителей фрукты и овощи, которые выращивали в садах и огородах. Многие из этих способов защиты растений давно утрачены. Одним из основных компонентов, используемым в виде его раствора, а также в сочетании с другими веществами, является деготь березовый.

Растения обрабатываются раствором дегтя с водой и мылом в различных пропорциях. Например, яблоневая плодоярка – до вылета бабочек опрыскать деревья и почву под ними раствором дегтя с водой и мылом (10 гр. дегтя, 30-50 гр. мыла, 10 литров воды). Развесить маленькие пузырьки с раствором в кроне деревьев – запах дегтя отпугивает бабочек [1].

В животноводстве использование дегтя занимает особое место: при обработке копыт КРС березовым дегтем от загнивания, от кровососущих насекомых на позвоночник наносится сапропелевый деготь, осуществляется обработка с помощью дозатора сапропелевым дегтем дверных проемов и окон [2].

Согласно литературным источникам, получение дегтя возможно двумя методами:

1) *методом сухой перегонки*. В качестве сырья для производства служит береста (т. е. наружный, пробковый, слой коры березы без внутреннего, лубяного, слоя), которая заготавливается путем снятия ее с растущих деревьев, а также береста, получаемая от окорки березовых кражей, дров и валежника [3, с. 6; 4, с. 113];

2) *методом выпаривания из дегтя-сырца*. В качестве сырья для производства служит деготь-сырец (его консистенция жидкая маслянистая), используемый в дальнейшем для перегонки в конечный продукт – деготь.

Чтобы использовать данные методы, необходимы специализированные установки для получения дегтя.

Для первого метода – это установка в виде закрытого котла с нижним отбором газовой смеси и последующей его конденсацией для получения дегтя.

Для второго метода – это установка для выпаривания и с верхним отбором газовой смеси для последующей конденсации и получения дегтя.

Разный принцип получения требует создания принципиально различных установок, но при этом необходимо контролировать часть параметров, которые ранее контролировались исполнителями «по месту».

На рисунке 1 представлен график получения дегтя по методу [5] из дегтя-сырца.

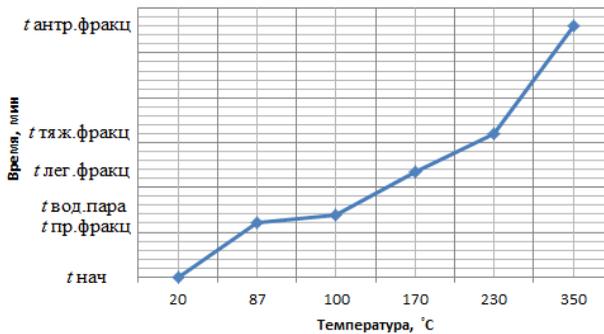


Рис. 1. График оптимального процесса получения дегтя

Как видно из графика, на установке начинается монотонное повышение температуры (в нашем примере с комнатной температуры 20 °C). Первые фракции дегтя появляются при температуре около 70 °C, однако эффективная перегонка дегтя начинается при температуре не ниже 87 °C ($t_{\text{пер. фракц}}$). При температуре от 87 °C до 100 °C выходит легкая фракция с удельным весом менее 0,9 г/см³ темно-фиолетового цвета. При температуре около 100 °C выходит вода ($t_{\text{вод. пара}}$). При температуре свыше 105 °C до 170 °C ($t_{\text{лег. фракц}}$) выходит легкое масло с удельным весом около 0,9 г/см³ от светло-фиолетового до зеленоватого цвета, которое на воздухе окисляется и окрашивается в фиолетовый цвет. При достижении

температуры продуктов разложения диапазона от 170°C до 230°C выходит среднее масло с удельным весом $0,925\text{ г/см}^3$ зеленоватого цвета, которое при длительном хранении при незакрытых емкостях приобретает фиолетовый оттенок и может испортить всю партию дегтя, образованного из смеси масел. С температуры 230°C ($t_{\text{тяж. фракц}}$) до температуры 350°C ($t_{\text{антр. фракц}}$) выходит тяжелое и антраценовое масло с удельным весом $0,935\text{--}0,95\text{ г/см}^3$ зеленоватого цвета. Отбор кондиционного дегтя начинается с температуры 230°C , а не с $190^{\circ}\text{C} \dots 220^{\circ}\text{C}$, что исключает попадание в общую массу более легких быстро окисляющихся фракций, а перегонку оканчивают при 350°C , а не 370°C , т. к. после 350°C ($t_{\text{антр. фракц}}$) последние антраценовые фракции окрашивают при анализе воду в розоватый цвет, что недопустимо.

В дальнейшем происходит отключение установки и удаление тяжелых фракций, и технологический процесс прекращается.

Как видно из технологического процесса, процесс получения дегтя требует соблюдения теплового и скоростного режима, направленного на извлечение качественного продукта из сырья. Рассмотренные ранее конструкции, представленные в литературе [3, с. 22-53], представляют собой установки без систем автоматизации, и контроль осуществляется визуально органолептическими функциями организма или подручными средствами (термометр, часы). Все это снижает эффективность производства.

Поэтому нами для осуществления данного технологического процесса с использованием средств автоматизации предлагается установка для получения дегтя, представленная на рисунке 2.

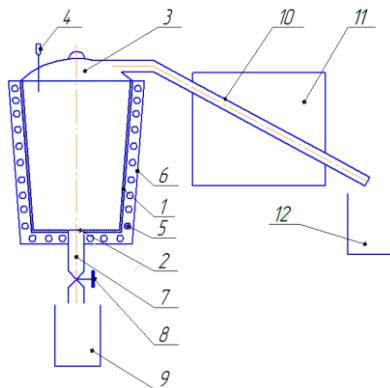


Рис. 2. Принципиальная схема установки для получения дегтя из дегтя-сырца по второму методу

Установка для получения дегтя состоит из металлического котла цилиндрической формы 1, имеющего внутри решетку с отверстиями 2, котел закрывается крышкой 3, в которой установлен термометр для контроля температуры 4. Данные поступают в блок управления температурным контуром 5. Температурный контур представляют собой, например, электрические нагревательные элементы, управление которыми простое. Снаружи установка защищается теплоизоляционным слоем 6. В днище котла имеется отверстие с трубой для стока остатков тяжелой фракции дегтя 7. Далее устанавливается кран для регулировки процесса 8 и бак для остатков продукта 9. В крышке бака устанавливается труба 10 для вывода газозвушной смеси, которая, проходя через охладитель 11, будет конденсироваться и поступать в емкость для сбора дегтя 12.

Такое конструктивное выполнение установки для получения дегтя повышает КПД и процент выхода продукта; кроме того, в отличие от существующих конструкций данная установка легко автоматизируется. Автоматизация может упростить получение дегтя, сведя к минимуму человеческий фактор, и уменьшить трудоёмкость процесса.

Выводы

1. Представлена конструкция установки с возможностью автоматизации с целью получения дегтя.
2. Соблюдение температурного режима и скорости получения дегтя влияют на качество и процент наибольшего выхода дегтя из исходного сырья.

Список литературы

1. Использование дегтя березового для защиты растений [Электронный ресурс]. – URL: <https://sites.google.com/a/artofsurvival.ru/farmer/kultury-agrotehnika-sorta/dereva-i-kustarniki/zasita-plodovyh-derevev-ot-vreditelej/ispolzovaniedegtaberezovogodlazasityrastenij> (дата обращения 29.09.2017).
2. Удобрения, грунты и деготь [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.zaorespect.ru/index.php/udobrenia-and-grunts.html#degos> (дата обращения 29.09.2017).
3. Таланин, Ф. А. Производство берестового дегтя / Ф. А. Таланин. – М.: Лесн. пром-сть, 1981. – 71 с.
4. Ногин, К. И. Утилизация лесных и растительных отходов посредством сухой перегонки / К. И. Ногин. – М.; Л.: Гослестехиздат, 1933. – 168 с.
5. Пат. 2177791 Российская Федерация. Способ получения дегтя, пригодного для использования в медицинских целях [Текст] / заявитель и патентообладатель Щербаков Александр Борисович. – Заявка № 2000115666/14 от 15.06.2000, опубл. 10.01.2002, Бюл. № 1.

Коновалова Ольга Риммовна

направление Теплотехника и теплоэнергетика (магистратура), гр. ТТм-21

Научный руководитель **Медяков Андрей Андреевич**,
канд. техн. наук, доцент кафедры энергообеспечения предприятий
ФГБОУ ВО «Поволжский государственный технологический университет»,
г. Йошкар-Ола

АНАЛИЗ ВАРИАНТОВ МОДЕРНИЗАЦИИ НАГРЕВАТЕЛЯ ВАКУУМНОЙ ПЕЧИ ООО «НАНОМЕТ»

Цель работы – анализ вариантов модернизации нагревателя вакуумной печи ООО «Наномет» на базе современных конструкций нагревательных блоков и современных способов реализации системы управления.

Актуальность темы заключается в том, что совершенствование вакуумных печей сопротивления с экранной теплоизоляции необходимо комплексно применять новые конструктивные решения по выполнению нагревательных элементов, а также повышать энергетическую эффективность установок данного класса за счет экономически обоснованного выбора теплоизоляции и улучшения системы управления.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи.

1. Анализ состояния развития вакуумных печей сопротивления, особенности выполнения конструкций нагревательных блоков печей, влияние технологического процесса, реализуемого в установках.

2. Разработка уточненных моделей вакуумных печей сопротивления с экранной и комбинированной теплоизоляцией под решение конкретных задач.

3. Исследование влияния числа ступеней переключения напряжения трансформатора на максимальный бросок тока в нагревателях вакуумных печей сопротивления, выполненных из тугоплавких металлов.

4. Исследование динамических характеристик вакуумных печей сопротивления при использовании различных способов ограничения тока в регуляторах температуры.

5. Исследование влияния нелинейности регулятора мощности на показатели переходных процессов в вакуумных печах сопротивления.

6. Исследование рационального выбора комплекта теплоизоляции с учетом разработанного критерия минимума экономических затрат.

7. Разработка методики теплового расчета вакуумных печей сопротивления с комбинированной теплоизоляцией.

8. Разработка программного пакета для исследования материалов, которые целесообразно применять в качестве неметаллической засыпки в комбинированной теплоизоляции вакуумной печи сопротивления.

Для решения поставленных задач необходимо провести анализ тенденций развития вакуумных печей сопротивления с экранной теплоизоляцией, конструкций нагревательных блоков, методов регулирования температуры на нагревателях из тугоплавких металлов. Нужно рассматривать особенности технологических процессов в вакуумных печах сопротивления. Следует разработать уточненные модели регуляторов температуры печей сопротивления, обеспечивающие плавный выход на режим нагревателей с высоким коэффициентом термического сопротивления. Разработать модели ВПС с экранной и комбинированной теплоизоляцией, учитывающей неоднородность печи как объекта управления. Также необходимо исследование конструкций, систем электропитания и управления вакуумных печей сопротивления, изучение системы электропитания нагревателей с высоким значением коэффициента электрического сопротивления. А кроме того, нужно решить вопросы технической реализации нового способа управления нагревателями с высоким коэффициентом термического сопротивления и применение регулятора температуры с ограничением по току. Разработать программный пакет, позволяющий быстро решать задачи сложного теплообмена (излучение + теплопроводность). Разработать критерий оценки минимума экономических затрат с целью повышения энергетической эффективности экранной теплоизоляции.

Выводы

Разработка индукционных вакуумных печей связана с большими дополнительными капитальными затратами, что в сочетании с высокими расходами по переделу делает вакуумную индукционную плавку достаточно дорогостоящей, целесообразной только для получения металлов и сплавов особо высокого качества.

Таким образом, в результате исследования мы получим анализ и разработку моделей вакуумных печей, в дальнейшем создадим методику теплового расчета вакуумных печей сопротивления с комбинированной теплоизоляцией.

Список литературы

1. Автоматическое управление электротермическими установками: учебник для вузов / А.М. Кручинин, К.М. Махмудов, Ю.М. Миронов и др.; под ред. А.Д. Свенчанского. – М.: Энергоатомиздат, 1990. – 416 с.

2. Баринов, Ю.М. Усовершенствование нагревательной камеры электропечи СШВЛ-1.2,5/25 М01 / Ю.М. Баринов, Ю.М. Становой, Л.И. Касаткина // Электротермия. – 1976. – Вып. 10 (170). – С. 11-12.

3. Минков, О.Б. Вакуумное электротермическое оборудование: достижения и перспективы / О.Б. Минков, А.В. Сухарев, В.А. Сухарев // Металлург. – 2011. – № 1. – С. 79-84.

УДК 006.01

Катаргина Яна Евгеньевна

направление Техническое регулирование и управление качеством (бакалавриат),
гр. ТРИУК-12

Научный руководитель **Ипатов Юрий Аркадьевич,**

канд. техн. наук, доцент кафедры информатики

ФГБОУ ВО «Поволжский государственный технологический университет»,

г. Йошкар-Ола

АНАЛИЗ И ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРИЧИННО-СЛЕДСТВЕННОЙ ДИАГРАММЫ ИСИКАВЫ

Цель работы – изучение данной диаграммы и ее применение на практике.

Этот инструмент анализа логических связей между различными факторами и результатом разработал Каору Исикава, профессор Токийского университета в 1952 году.

Также Исикава разработал и ввел в практику концепцию кружков качества, а кроме того разработал графическую диаграмму причинно-следственных связей. По имени разработчика этот метод назвали «диаграмма Исикавы» [1], а по характерному внешнему виду – «рыбий скелет».

Диаграмма Исикавы позволяет прояснить и учесть существенные факторы, влияющие на результат какой-либо деятельности. Таким результатом может быть изделие, услуга, завершённая работа или проблема – любой объект изучения. Применение диаграммы Исикавы позволяет выяснить причины каких-либо проблем в организации или причины возникновения дефектов.

Для того чтобы составить диаграмму Исикавы, нужно придерживаться следующих шагов [2].

1. *Определение цели.* Например, провести систематизацию причин и условий, влияющих на снижение качества изделий. Или систематизировать условия, влияющие на расходы по устранению брака, или проанализировать

зировать условия, влияющие на спрос продукции на рынке. Желательно, чтобы анализируемая проблема имела количественное измерение.

2. *Составление списка факторов* – условий, которые влияют или могут влиять на рассматриваемую проблему. При этом полезным будет метод «мозгового штурма», позволяющий в короткое время собрать идеи и мнения различных людей по данной проблеме. При составлении списка влияющих факторов следует в первую очередь учесть мнение тех, кто непосредственно соприкасается с данной проблемой: от рядовых работников до руководителей всех уровней. Кроме того, целесообразно узнать мнения людей, вовсе не причастных к данной проблеме, их взгляд со стороны может дать совершенно неожиданные решения, оригинальные мысли. При составлении списка факторов нельзя отбрасывать ни одного из них.

3. *Группировка факторов по их естественному родству* в группы и подгруппы с различной степенью детализации. При анализе проблем, связанных с качеством продукции, обычно рассматриваются следующие группы: технология, оборудование, методы измерения, персонал, материалы, организация производства, внешние условия.

4. *Построение схемы*. Все факторы объединяются в большие принципиально различающиеся группы: технология, оборудование, персонал, материалы, измерения. Каждая из групп состоит из нескольких подгрупп: документация, здоровье и т.д. Схема позволяет наглядно показать множество факторов, систематизированных в определенном порядке, что существенно облегчает поиски правильных решений.

Исходя из вышеизложенного, можно выявить очевидные достоинства диаграммы Исикавы. Ими являются возможность раскрыть свой потенциал, который позволит находить неординарные способы решения поставленных задач. А также возможность найти взаимосвязь между всеми причинами и факторами, влияющими на проблему, и произвести оценку их влияния на нее.

Для многих людей причинно-следственная диаграмма Исикавы является «золотым ключиком» к преодолению огромного количества препятствий, возникающих на пути к достижению успеха.

Выводы

В работе проанализирован и исследован один из инструментов для измерения, оценки, контроля и совершенствования качества производственных процессов – диаграмма Исикавы.

Список литературы

1. Статистические методы обеспечения качества: пер. с нем. / Х.-Й. Миттаг и др. – М.: Машиностроение, 1995.
2. Статистические методы повышения качества / под ред. Хитоси Кумэ: пер. с англ. – М.: Финансы и статистика, 1990.

Семекеев Владимир Леонидович

направление Теплоэнергетика и теплотехника (магистратура), гр. ТТм-21

Научный руководитель **Осташенков Алексей Петрович**,
канд. техн. наук, доцент кафедры энергообеспечения предприятий
ФГБОУ ВО «Поволжский государственный технологический университет»,
г. Йошкар-Ола

АНАЛИЗ НАДЕЖНОСТИ СОЛНЕЧНО-ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ ЖИЛОГО ДОМА

Цель работы – рассмотрение подходов к анализу надежности солнечной системы теплоснабжения.

В соответствии с пунктом 6 статьи 14 Федерального закона «Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации» от 23.11.2009 № 261-ФЗ перечень мероприятий по энергосбережению и повышению энергетической эффективности, которые подлежат включению в региональные, муниципальные программы в области энергосбережения и повышения энергетической эффективности, должен включать мероприятия по увеличению количества случаев использования в качестве источников энергии, в том числе возобновляемых источников энергии [1].

К возобновляемым источникам энергии относится солнечная энергия, интенсивность потока которой непостоянна и меняется в течение светового дня. Это обуславливает необходимость проведения анализа надежности солнечно-энергетических систем теплоснабжения в условиях изменчивости потока возобновляемой солнечной энергии.

При анализе надежности систем, как правило, используют наработку на отказ и среднее время восстановления, характеризующие такие свойства надежности, как безотказность и долговечность.

Исходя из анализа [2] следует, что снижение вероятности отказа может быть достигнуто путем:

– улучшения герметичности оболочек элементов и недопущения перегрева элементов. В настоящее время существует множество подходов к решению данной задачи. Одним из них является совершенствование систем охлаждения либо использования гибридных систем. Последние предназначены для одновременного производства тепловой и электрической энергии;

– замены элементов системы более надежными. В этой связи следует отметить, что улучшение показателей надежности отдельных элементов систем солнечного теплоснабжения связано с тщательным анализом их положения в системе и вклада в надежность системы теплоснабжения в целом;

– резервирования элементов. Резервирование, как правило, подразумевает дублирование элементов системы солнечного теплоснабжения.

В работе [3] показан метод прогнозирования эффективности генерирующего энергетического оборудования – метод вероятностей факторов событий. В основе метода лежит математическая модель события в пространстве событий «вероятность – энергетический параметр (ЭП) – время», в пределах расчетного периода времени T_p . При продолжительном наблюдении ЭП потока $e(t)$ полное пространство событий достоверно описывается функцией плотности вероятностей $p(e)$.

Простой (энергетический, технический, организационный, технологический) связаны с расчетным периодом времени T_p и вероятностью событий P_k , выраженной математической моделью события [3]:

$$T_j = T_p \cdot P_k = T_p \cdot \beta \cdot \tau_k \cdot P_{ck},$$

где P_{ck} – вероятность совмещения событий.

Исходя из вышеприведенной формулы возможно определение фактора времени τ_k , вероятности P_k и продолжительности событий T_k , где k – индекс события.

Формула прогнозирования генерирующего энергетического оборудования с учетом отказов и плановой профилактики имеет вид [3]:

$$W = W_1 + W_2 - W_{тх}.$$

где $W_{тх}$ – технологические потери.

Выводы

Перспективы использования возобновляемых источников энергии для энергоснабжения потребителей связаны с повышением показателей надежности систем с преобразователями возобновляемой энергии, чему способствует анализ их надежности.

Список литературы

1. Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации: федеральный закон № 261 от 23 ноября 2009 года.
2. Галушко, В.Н. Определение показателей надежности электрических систем с учетом изменяющихся условий / В.Н. Галушко, Т.В. Алферова, А.А. Алферов // Вестник Гомельского государственного технического университета им. П.О. Сухого. – 2013. – № 3. – С. 80-87.

3. Кунцевич, П.А. Обобщенный принцип прогнозирования эффективности оборудования при переменной вероятности потока энергии первичного источника / П.А. Кунцевич // Инновации в сельском хозяйстве. – 2015. – № 1. – С. 58-62.

УДК 621.311

Ихонькин Александр Владимирович

направление Агроинженерия (бакалавриат), гр. АИп-41

Научный руководитель **Свечников Владимир Николаевич**,

преподаватель кафедры энергообеспечения предприятий

*ФГБОУ ВО «Поволжский государственный технологический университет»,
г. Йошкар-Ола*

АНАЛИЗ ПРИЧИН ОТКАЗОВ СИЛОВЫХ ТРАНСФОРМАТОРОВ

Цель работы – провести анализ причин отказов силовых трансформаторов и выявить возможные направления их предупреждения.

Трансформаторы различных габаритов и конфигураций являются сердцем энергетических систем. Будучи крайне необходимым и дорогостоящим оборудованием, трансформаторы играют важную роль в передаче электроэнергии и целостности энергетической системы в целом.

Тем не менее, трансформаторы имеют свой ресурс эксплуатации, в случае превышения которого может произойти отказ трансформатора. Под воздействием неблагоприятных условий системе и системному оборудованию могут быть нанесены тяжелые повреждения, кроме того, возможно недопустимое прерывание снабжения потребителей. Поскольку период ремонта и замены силовых трансформаторов обычно очень длительный, ограничение ущерба, наносимого поврежденным трансформаторам, является первоочередной целью их защиты.

Сбои в работе трансформаторов могут быть классифицированы следующим образом:

1. Неисправность обмоток вследствие коротких замыканий (витковое замыкание, замыкание «фаза-фаза», «фаза земля», открытая обмотка).

2. Повреждения сердечника (нарушение изоляции сердечника, укороченные пластины).

3. Терминальные повреждения (открытые вводы, неплотные соединения, короткие замыкания).

4. Сбои системы регулирования напряжения под нагрузкой (механические, электрические, короткие замыкания, перегрев).

5. Ненормальные условия эксплуатации (перенасыщение, перегрузка, перенапряжение).

6. Внешние неисправности.

Поломок трансформаторов и угроз их безопасности можно избежать или свести их к минимуму, убедившись в том, что проводники и оборудование имеют правильный размер, защиту и надлежащее заземление. Неправильная установка трансформаторов может вызвать пожар из-за неправильной защиты, а также поражение электрическим током в связи с несоответствующим заземлением.

Как только трансформатор будет смонтирован, бак должен быть постоянно заземлен на правильно установленном стационарном заземлении надлежащего сечения.

В условиях повышенной влажности или дождя доступ к заполненному жидкостью трансформаторному баку должен быть ограничен.

Сухой воздух должен непрерывно поступать в газовое пространство, если влажность превышает 70 %.

Силовой трансформатор должен быть защищен от дождя таким образом, чтобы вода не попадала внутрь.

Все оборудование, используемое при обработке жидкостей (шланги, насосы и т.д.), должно быть чистым и сухим. Если в ходе проверки выводится изоляционная жидкость, ее уровень должен оставаться не ниже верхней части обмотки.

Когда заполненный жидкостью трансформатор установлен снаружи, необходимо поддерживать постоянное положительное давление газа на уровне от 1 до 2 МПа (даже при низкой температуре окружающей среды).

Прежде чем подать напряжение, необходимо провести заключительный осмотр трансформатора. Должна быть произведена проверка всех соединений, изоляции и вводов.

При загрузке трансформатор должен находиться под наблюдением в течение первых часов работы. Температура и давление в баке трансформатора должны контролироваться на протяжении первой недели работы.

Выводы

Отказы трансформаторов обычно вызваны повреждениями элементов трансформатора (обмотки, сердечник, вводы) и внешними факторами (условия окружающей среды и режим работы сети). Для обеспечения длительной работы трансформаторного оборудования необходимо строго соблюдать правила эксплуатации и промышленной безопасности.

Список литературы

1. Система Стратегического планирования ремонтов. ОАО «ФСК ЕЭС». Методика экспертной оценки технического состояния оборудования. Версия 0.3. – М., 2006.
2. Методика оценки технического состояния основного электросетевого оборудования. Приложение № 1 к Типовому стандарту ОАО «Холдинг МРСК» управления производственными активами дочерних и зависимых обществ. – М., 2012.

УДК 697.34

Фурзиков Антон Алексеевич

направление Теплоэнергетика и теплотехника (магистратура), гр. ТТм-21

Научный руководитель **Медяков Андрей Андреевич**,

канд. техн. наук, доцент кафедры энергообеспечения предприятий
ФГБОУ ВО «Поволжский государственный технологический университет»,
г. Йошкар-Ола

АНАЛИЗ РАБОТЫ СИСТЕМЫ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ д. ЛЮЛЬПАНЫ В АВАРИЙНЫХ РЕЖИМАХ

Цель работы – проанализировать возможные аварийные ситуации в системе теплоснабжения д. Люльпаны Медведевского района Республики Марий Эл, чтобы определить, сможет ли котельная обеспечить необходимым количеством теплоты население при таковых ситуациях.

Актуальность данной темы объясняется тем, что котельная, которая обеспечивает теплом целую деревню, не может при аварийном режиме не обеспечить необходимым количеством тепла жилые дома, так как это повлечет за собой риски жизни населения.

Возможные аварийные ситуации в котельной:

- 1) прекращение работы одного из питательных насосов;
- 2) повышение давления в водогрейных котлах;
- 3) внезапное прекращение горения и взрывы газовой смеси в камерах сгорания и газоходах газифицированных котлов [1, 2].

Выше была перечислена часть возможных аварийных ситуаций, которые могут возникнуть из-за большого износа оборудования, которые не были вовремя обслужены, халатности обслуживающего персонала и других причин.

Далее рассмотрим тепломеханическую схему котельной, для того чтобы выяснить, какое оборудование там установлено (см. рисунок).

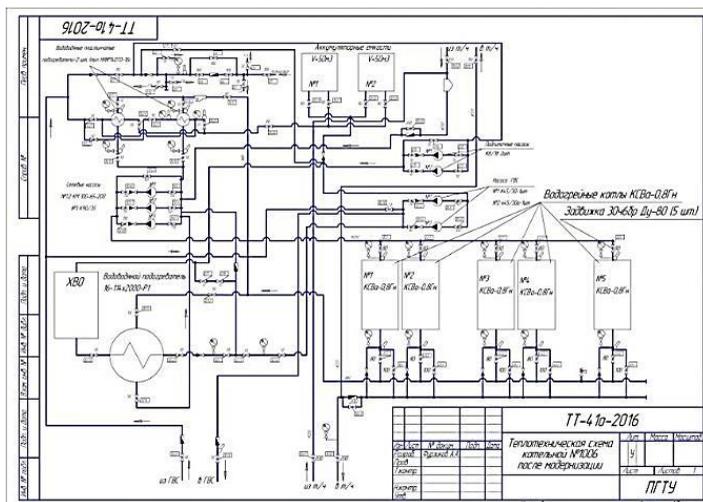


Схема котельной

Из схемы видно, что в системе установлено 3 питательных насоса общей производительностью 290 м³/ч, а всем 5 котлам необходимо 140 м³/ч, это говорит о том, что если один из насосов выйдет из строя, то оставшиеся легко обеспечат нужным количеством воды.

Далее рассмотрим, какая тепловая нагрузка у котельной. Приведем фактические данные по потребителям (см. таблицу).

Фактические данные по потребителям

Общая тепловая нагрузка на котельную, 2,4 Гкал/ч							
Порядковый номер абонента	Тепловая нагрузка, кВт	Порядковый номер абонента	Тепловая нагрузка, кВт	Порядковый номер абонента	Тепловая нагрузка, кВт	Порядковый номер абонента	Тепловая нагрузка, кВт
1	97,95	7	287,3	13	187,06	19	12,20
2	114,3	8	41,11	14	20,29	20	16,32
3	114,3	9	8,08	15	12,20	21	335,68
4	32,65	10	89,38	16	24,41	22	31,33
5	449,3	11	94,63	17	244,70		
6	253,3	12	188,7	18	181,78		

Из данных таблицы видно, что общая тепловая нагрузка на котельную составляет 2,4 Гкал/ч, а схема показывает, что общая производительность котлов составляет 3,4 Гкал/ч, это говорит о том, что в котельной установлен резервный котел. В случае аварийной ситуации, связанной с выходом из строя одного из котлов, котельная сможет обеспечить население необходимым количеством тепла.

Вывод

Проанализировав систему теплоснабжения котельной №1006, выяснили, что в аварийных ситуациях она сможет обеспечить необходимым количеством теплоты население. Таким образом, это не повлечет за собой риски для жизни населения.

Список литературы

1. Соколов, Б.А. Котельные установки и их эксплуатация: учебник нач. проф. образования / Б.А. Соколов. – М., 2013. – 423 с.
2. Бадагуев, Б.Т. Паровые и водогрейные котлы безопасности при эксплуатации / Б.Т. Бадагуев. – М.: Изд-во «Альфа-Пресс», 2011. – 200 с.

УДК 629

Шабалин Алексей Юрьевич

направление Эксплуатация транспортно-технологических машин
и комплексов (магистратура), гр. ЭТМм-12

Научный руководитель **Рябинин Денис Евгеньевич**,
преподаватель кафедры эксплуатации машин и оборудования
ФГБОУ ВО «Поволжский государственный технологический университет»,
г. Йошкар-Ола

АНАЛИЗ СПОСОБОВ ТРАНСПОРТИРОВКИ ЛЕГКОВЫХ АВТОМОБИЛЕЙ

Цель работы – анализ способов транспортировки легковых автомобилей с целью усовершенствования устройства для их транспортировки.

Специфика рынка продаж автомобилей состоит в том, что покупатели автомобилей находятся по всей стране, продажи машин происходят в ближайших к ним региональных дилерских центрах, а доставка автомобилей фактически производится из центрального офиса.

Актуальность проекта обуславливается необходимостью модернизации существующих способов доставки легковых автомобилей потребителям.

На данный момент существуют несколько способов перевозки легковых автомобилей по территории нашей страны. Одним из самых по-

пулярных способов перевозки легковых автомобилей по стране является перевозка их с помощью специальных автовозов.

Перевозка автомобилей автовозом имеет широкую географию, доставка автомобилей из многих городов России осуществляется по многим направлениям.

Данный способ широко применяется производителями автомобилей для доставки машин к дилерам по продаже автомобилей. Автовозы применяются при доставке автомобилей при плече доставки до 2000 км.

Главными его преимуществами выступают:

- возможность погрузки на автовоз до 8-10 автомобилей, тем самым уменьшается стоимость перевозки одного автомобиля;
- самостоятельный въезд и выезд автомобиля с автовоза без применения специальных грузоподъемных устройств.

Недостатками являются: нерентабельность перевозки одного автомобиля и невозможность перевозки неисправных автомобилей.

Отправка автомобиля в вагоне-сетке или в цельнометаллическом вагоне считается наиболее популярным и самым доступным по цене способом перевозки.

Преимуществами данного способа можно назвать:

- низкая стоимость перевозки по сравнению с автомобильным отправлением;
- большая вместимость вагонов;

Недостатками данного способа являются:

- ограничение количества вмещаемых автомобилей по длине вагона;
- нецелесообразность применения данного метода при перевозках на небольшие расстояния;
- долгое время ожидания отправления и погрузки автомобилей.

В настоящее время широко применяется *перевозка автомобилей в специальных контейнерах*. Данные контейнеры имеют определенные стандартные размеры. Железнодорожные перевозки легковых автомобилей в универсальных контейнерах (20 или 40 футов) с закреплением автомобиля внутри контейнера в соответствии с техническими условиями.

Основные преимущества перевозки авто в контейнере:

- железнодорожная доставка автомобилей – самый надежный способ перевозки по причине того, что доступ к автомобилю защищен контейнером;
- скорость доставки автомобиля железнодорожным транспортом на ряд направлений выше, чем на автовозе;

- стоимость доставки автомобиля железнодорожным транспортом соизмерима с альтернативными видами транспорта, при этом отсутствует время на накопление, а надежность защиты значительно выше;
- быстрый процесс погрузки, надежное крепление автомобилей в контейнерах;
- защита от атмосферных осадков делает такие перевозки востребованными на рынке доставки автомобилей;
- к перевозке в железнодорожных контейнерах допускаются практически все модели легковых автомобилей, а также легкие грузовые;
- перевозимый автотранспорт может быть загружен непосредственно по адресу грузоотправителя и доставлен до железной дороги автомобильным контейнеровозом;
- после перевозки по железной дороге автомобиль в контейнере может быть легко доставлен непосредственно по адресу получателя или на склад любым автомобильным контейнеровозом.

Недостатки контейнерных перевозок заключаются в следующем:

- контейнеры имеют стандартные габариты, в контейнер не влезут легковые автомобили больших габаритов;
- другой недостаток связан с тем, что вагоны сетки обеспечивают большие объемы перевозок, чем вагоны-контейнеровозы. При заказе перевозки нескольких сотен автомобилей этот недостаток будет ощутим.

Вместе с тем перевозка автомобилей по железной дороге контейнерами считается самой перспективной не только в России, но и за рубежом. Полное исключение повреждений автомобиля во время перевозки в контейнере и легкая транспортировка – это главные причины стремительного роста популярности контейнерных перевозок, в том числе и перевозок автомобилей в контейнерах по железной дороге.

Выводы

Таким образом, анализ рассмотренных способов транспортировки автомобилей свидетельствует о том, что выбор наиболее предпочтительного способа транспортировки зависит в основном от расстояния транспортировки автомобиля.

Поэтому нами предлагается модернизировать конструкцию вагона, позволяющего расширить функциональные возможности по перевозке железнодорожным транспортом.

Список литературы

1. ГОСТ Р 52524-2005 (ISO6346:1995) Контейнеры грузовые. Кодирование, идентификация и маркировка. – М.: Стандартинформ, 2006. – 17 с.

2. Импокар – перевозка легковых автомобилей автовозами по России. Калькулятор стоимости перевозки автомобиля [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://improcar.ru/> (дата обращения 22.09.2017)

3. Матюшин, Л. Н. Контейнерные и контейнерные перевозки грузов: справочник. Ч. 2 / Л. Н. Матюшин, П. М. Баскаков; под общ. ред. Л. Н. Матюшина. – М.: Интеграция, 2009. – 222 с.

УДК 621.311

Куприянов Дмитрий Алексеевич

направление Агроинженерия (бакалавриат), гр. АИп-41

**Научные руководители: Сидорова Елена Николаевна,
Петухова Екатерина Вячеславовна,**

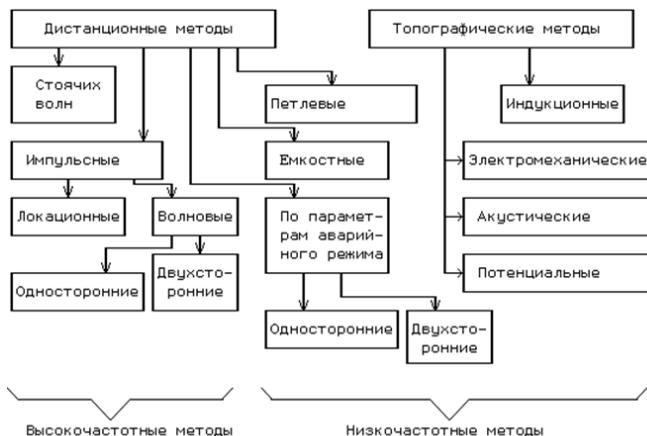
преподаватели кафедры энергообеспечения предприятий
ФГБОУ ВО «Поволжский государственный технологический университет»,
г. Йошкар-Ола

АНАЛИЗ ТЕХНОЛОГИЙ ОПРЕДЕЛЕНИЯ МЕСТ ПОВРЕЖДЕНИЯ КАБЕЛЬНЫХ ЛЭП

Цель работы – провести анализ ситуаций, в которых происходит выход из строя кабельных линий электропередачи, выявить технологии, направленные на поиск мест повреждений кабельных линий электропередачи.

Нарушение нормального режима работы электроэнергетических систем, как правило, происходят из-за повреждения её элементов, в частности, линий электропередачи (ЛЭП). Причинами повреждений ЛЭП являются воздействия природных и технических факторов. К природным факторам относятся ветер, гололед, перепад температур, атмосферные перенапряжения, к техническим – короткие замыкания (КЗ), внутренние перенапряжения, нарушения правил технической эксплуатации, однофазные и многофазные замыкания, обрывы проводов и другие повреждения и т.п.

Повреждение линий электропередачи приводит к нарушению нормального режима работы электроэнергетических систем и, как следствие, к нарушению нормального электроснабжения потребителей, снижению качества электрической энергии и повышению потерь электроэнергии в сети. Для восстановления нормального режима работы необходимо как можно быстрее восстановить поврежденную линию. Основную часть времени восстановления поврежденной линии занимает процесс определения места повреждения. Исходя из этого, решение задачи ОМП должно быть одновременно быстрым и точным.



Классификация методов ОМП

Определение места повреждения на линиях 110-220 кВ

Линии электрических сетей с большими токами замыкания на землю характеризуются достаточно большой протяженностью. Методы и средства ОМП здесь основаны на измерении и запоминании параметров аварийного режима (токов и напряжений прямой, обратной и нулевой последовательности) и вычислении расстояния до мест повреждения. В таких сетях используются, как правило, двухсторонние методы, основанные на фиксации токов и напряжений по концам ВЛ.

Определение места повреждения на линиях 6-35 кВ

Воздушные (ВЛ) и кабельные (КЛ) линии 6-35 кВ составляют основу распределительных сетей и по данным

ОАО «ФСК ЕЭС» имеют протяжённость около 1,3 млн км. Более 600 тыс. км этих линий выработали свой ресурс, что приводит в среднем к восьми отключениям в год на 100 км. Поэтому в настоящее время повышается актуальность более точного и своевременного определения места повреждения (ОМП).

Основные устройства

Применяемые в настоящее время устройства определения мест повреждения на линиях 6-10 кВ разделяются на две группы: *топографические*, к которым относятся указатели поврежденных участков, и *дистанционные*, к которым относятся фиксирующие приборы. Топографические устройства определения мест междуфазных замыканий названы так потому, что их устанавливают непосредственно в сети на опорах линии, они являются наиболее простыми и в то же время весьма эффек-

тивными. Это указатели поврежденных участков (УПУ), которые эксплуатируются достаточно длительное время. Наиболее широко распространены указатели с автоматическим самовозвратом, которые срабатывают при появлении в линии тока КЗ и имеют выходной орган, позволяющий фиксировать их срабатывание.

После восстановления нормального режима работы линии устройства автоматически возвращаются в исходное состояние, что существенно облегчает эксплуатацию по сравнению с устройствами, не имеющими органов возврата. Указатели поврежденного участка серии УПУ. Указатель типа УПУ-1 состоит из двух блоков: стационарного и переносного (блока контроля).

Выводы

В настоящее время разработаны различные методы определения мест повреждения кабельных ЛЭП, которые позволяют точно определить место и характер повреждения, однако важным является соблюдение мер и техники безопасности при проведении указанных работ.

Список литературы

1. Айзенфельд, А.И. Методы определения мест короткого замыкания на воздушных линиях электропередачи при помощи фиксирующих приборов / А.И. Айзенфельд. – М.: Энергия, 2014.
2. Айзенфельд, А.И. Определение мест короткого замыкания на линиях с ответвлениями / А.И. Айзенфельд, Г.М. Шалыт. – 2-е изд. – М.: Энергоатомиздат, 1988.

УДК 697.331

Семенов Руслан Алексеевич

направление Теплотехника и теплоэнергетика (магистратура), гр. ТТм-21

Научный руководитель **Соловьев Владимир Григорьевич,**

канд. техн. наук, доцент кафедры энергообеспечения предприятий
*ФГБОУ ВО «Поволжский государственный технологический университет»,
г. Йошкар-Ола*

АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ КОНДЕНСАТА ГРЕЮЩЕГО ПАРА НА ЙОШКАР-ОЛИНСКОЙ ТЭЦ-2

Цель проекта – рассмотреть в данной работе способ снижения внутростанционных потерь пара и конденсата Йошкар-Олинской ТЭЦ-2. Цель достигается посредством выбора схем полезного исполь-

зования конденсата греющего пара и тепла конденсата непрерывной продувки.

Конденсат – это ценный теплоноситель. Повторное использование даже небольшого количества конденсата нередко бывает экономически оправдано. Во многих случаях имеет смысл собирать и возвращать конденсат, который отводится одним единственным конденсатоотводчиком. Конденсат, который не был возвращен в котельную, можно компенсировать, подавая в деаэратор холодную добавочную воду. Но это может стать причиной дополнительных затрат на химическую обработку воды, а также на топливо для ее нагрева до температуры приемлемой для подачи в деаэратор.

В связи с этим выбор оптимальных схем использования теплоты пара и конденсата, создание новых конденсат сборных систем остается *актуальной задачей*.

Образующийся при конденсации пара конденсат представляет собой вторичный тепловой ресурс. Конденсат выходит из теплообменников с температурой насыщения, соответствующей давлению греющего пара в аппарате, либо с более низкой, если в установке предусматривается дополнительно охлаждение конденсата. Температура конденсата может достигать 150-100 °С, и это позволяет использовать его в качестве греющего теплоносителя как во многих технологических аппаратах, так и в системах отопления и вентиляции предприятий. Достоинством конденсата как теплоносителя являются сравнительно высокий коэффициент теплообмена, большая удельная теплоемкость, возможность транспортирования по трубопроводам на значительные расстояния (при этом понижение температуры потока в хорошо изолированном трубопроводе составляет не более 1 °С на 1 км).

Такое двухступенчатое использование теплоты, содержащейся в исходном паре, наилучшим образом отвечает требованиям эффективного и экономичного потребления энергоресурсов. Однако реализация второй ступени, то есть использование теплоты конденсата, предполагает наличие на производстве постоянных потребителей низкотемпературной теплоты.

В качестве потребителя низкотемпературной теплоты может служить предварительный подогреватель сырой воды подпитки котлов.

На рисунке показан предварительный подогреватель, установленный под основным теплообменным аппаратом. Конденсат из основного теплообменного аппарата самотёком поступает в предварительный подогреватель и отдает в нём свою теплоту продукту. Отвод охлажденного конденсата из предварительного подогревателя осуществляется посред-

ством поплавкового конденсатоотводчика. Между предварительным подогревателем и поплавковым конденсатоотводчиком должен быть перегиб трубопровода, причем верхняя точка перегиба должна находиться выше предварительного подогревателя.

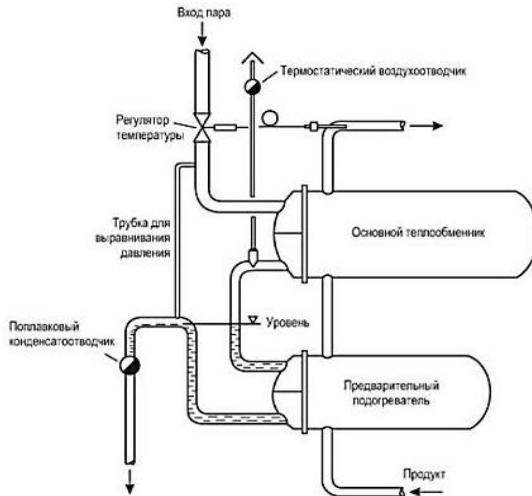


Схема предварительного подогрева сырой воды перед основным подогревателем

Для поддержания постоянного уровня до и после предварительного подогревателя необходимо установить трубку для выравнивания давления. Данная трубка должна соединять самую верхнюю точку участка трубопровода между предварительным подогревателем и поплавковым конденсатоотводчиком и трубопровод подачи пара в основной теплообменный аппарат. В этом случае предварительный подогреватель всегда будет затоплен конденсатом. Давление в основном теплообменном аппарате и в предварительном подогревателе будет одинаковым (в данном случае мы пренебрегаем статическим давлением столба жидкости между основным теплообменным аппаратом и предварительным подогревателем).

На выходе из основного теплообменного аппарата необходимо установить автоматический воздухоотводчик. Площадь греющих поверхностей предварительного подогревателя рассчитывается, исходя из доступного для утилизации количества «вторичного тепла» и требуемой выходной температуры конденсата.

Выводы

Данная схема не только позволяет сэкономить теплоту, но и обладает рядом преимуществ:

- в качестве греющей среды в предварительном подогревателе используется только вода;
- входная температура продукта выше;
- диаметры трубопроводов могут быть уменьшены;
- практически полностью исключаются проблемы, связанные с гидроударами, кавитацией и эрозией в трубопроводах (данные проблемы характерны для двухфазных потоков пар/конденсат).

Список литературы

1. Утилизация теплоты конденсата [Электронный ресурс]. – URL: <http://alvas-eng.ru/content/view/91/85/> (дата обращения 17.10.2017)
2. Системы возврата конденсата [Электронный ресурс]. – URL: <http://regklapan.ru/base/spiraxsarco/academy-articles.asp-id=112.htm> (дата обращения 17.10.2017)

УДК 621.382

Маковеева Диана Евгеньевна

направление Проектирование вычислительных систем (магистратура),
гр. ЭВСМ-11

Научный руководитель **Алиев Марат Туфикович**,

канд. техн. наук, доцент кафедры проектирования и производства ЭВС
*ФГБОУ ВО «Поволжский государственный технологический университет»,
г. Йошкар-Ола*

АППАРАТНО-ПРОГРАММНЫЙ КОМПЛЕКС ОЦЕНКИ ЗРИТЕЛЬНОГО УТОМЛЕНИЯ ОПЕРАТОРОВ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ

Проблема снижения потребления энергоресурсов является одним из важных направлений развития научно-технического прогресса. Одним из решений данной проблемы может являться уменьшение потерь при работе исполнительных устройств.

В настоящее время бурно развиваются информационные технологии и автоматизированные системы на основе использования компьютерной дисплейной техники. Применение вычислительных систем во многих отраслях промышленности сопровождается использованием видеодисплейных терминалов (ВДТ). Анализ литературных данных показал, что

продолжительная работа с ВДТ является основным фактором, вызывающим психоэмоциональное и зрительное утомление оператора. Это приводит к формированию повышенной психоэмоциональной напряженности и хронической усталости и, как следствие, к появлению проблем со здоровьем.

С течением времени начали появляться различные методические и инструментальные средства для оценки функционального состояния человека. Разнообразие методов оценки функционального состояния привело к необходимости разработки новых методов оценки и контроля утомления операторов вычислительных систем [1-4].

Исходя из вышеизложенного, можно утверждать, что разработка аппаратно-программного комплекса, позволяющего контролировать зрительное утомление операторов вычислительных систем, является актуальной задачей, имеющей существенное значение для отраслей знаний, связанных с данным исследованием.

Степень разработанности проблемы. Вопросами теории и практики разработки методов оценки функционального состояния организма занимались В.В. Роженцов, М.Т. Алиев, М.М. Полевщиков, К.Е. Сидоров, В.И. Васильев, А.Н. Разумов, Н. Davson, M.J.H. Huibers, I.J. Kant, G.M.H. Swaen и многие другие.

Однако вопросы реализации автоматизированных систем контроля зрительного утомления у операторов вычислительных систем, пока недостаточно исследованы, но являются актуальной задачей, которая позволит вовремя проконтролировать утомляемость и своевременно внести коррективы в организацию рабочих мест [7, 8].

Целью проекта является разработка аппаратно-программного комплекса, который обеспечивает контроль зрительного утомления операторов вычислительных систем.

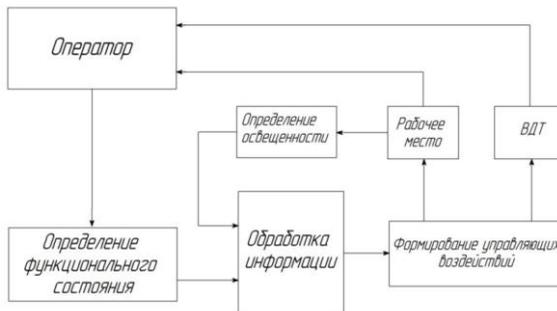


Рис. 1. Структурная модель метода контроля

Исходя из цели исследования, разработана структурная модель метода контроля утомления, представленная на рисунке 1, которая позволяет управлять эргономическими показателями рабочего места.

В соответствии со структурной моделью предложена математическая модель на основе теории нечетких множеств, описывающая вычисления на каждом этапе обработки нечеткой информации.

Значения функций принадлежности выходных переменных y для каждого из решающих правил оператором Мамдани определяется по следующей формуле:

$$\mu_{B_j^*}(y) = \mu_{R_j}(x, y) = \min_{A \otimes B} \{ \mu_{A_j}(\dot{x}_1 \dot{x}_2 \dot{x}_3), \mu_{B_j}(y_i) \},$$

где $A = A_{x_1} \cup A_{x_2} \cup A_{x_3}$ – нечеткое множество входных переменных; j – номер правила;

$\dot{x}_1, \dot{x}_2, \dot{x}_3$ – измеренные значения времени ощущения зрительного анализатора, периода операторской деятельности, освещенности соответственно;

y_i – соответствующее выходное значение;

B_j – терм выходной переменной, соответствующей j -му правилу;

$\mu_{A_j}(\dot{x}_1 \dot{x}_2 \dot{x}_3) = \min_{A \otimes B} \{ \mu_{A_{x_1}}(\dot{x}_1), \mu_{A_{x_2}}(\dot{x}_2), \mu_{A_{x_3}}(\dot{x}_3) \}$ – нечеткие пересечения, даваемые посылками правил;

$\mu_{B_j^*}(y)$ – значение функции принадлежности терма выходной переменной по j -му правилу.

Результирующая функция принадлежности $\mu_{B_p}(y)$ для воздействия определяется операцией

$$\mu_{B_p}(y) = \max_{B_j \forall y} \{ \mu_{B_j^*}(y) \}.$$

Конкретное значение управляющего воздействия определяется процедурой дефазификации по $\mu_{B_p}(y)$ методом центра тяжести:

$$y^* = \frac{\int_{y_{min}}^{y_{max}} y \cdot \mu_{B_p}(y) dy}{\int_{y_{min}}^{y_{max}} \mu_{B_p}(y) dy}.$$

Далее разработана обобщенная структурная схема аппаратно-программного комплекса контроля утомления, приведенная на рисунке 2.

Такая организация позволяет соединить в сеть большое количество рабочих мест, оценивать и контролировать каждого оператора, а также управлять освещением каждого рабочего места. Структура предлагаемой системы открытая, что позволяет дополнить существующий комплекс другими блоками, расширяя его возможности [4].

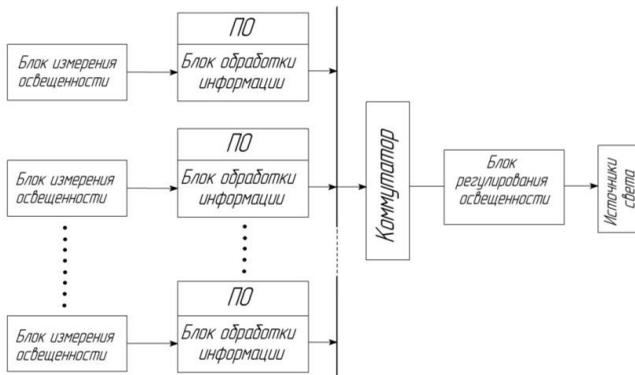


Рис. 2. Обобщенная структурная схема

Выводы

Таким образом, разработана структурная модель метода контроля зрительного утомления операторов вычислительных систем. В соответствие структурной модели предложена математическая модель метода оценки и контроля утомления на основе теории нечетких множеств. Исходя из структурной и математической модели, разработана структурная схема аппаратно-программного комплекса контроля зрительного утомления операторов вычислительных систем.

Список литературы

1. Казарян, Э.Э. Причины и профилактика утомляемости зрительного анализатора у пользователей компьютерных видеодисплеев / Э.Э. Казарян, В.Р. Мамиконян // Вестник офтальмологии. – 2003. – Т. 119, № 3. – С. 50-53.
2. Алиев, М.Т. Аппаратно-программный комплекс для оценки эффективной деятельности человека / М.Т. Алиев, С.Л. Тихонов // Вестник Марийского государственного технического университета. Серия Радиотехнические и инфокоммуникационные системы. – 2010. – № 3. – С. 76-85.
3. Психофизиологические основы профилактики перенапряжения / Ю.В. Мойкин, А.И. Киколов, В.И. Тхоревский, Л.Е. Милков. – М.: Медицина, 1987. – 256 с.
4. Роженцов, В.В. Критическая частота световых мельканий: применение, способы и устройства измерения: монография / В.В. Роженцов. – Йошкар-Ола: МарГТУ, 2005. – 156 с.
5. Горшков, С.И. Методики исследований в физиологии труда / С.И. Горшков, З.М. Золина, Ю.В. Мойкин. – М.: Медицина, 1974. – 311 с.
6. Петухов, И.В. Исследование точности оценок временных характеристик зрительного восприятия / И.В. Петухов, В.В. Роженцов, М.Т. Алиев // Бюлле-

ть экспериментальной биологии и медицины. – 2007. – Т. 144, № 8. – С. 236-237.

7. Роженцов, В.В. Время ощущения зрительного анализатора человека / В.В. Роженцов, М.Т. Алиев // Вестник Казанского государственного технического университета им. А.Н. Туполева. – 2005. – № 3 (39). – С. 20-23.

8. Патент 2231293 РФ, МПК⁷ А 61 В 5/16. Способ определения времени возбуждения зрительного анализатора человека / В.В. Роженцов, М.Т. Алиев (РФ). – Опубл. 27.06.2004, Бюл. № 18.

УДК 697.7

Москвичёв Андрей Сергеевич

направление Теплоэнергетика и теплотехника (бакалавриат), гр. ТТ-41

Научные руководители: **Медяков Андрей Андреевич,**

канд. техн. наук, доцент кафедры энергообеспечения предприятий

Бажина Анастасия Алексеевна,

преподаватель кафедры энергообеспечения предприятий

*ФГБОУ ВО «Поволжский государственный технологический университет»,
г. Йошкар-Ола*

ВАРИАНТЫ ПРИМЕНЕНИЯ АКТИВНЫХ СИСТЕМ СОЛНЕЧНОГО ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ

Солнечное теплоснабжение – способ отопления жилого дома, который с каждым днем становится все более популярным во многих, в основном развитых, государствах мира. Наибольшими успехами в области солнечной тепловой энергетики на сегодняшний день могут похвастаться в странах западной и центральной Европы. На территории Евросоюза на протяжении последнего десятилетия наблюдается ежегодный рост отрасли возобновляемой энергетики на 10–12 %. Такой уровень развития – это очень существенный показатель.

Системы активного солнечного теплоснабжения бывают двух видов: с жидкостным и воздушным теплоносителем. Системы с жидкостным теплоносителем греют воду или антифриз в «жидкостном» коллекторе, а в системах с воздушным теплоносителем в коллекторе греется воздух.

Как первая, так и вторая система улавливают и поглощают солнечное излучение и передают солнечное тепло либо внутрь помещения, либо в накопительную систему, из которой осуществляется распределение тепла по помещению. Если система солнечного нагрева не обеспечивает помещение необходимым количеством тепла, вдобавок к ней используются дополнительные системы обогрева. Коллектор на жидком теплоносителе более предпочтителен тогда, когда тепло перед подачей

какое-то время аккумулируется в накопителе. Кроме того, этот вариант солнечного отопления хорошо подходит для систем лучистого отопления, бойлеров и радиаторов водяного отопления, а также для абсорбционных тепловых насосов и охладителей. Как жидкостная, так и воздушная системы могут дополнять принудительные системы отопления и охлаждения.

- *Экономичность и другие преимущества активных солнечных систем теплоснабжения*

Активные солнечные системы теплоснабжения наиболее эффективны при круглогодичном использовании, поэтому наилучшие результаты достигаются в холодном климате с хорошими солнечными ресурсами. Являясь альтернативой системам отопления, использующим электричество, пропан и др., солнечное отопление представляет собой весьма энергоэффективное решение теплоснабжения дома.

Использование солнечного коллектора может способствовать существенному снижению энергозатрат на отопление в зимнее время. Помимо этого, в отличие от нагревателей, использующих ископаемое топливо, солнечное отопление отличается экологичностью, так как не производит вредных выбросов в атмосферу.

- *Размеры тепловой установки*

Размер системы солнечного отопления определяется такими факторами, как местоположение, особенности дизайна, а также уровень потребности дома в теплоснабжении.

Наиболее экономичным считается решение, при котором система солнечного отопления обеспечивает 40-80 % тепла, необходимого дому. Системы, производящие менее 40 % необходимого тепла, эффективными бывают редко, за исключением тех случаев, когда используется воздушный солнечный коллектор, который без предварительного накопления тепла обогревает 1-2 отдельные комнаты.

При выборе солнечной системы стоит также учитывать особенности дизайна здания: правильно спроектированному и утепленному дому, при строительстве которого были задействованы общие принципы пассивного солнечного дизайна, понадобится гораздо более скромная и менее дорогостоящая система солнечного отопления, использование которой способно свести к минимуму применение дополнительных (не солнечных) систем теплоснабжения.

Несмотря на все преимущества системы солнечного нагрева, рекомендуется, чтобы ее дублировала другая, резервная система отопления.

- *Регуляторы для систем солнечного нагрева*

По сравнению с традиционными отопительными системами, регуляторы для систем солнечного нагрева, как правило, более сложные,

поскольку им приходится анализировать большее число сигналов и контролировать большее количество приборов (включая традиционное отопительное оборудование, используемое в дополнение к солнечному).

Регуляторы для солнечных систем включают различные датчики, переключатели и/или двигатели для управления системой. Используются также и регуляторы, предотвращающие замерзание или чрезмерное нагревание жидкости в коллекторах.

Главным элементом контроля системы солнечного нагрева является дифференциальный термостат, замеряющий разницу температур в коллекторе и баке-аккумуляторе. Когда температура среды в коллекторе на $5.6^{\circ}\text{--}11^{\circ}\text{C}$ превышает температуру жидкости в баке, термостат запускает насос, обеспечивающий циркуляцию воды или воздуха по коллектору. По мере этого происходит либо нагревание жидкости в баке, либо непосредственное отопление помещения.

Стоимость регуляторов, действующих по разному принципу, также варьируется. Самые дорогие – сложные регуляторы с микропроцессорами, служащими для оптимизации процесса передачи тепла к накопителю и различным зонам дома.

Для электропитания низковольтного вентилятора (у воздушного коллектора) и насоса (у жидкостного коллектора) постоянного тока, можно использовать солнечную батарею. При соответствующем размере скорость работы вентилятора и насоса обеспечивает оптимальный приток солнечного тепла к теплоносителю. В солнечную погоду вентилятор и насос работают быстрее, а в пасмурные дни темп их работы соответственно замедляется.

Установка и текущий уход за системами солнечного нагрева.

Эффективность системы солнечной системы во многом зависит от ее правильного расположения и дизайна, равно как и от качества и прочности ее компонентов. Не последнюю роль здесь играет и мастерство подрядчика, устанавливающего систему.

Следует учесть, что смонтированная система нуждается в текущем уходе, оптимизирующем ее работу и предотвращающем поломки. Системы различного типа нуждаются в различном уходе, однако в среднем на ремонт потребуется 8-16 часов в год.

Список литературы

1. Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии: методические указания для выполнения контрольной работы / сост. А. А. Медяков. – Йошкар-Ола: Поволжский государственный технологический университет, 2014.

2. Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии: учебное пособие / Р.В. Городов, В.Е. Губин, А.С. Матвеев. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2009.

3. Харченко, Н.В. Индивидуальные солнечные установки / Н.В. Харченко. – М.: Энергоатомиздат, 1991. – 208 с.

УДК 620.1.051

Веселов Евгений Александрович

направление Ядерная энергетика и теплофизика (магистратура), М17-АЭ
*ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский Нижегородский
государственный университет им. Н.И. Лобачевского», г. Нижний-Новгород*

Научные руководители: **Белогусев Владимир Николаевич,**

канд. техн. наук, доцент кафедры транспортно-технологических машин,

Егоров Алексей Васильевич,

д-р техн. наук, профессор кафедры транспортно-технологических машин
*ФГБОУ ВО «Поволжский государственный технологический университет»,
г. Йошкар-Ола*

РАЗРАБОТКА АППАРАТНО-ПРОГРАММНОГО КОМПЛЕКСА ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ВЯЗКОСТИ НЕФТИ В НЕФТЕПРОВОДЕ

Цель работы – разработка аппаратно-программного комплекса для определения вязкости нефти непосредственно в нефтепроводе.

Одним из важных показателей, определяющих качество нефтепродуктов, является их вязкость. Однако существующий в настоящее время арсенал технических средств, способных осуществлять оперативный контроль вязкости нефти, невелик, а имеющиеся немногочисленные образцы вискозиметров, пригодных для этих целей, имеют либо невысокие метрологические характеристики, либо недостаточно широкую область применимости, либо неудовлетворительные эксплуатационные показатели, и практически все не учитывают такие параметры, как кавитация и зависимость вязкости жидкостей от давления [1-6]. Отсюда следует, что проблема создания технических средств, обеспечивающих надежный и точный оперативный контроль вязкости различных жидкостей, способных интегрироваться в современные системы управления технологическими процессами, остается весьма актуальной.

Предлагаемый комплекс представляет собой разновидность известного ротационного метода и отличается тем, что зависимости напряжений сдвига от скорости деформации среды получают в кольцевом зазоре между вращающимся телом и стенкой трубы нефтепровода, для различ-

ных значений центростремительного ускорения. Такая технология измерений возможна при помещении вращающегося тела внутри нефтепровода на узлах учета. Для уменьшения сопротивления движущемуся потоку нефти вращающиеся тело выполнено в форме эллипса с заостренными концами, как показано на рисунке 1.

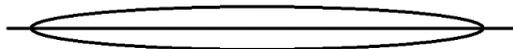


Рис. 1. Схема эллипса с заостренными концами

Такой метод позволяет осуществлять воздействие на исследуемую среду управляемым за счет регулирования относительной скорости вращения эллипса центробежным полем, что дает возможность исследования реологических параметров среды в широком диапазоне градиентов скоростей сдвига и профилей течения.

На базе предложенного метода разработан аппаратно-программный комплекс (АПК) для определения динамической вязкости нефти в нефтепроводе, состоящий из энкодера, измерительного преобразователя (блока регистрации) и персонального компьютера (ПК), с установленной программой регистрации и анализа цифрового сигнала (рис. 2).

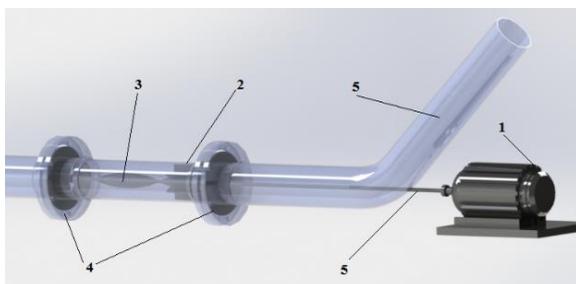


Рис. 2. Схема установки вискозиметра в узле учета и контроля:

1 – электродвигатель; 2 – создатель ламинарного потока; 3 – эллипс с заостренными концами; 4 – соединительные муфты; 5 – отвод нефтепровода

АПК устанавливается в дублирующий отвод и в режиме реального времени может определять вязкость нефти с учетом процессов кавитации.

Данный проект разрабатывается в рамках программы «УМНИК».

Выводы

Разрабатываемый АПК позволит достаточно точно определять вязкость нефтепродукта в режиме постоянного контроля, при этом учитывая процессы кавитации, проходящие в трубопроводе.

Список литературы

1. A new method of determining the equivalent circuit parameters and predicting the steady state performance of inverter fed induction motors / Teruo K., Hirromichi T., Yukio K., Toruo A. // Conf. Rec. IEEE Ind. Appl. Soc. 22nd Annu. Meet., Atlanta, Ga, Oct. 18.
2. Toliyat, H.A. A Method for Dynamic Simulation and Detection of Air.Gap Eccentricity in Induction Machines / H.A. Toliyat, M.S. Arefeen, A.G. Parlos // IEEE Transactions on Industry Applications. – 1996. – Vol. 32, No. 4, July/August. – Pp. 910-918.
3. Pfiffer, J. Ph. Asphaltic bitumen as colloid system / J. Ph. Pfiffer, R. N. J. Saal // J. of Physical chemistry. – 1940. – Vol. 44. – P. 139-149 .
4. Ten Fu Yen. Investigation of the structure of petroleum asphaltenes by X-ray diffraction / Ten Fu Yen, Erdman J. G., Pollack S. S. // J. of Analytical chemistry. – Oct. 1961. – Vol. 33. – No. 11.
5. Hotier, G. Effects of different diluents on heavy oil products: measurement, interpretation, and a forecast of asphaltene flocculation / G. Hotier, M. Robin // Revue de l'IFP. – 1983. – P. 101.
6. Лоскутова, Ю.В. Влияние магнитного поля на реологические свойства нефтей: дис. ... канд. хим. наук / Ю.В. Лоскутова. – Томск, 2003. – 144 с.

УДК 697.331

Семенов Денис Алексеевич

направление Теплотехника и теплоэнергетика (магистратура), гр. ТТм-21

Научный руководитель **Соловьев Владимир Григорьевич,**

канд. техн. наук, доцент кафедры энергообеспечения предприятий

*ФГБОУ ВО «Поволжский государственный технологический университет»,
г. Йошкар-Ола*

АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ ВОЗВРАТА КОНДЕНСАТА ГРЕЮЩЕГО ПАРА МАЗУТНОГО ХОЗЯЙСТВА В ОСНОВНОЙ ЦИКЛ ЙОШКАР-ОЛИНСКОЙ ТЭЦ-2

Цель работы – рассмотреть способ снижения внутростанционных потерь пара и конденсата на Йошкар-Олинской ТЭЦ-2. Цель достигается посредством тепловых расчетов основных потребителей пара мазутного хозяйства и выбора оборудования.

Основным топливом для Йошкар-Олинской ТЭЦ-2 является природный газ, резервным – топочный мазут.

Пар на мазутное хозяйство подается от главного корпуса и используется в качестве теплоносителя для разогрева мазута в цистернах, сливных лотках, приемных и расходных резервуарах, подогревателях

мазута. Система паропроводов включает в себя два магистральных паропровода, распределительный паровой коллектор, паропровод на эстакаду мазутослива, узел регулирования подачи пара на подогреватели, конденсатоотводчики после эстакады мазутослива, подогреватели мазута, баки сбора конденсата.

Конденсат греющего пара подогревателей мазута сбрасывается в бак замазученных дренажей. Таким образом, конденсат греющего пара подогревателей является для ТЭЦ одной из составляющих потерь пара и конденсата.

Рационализация сбора и возврата конденсата от потребителей пара обуславливает *актуальность проекта*. Рационализация дренажей паропроводов должна быть обязательна при проектировании, монтаже и эксплуатации энергетической установки. Между тем до настоящего времени сбор, возврат конденсата и дренаж решаются при проектировании, монтаже и эксплуатации недостаточно рационально. Имеют место большие потери конденсата на станциях, в сетях и у потребителей, что вызывает значительные добавки питательной воды. Вместе с конденсатом теряется много тепла. Большое значение для современных станций имеет также и равномерный возврат чистого конденсата. В ряде случаев дренажные устройства неправильно выполнены, из-за чего недоиспользуется тепло и конденсат дренажей. В результате внутростанционные безвозвратные потери конденсата иногда достигают 8-10% от паропроизводительности котлов (без учета продувок котлов), в то время как на лучших станциях они снижены до 0,5-1%.

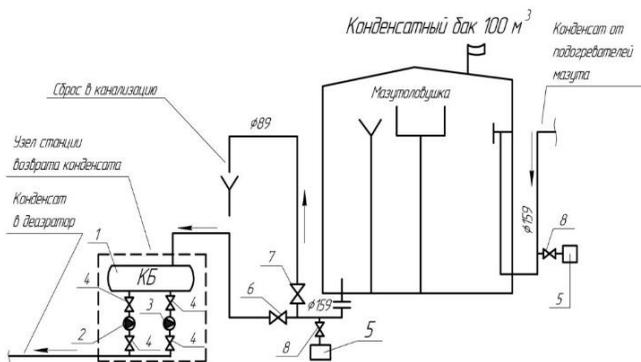
В проекте рассмотрен вариант сокращения потерь конденсата:

- возврат конденсата в основной цикл ТЭЦ.

На рисунке представлена принципиальная схема проекта возврата конденсата греющего пара мазутного хозяйства на Йошкар-Олинской ТЭЦ-2.

Конденсат поступает в конденсатный бак объемом 100 м^3 от конденсатоотводчиков по конденсатопроводу самотеком. На конденсатопроводе в точке отбора проб устанавливается устройство контроля качества конденсата 5 с запорным вентилем 8. На случай выхода из строя первого устройства на выходе конденсата из конденсатного бака устанавливается второе устройство контроля качества конденсата 5. Конденсат от основного конденсатного бака поступает в конденсатный бак 1 станции возврата конденсата за счет собственного напора (из-за разности высоты). Далее конденсат перекачивается с помощью конденсатного насоса 2 по конденсатопроводу в деаэратор котельной. В случае превышения порога содержания мазута в конденсате более 0,5 мг/кг включается сиг-

нализация устройства. С помощью запорного вентиля 6 прекращается подача конденсата на станцию перекачки конденсата. Открывается запорный вентиль 7 трубопровода слива конденсата в ливневую канализацию. Загрязненный нефтепродуктами конденсат сначала очищается в нефтеловушке, а затем сливается в ливневую канализацию через гидрозатвор.



Принципиальная схема проекта возврата конденсата в основной цикл Йошкар-Олинской ТЭЦ-2:

- 1 – конденсатный бак станции возврата конденсата; 2 – основной конденсатный насос; 3 – резервный конденсатный насос; 4 – запорный вентиль; 5 – устройство контроля качества конденсата

Выводы

Рассмотренная в данном проекте схема возврата конденсата в основной цикл Йошкар-Олинской ТЭЦ-2 позволяет:

- снизить затраты на покупку сырой подпиточной воды;
- уменьшить необходимость химической обработки сырой подпиточной воды;
- снизить затраты на оплату за сточные воды и штрафы;
- снизить затраты на топливо;
- работать котлу с максимальной производительностью;
- уменьшить продувку котлов, соответственно снизить потери тепла.

Список литературы

1. Московчук, О.В. Конденсат как фактор стоимости / О.В. Московчук, Г.А. Самбурский. – М.: Издательский дом «Орион», 2015.

2. Ненишев, А.С. Расчет тепловой схемы и отдельных элементов производственной котельной / А.С. Ненишев, В.В. Максимов. – Омск: СибАДИ, 2011.
3. Рустамова, А.И. Системы сбора и повторного использования конденсата / А.И. Рустамова. – Казань: КГЭУ, 2015.

УДК 621.793.3

Уртминцева Александра Сергеевна

направление Материаловедение (бакалавриат), гр. МТМ-41

Научный руководитель **Крашенинникова Надежда Геннадьевна**,
канд. техн. наук, доцент кафедры машиностроения и материаловедения
ФГБОУ ВО «Поволжский государственный технологический университет»,
г. Йошкар-Ола

ВОССТАНОВЛЕНИЕ ИЗНОШЕННЫХ ДЕТАЛЕЙ ХРОМИРОВАНИЕМ

Цель работы – ознакомление с процессом хромирования, выявление преимуществ и недостатков данного метода восстановления деталей.

В ремонтной практике применяются разные способы восстановления изношенных деталей: наплавка, металлизация, нанесение покрытий химическими, электрохимическими, электрофизическими методами, восстановление формы под давлением и т.д.

Одним из наиболее эффективных способов восстановления деталей является гальваническое хромирование. Покрытия из хрома обладают высокими износостойкостью, коррозионной стойкостью, жаростойкостью. Твердость хромовых покрытий превышает твердость закаленных сталей, достигая 850-1200 единиц по Виккерсу. По существующим оценкам, покрытие хромом увеличивает срок службы деталей до 5 раз.

Хромовое покрытие можно получить диффузионным, химическим и электролитическим способами. Самым распространённым методом является гальваника.

Свойства хромовых покрытий определяются технологией их получения, поэтому задача выбора вида покрытия и технологического режима его нанесения является весьма актуальной.

При температуре 45-60 °С и средних плотностях тока (30-100 А/дм²) формируется блестящее хромовое покрытие с разветвленной сеткой мелких трещин. Такое покрытие обеспечивает высокие показатели твердости и износостойкости, кроме того, деталь приобретает декоративный зеркальный внешний вид.

При более низкой температуре (40-45 °С) образуется матовое покрытие, отличающееся максимальной твердостью.

При нанесении гладких покрытий смазка на поверхности детали не удерживается из-за плохой смачиваемости, поэтому детали работают в условиях сухого трения, в результате чего на трущихся поверхностях могут образовываться задиры. По этой причине гладкое хромирование целесообразно использовать для восстановления размеров деталей, работающих с неподвижной посадкой.

Для деталей, работающих в паре трения с большими скоростями скольжения при значительных давлениях и повышенных температурах, целесообразно наносить пористое хромовое покрытие. Его получают электрохимическим способом, проводя анодную обработку деталей в том же электролите, где происходило осаждение хрома.

Анодное травление металла создает в слое хрома каналы и поры, которые в процессе работы будут служить резервуарами для удержания смазки. Это предохранит поверхность покрытия от задигов и сухого трения и будет способствовать снижению износа и увеличению срока службы деталей.

Еще один вид хромового покрытия – «молочный хром». Такое покрытие получается при более высоких температурах (65 °С и выше) и низких плотностях тока (не более 25 А/дм²). Молочный хром характеризуется относительно невысокой твердостью и отсутствием трещин в тонких слоях, поэтому отличается от блестящего хрома повышенной эластичностью. Соответственно, «молочное» покрытие целесообразно наносить на детали, которые функционируют в условиях трения при циклической нагрузке и сравнительно больших давлениях. «Блестящий хром» лучше использовать в тех случаях, когда изделия работают в более щадящих по нагрузке и давлению условиях.

Толщина покрытия при восстановлении деталей определяется степенью износа и может достигать нескольких сотен мкм.

При хромировании целесообразно использовать разбавленные растворы, обеспечивающие наибольшую равномерность осаждения хрома. Особое внимание необходимо уделять правильному выбору конструкции подвесок и монтажу изделий в них. Конструкция должна обеспечивать равномерное осаждение по всей поверхности изделия. Для деталей сложной формы это достигается использованием профилированных анодов. На рабочих участках и в углублениях не должен скапливаться водород, выделяющийся на поверхности деталей в качестве побочного продукта процесса электролиза.

Выводы

Процесс хромирования очень чувствителен к технологическим параметрам, подготовке поверхности деталей, поэтому необходимыми

условиями получения качественного покрытия является правильный выбор режима и неукоснительное его соблюдение.

Список литературы

1. Богорад, Л. Я. Хромирование / Л. Я. Богорад. – Изд. 6-е, перераб. и доп. – Л.: Машиностроение, Ленингр. отд-ние, 1984. – 97 с.
2. <https://www.metalcutting.ru/content/vosstanovlenie-detaley-hromirovaniem>

УДК 621.85-52; 531/534

Домрачев Тимур Байларович, Яшметов Константин Сергеевич
специальность Строительство уникальных зданий и сооружений
(специалитет), гр. СУЗиС-51

Научный руководитель **Лоскутов Юрий Васильевич**,
канд. техн. наук, доцент кафедры сопротивления материалов
и прикладной механики
ФГБОУ ВО «Поволжский государственный технологический университет»,
г. Йошкар-Ола

КИНЕМАТИКА ЛОКОМОЦИЙ ЧЕЛОВЕКА ПРИ ВСТАВАНИИ ИЗ СЕДА И ПОСАДКЕ НА ОПОРУ*

Цель работы – кинематический анализ локомоций человека при переходе из сидячего в вертикальное положение и обратно для синтеза алгоритмов управления экзоскелета нижних конечностей.

Экзоскелет может использоваться не только для увеличения возможностей здорового человека, но и для помощи больным с нарушениями опорно-двигательного аппарата [1]. При разработке системы управления экзоскелетом необходимо задать законы движения и устранить лишние или ненужные движения. Экзоскелет должен включать в себя соответствующие датчики, реагирующие на действия и положения тела в пространстве с учетом правильных локомоций и условий устойчивости равновесия человека. Поэтому *актуальность работы* обусловлена необходимостью разработки алгоритмов управления экзоскелетом, способным «чувствовать» и «предсказывать» поведение человека, исключая рассинхронизацию действий, которая может привести к серьезным нарушениям здоровья [2].

* Работа выполнена в рамках реализации комплексного проекта «Создание высокотехнологического производства многофункционального роботизированного экзоскелета медицинского назначения («РЭМ»)), шифр 2017-218-09-1807, утвержденного Постановлением Правительства Российской Федерации от 9 апреля 2010 г. № 218.

Одним из необходимых движений человека является процесс вставания и присед обратно на опору [3, 4]. Для человека с нарушением функций нижних конечностей процесс становится особенно трудным. Поэтому важной задачей является анализ и синтез законов движения (углов поворота), управляющих угловых скоростей и ускорений звеньев системы «человек-эксоскелет». Для определения абсолютных углов, определяющих положение механизма в режиме «вставание-присед», были проведены экспериментальные исследования, позволившие найти зависимости углов во времени. В дальнейшем предполагается использовать их как задающие воздействия в системе автоматического управления. Для фиксации изменения углов во времени использовалась покадровая обработка видеозаписи эксперимента через равные малые промежутки времени.

Видеозапись разбивалась на кадры в программном комплексе «Adobe Premier» из расчета около 30 кадров на один цикл движения. Затем в программном комплексе «AutoCad» для каждого кадра проводились оси координат и с помощью векторов измерялись углы наклона звеньев.

Данные измерений записывались в таблицу «MS Office Excel», где и были построены эмпирические кривые. На основе полинома пятой степени построены линии тренда с точностью около 99,8%.

Полученные аппроксимирующие функции приняты за законы движения звеньев механизма (абсолютные углы поворотов, изменяемые во времени). Дифференцирование этих функций один раз по времени дает функции угловых скоростей. Дифференцируя второй раз по времени, получаем функции угловых ускорений.



Покадровая обработка видеозаписи вставания из приседа

Изменение углов во времени по результатам эксперимента

Номер кадра	Время, с	Углы между звеном и вертикалью, град.		
		α (бедро)	β (голень)	φ (корпус)
1	0	$84^{\circ}31'$	$152^{\circ}13'$	327°
2	0,02	$86^{\circ}20'$	$152^{\circ}40'$	320°
3	0,04	$87^{\circ}31'$	$152^{\circ}37'$	325°
...

Полученные результаты сопоставлены с результатами других исследований подобных локомоций человека по сходным и отличающимся

методикам, в том числе и с применением аппаратно-программных комплексов на основе датчиков углов и скоростей [1, 5]. Сравнение полученных эмпирических кривых, управляющих функций углов, угловых скоростей и угловых ускорений показало хорошее соответствие наших результатов и данных других исследователей.

Выводы

Экспериментальным путем получены законы движения, управляющие функции угловых скоростей и ускорений звеньев системы «человек-экзоскелет» для системы управления.

Сопоставление полученных результатов с данными других авторов показало хорошую достоверность результатов.

Список литературы

1. Биомехатронный комплекс нейрореабилитации – концепция, конструкция, модели и управление / В.Е. Павловский [и др.] // Препринты ИПМ им. М.В. Келдыша. – 2014. – № 111. – 19 с.
2. Чигарев, А.В. Моделирование управляемого движения двуногого антропоморфного механизма / А.В. Чигарев, А.В. Борисов // Российский журнал биомеханики. – 2011. – Т. 15, № 1. – С. 74-88.
3. Зациорский, В.М. Биомеханика двигательного аппарата человека / В.М. Зациорский, А.С. Аруин, В.Н. Селуянов. – М.: Физкультура и спорт, 1981. – 143 с.
4. Бочаров, М.И. Частная биомеханика с физиологией движения: монография / М.И. Бочаров. – Ухта: УГТУ, 2010. – 235 с.
5. Турлапов, Р.Н. Модели и алгоритмы управления движением экзоскелета для вертикализации и расширения функциональных возможностей человека: дисс. ... канд. техн. наук / Р.Н. Турлапов. – Курск: ФГБОУ ВО «Юго-Запад. гос. ун-т», 2015. – 172 с.

УДК 66.094.2

Фахрутдинова Регина Рифатовна

направление Материаловедение и технология новых материалов (бакалавриат),
гр. МТМ6-41

Научный руководитель **Крашенинникова Надежда Геннадьевна**,
канд. техн. наук, доцент кафедры машиностроения и материаловедения
ФГБОУ ВО «Поволжский государственный технологический университет»,
г. Йошкар-Ола

ВОССТАНОВЛЕНИЕ ИЗНОШЕННЫХ ДЕТАЛЕЙ МЕТОДОМ НАПЛАВКИ

Цель работы – анализ возможности восстановления изношенных деталей наплавкой.

Часто в ремонтной практике приходится решать задачу восстановления изношенных деталей. Одним из возможных путей является наплавка – нанесение на поверхность восстанавливаемого изделия слоя присадочного расплавленного металла.

Целью наплавки может быть как восстановление исходных геометрических параметров детали, так и создание на ее поверхности слоя металла с заданными физико-механическими характеристиками (повышенной твердостью, износостойкостью, антифрикционностью, коррозионной стойкостью, жаростойкостью и пр.).

Наплавку можно производить на любые поверхности – плоские, конические, цилиндрические, сферические.

Типовой технологический процесс наплавки включает следующие операции: подбор присадочных материалов и методов наплавки, подготовку детали, наплавку, снятие напряжений, контроль качества.

При выборе способа, технологии наплавки и присадочных материалов необходимо руководствоваться следующими требованиями: глубина проплавления должна быть наименьшей, что достигается путем наклона электрода в сторону, обратную ходу наплавки; перемешивание наплавленного металла с основным должно быть по возможности минимальным; остаточные напряжения и деформации в детали также должны быть минимальными. Необходимо снижать до приемлемых значений припуски на последующую обработку детали.

Применяются различные методы ручной и механизированной наплавки: электродуговая, газовая, электрошлаковая, индукционная, плазменная, импульсно-дуговая, вибродуговая, порошковая. Наибольшее распространение получила дуговая наплавка.

В качестве материалов для наплавки используют присадочные прутки, порошкообразные смеси, наплавочные покрытые электроды, порошковую и цельностержневую проволоку. В электродуговой наплавке применяются в основном покрытые электроды, присадочные прутки и проволока.

Наплавка покрытыми наплавочными электродами относится к основным способам, применяемым как в промышленности, так и в быту в силу ее простоты, удобства, отсутствия необходимости в специальном оборудовании.

Выпускается большое количество марок электродов, создающих наплавочный слой с различными характеристиками, обеспечивающими требуемые качества изделий для работы в тех или иных условиях.

При электродуговом восстановлении важно правильно подобрать электрод, чтобы он смог сформировать наплавочный слой с требуемыми

параметрами. Сечение стержня определяется формой и толщиной детали, которую предстоит обработать, а конкретный тип электрода выбирается в зависимости от состава наплавляемого металла.

Напряжение дуги определяет форму наплавленного валика: при его повышении увеличивается ширина и уменьшается высота валика, возрастает длина дуги и окисляемость легирующих примесей, особенно углерода. В связи с этим стремятся к минимальному напряжению, которое должно согласовываться с током дуги. Наплавка деталей из стали осуществляется, как правило, постоянным током обратной полярности (на электроде «плюс»).

Детали из низкоуглеродистых и низколегированных сталей наплавляют обычно без предварительного нагрева.

Поверхность детали перед наплавкой тщательно очищают от масла, ржавчины и других загрязнений.

Применяются различные схемы расположения наплавочных швов. В случае плоских поверхностей различают два основных вида наплавки – использование узких валиков с перекрытием друг друга на 0,3-0,4 их ширины, и широких, полученных увеличенными поперечными движениями электрода относительно направления прохода.

Во избежание коробления деталей, наплавление целесообразно проводить отдельными участками «вразброс», а укладку каждого последующего валика начинать с противоположной стороны по отношению к предыдущему.

Наплавка цилиндрической поверхности выполняется тремя способами: валиками вдоль образующей цилиндра; валиками по замкнутым окружностям; по винтовой линии.

Для восстановления и повышения срока службы режущего, штампового и измерительного инструмента, а также деталей механизмов, работающих при интенсивном износе, применяется наплавка рабочих поверхностей твердыми сплавами, представляющими собой соединения таких металлов, как титан, вольфрам, тантал, марганец, хром и других с бором, углеродом, кобальтом, железом, никелем и пр.

Выводы

Восстановительная наплавка обеспечивает эффективное восстановление геометрии и размеров изношенных деталей, а также предоставляет широкие возможности получения новых свойств поверхностей: коррозионной стойкости, износостойкости, жаростойкости и др.

Большим достоинством метода является его универсальность как по конфигурации восстанавливаемых деталей, так и по составам и свойствам наплавляемых слоев металла.

Список литературы

1. Ремонт дорожных машин, автомобилей и тракторов: учебник. – М.: Мастерство, 2001.
2. Дюмин, И.Е. Ремонт автомобилей / И.Е. Дюмин, Г.Г. Трегуб. – М.: Транспорт, 1998.
3. Чернышов, Г.Г. Сварочное дело: Сварка и резка металлов: учебник для нач. проф. образования / Г.Г. Чернышов. – М.: Издательский центр «Академия», 2004. – 496 с.

УДК 678.026.345

Волкова Екатерина Геннадьевна

направление Материаловедение и технология новых материалов (бакалавриат),
гр. МТМб-41

Научный руководитель **Крашенинникова Надежда Геннадьевна**,
канд. техн. наук, доцент кафедры машиностроения и материаловедения
ФГБОУ ВО «Поволжский государственный технологический университет»,
г. Йошкар-Ола

ГАЗОПЛАМЕННОЕ НАПЫЛЕНИЕ ПОРОШКОВЫХ ПОЛИМЕРНЫХ ПОКРЫТИЙ

Цель работы – анализ технологии и возможностей метода газопламенного напыления порошковых полимерных покрытий.

Полимерные покрытия находят все более широкое применение, обладая рядом ценных свойств: высокая химическая и коррозионная стойкость, красивый внешний вид, способность окрашиваться в любые цвета, долговечность и пр.

Предложены различные способы нанесения порошковых полимерных покрытий, при этом активно ведется работа как по поиску новых составов покрытий, так и по разработке новых и совершенствованию существующих технологий их нанесения, поэтому проблема сохраняет свою актуальность.

В автомобиле, строительстве и других областях представляется весьма перспективным использование газопламенного метода нанесения покрытий.

Сущность этого процесса состоит в том, что струю сжатого воздуха с взвешенными в ней частицами порошка пропускают через факел пламени «горючий газ (обычно ацетилен) – воздух». В пламени частицы порошка нагреваются, размягчаются и, ударяясь о предварительно подготовленную и нагретую поверхность, прилипают к ней, образуя сплошное покрытие.

Основными элементами газопламенных горелок являются сопловая система, устройство подачи порошка, привод этого устройства (воздушная турбина, пневматический или электрический двигатель), элемент управления, соединения подачи горючего газа и сжатого воздуха (кислорода), корпус с рукояткой.

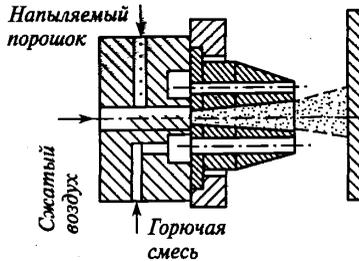


Схема процесса газопламенного напыления

Метод газопламенного напыления при однократном нанесении не обеспечивает получения беспористого, равномерного по толщине покрытия, поэтому на поверхность наносят несколько слоев полимера, Газопламенным способом возможно нанесение толстых (1-3 мм) слоев покрытия, которые нельзя создать другими способами.

Очень важным для получения качественного покрытия является правильный выбор его состава.

Термопласты в виде порошков являются превосходным материалом для газопламенного напыления на металлические и другие поверхности, так как допускают многократное нагревание и нанесение последующих слоев покрытия. При газопламенном способе нанесения происходит частичное окисление полимера под действием повышенной температуры и продуктов сгорания горючего газа, что способствует улучшению адгезии покрытия, хотя и ухудшает эластичность, износостойкость и некоторые другие свойства покрытия. Для устранения этих недостатков в состав порошковых композиций, предназначенных для газопламенного нанесения, добавляют антиоксиданты и специальные технологические добавки: наполнители, отвердители, пигменты и пр.

Фракционный состав наносимого полимера также влияет на качество покрытия. Слишком мелкие частицы легко сгорают в пламени, слишком крупные не успевают расплавиться в полете, поэтому в результате образуются бугристые покрытия с плохой сплошностью.

В связи с этим для газопламенного нанесения выпускают специальные марки порошковых полимерных материалов, имеющие специальные добавки и оптимальный фракционный состав. Чаще всего используют композиции на основе поливинилхлорида, поливинилфторида, полиакрилатов. Покрытия из таких материалов после газопламенного нанесения имеют хорошие свойства и сохраняют их в течение длительного времени. Применение других порошковых составов, не предназначенных для этого способа нанесения, может значительно ухудшить свойства и долговечность покрытия.

Существенным преимуществом газопламенного нанесения полимерного покрытия является отсутствие необходимости заряжать изделие и частицы порошка для создания электростатического поля. Соответственно этот способ применим для покрытия практически любых поверхностей вне зависимости от их электрических свойств, т.е. не только для металлов, но и для бетона, стекла, керамики, дерева и пр. Это обеспечивает возможность широкого использования метода в строительстве.

Достоинством газопламенного напыления является возможность нанесения покрытий на большие по размеру конструкции в нестандартных условиях, без демонтажа.

Весьма важно также, что газопламенная покраска не предполагает применения громоздких печей и камер полимеризации, оборудование для распыления является портативным и универсальным. Его можно успешно использовать и в ремонтных работах для повторного нагрева с целью выравнивания поверхности и устранения дефектов покрытия.

Среди недостатков данной технологии можно отметить, что покрытия не всегда отличаются ровной поверхностью, поэтому часто имеют скорее функциональное, нежели декоративное назначение.

Выводы

Газопламенное напыление является отличным дополнением к традиционным способам нанесения полимерных покрытий и может быть использовано там, где традиционные способы невозможны.

Список литературы

1. Газопламенное нанесение покрытий [Электронный ресурс]. – URL: <http://chem21.info>
2. Газопламенное напыление порошковых полимерных покрытий [Электронный ресурс]. – URL: <http://lib2.ru/docs>
3. Нанесение газопламенных покрытий [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.lkmportal.com/articles>

Захарова Дарья Дмитриевна

направление Техническое регулирование и управление качеством (бакалавриат),
гр.ТриУК-12

Научный руководитель **Ипатов Юрий Аркадьевич,**

канд. техн. наук, доцент кафедры информатики

*ФГБОУ ВО «Поволжский государственный технологический университет»,
г. Йошкар-Ола*

ИЗУЧЕНИЕ ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫХ СРЕДСТВ УПРАВЛЕНИЯ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ КАЧЕСТВА ПРОИЗВОДСТВА ПРОДУКЦИИ

Цель работы – изучить существующие средства для управления процессом повышения качества производства.

В повседневной деятельности по контролю и управлению качеством возникают всевозможные проблемы, связанные с появлением брака или неполадками, наличием на складе нереализованной продукции, поступлением рекламаций.

Анализ Парето применяется как для выявления проблем или острых вопросов, так и для анализа причин, вызывающих эти проблемы. Поэтому различают два вида диаграмм Парето [1]:

1 тип – диаграмма Парето по результатам деятельности. Предназначена для выявления главной проблемы и отражает нежелательные результаты, связанные с качеством (дефекты, поломки, ошибки, отказы); с себестоимостью (объем потерь, затраты); сроками поставок (нехватка запасов, срыв сроков поставок); безопасностью (несчастные случаи, трагические ошибки, аварии);

2 тип – диаграмма Парето по причинам. Отражает причины проблем, возникающих в ходе производства, и используется для выявления главной из них исполнитель работы: смена, бригада, возраст, опыт работы, верность и повторяемость, совместная точность, тип измерительного прибора и др.

Для того чтобы составить диаграмму Парето, нужно придерживаться следующих этапов [2, 3]:

1 этап. Определить: какие проблемы необходимо исследовать; какие данные нужно собрать и как их классифицировать; определить метод и период сбора данных.

2 этап. Разработка контрольного листка для регистрации данных с перечнем видов собираемой информации.

3 этап. Заполнение листка регистрации данных и подсчет итогов.

4 этап. Разработка таблицы для проверок данных с графами для итогов по каждому проверяемому признаку в отдельности, накопленной суммы числа дефектов, процентов к общему итогу и накопленных процентов (см. таблицу).

5 этап. Расположение данных, полученных по каждому проверяемому признаку, в порядке значимости и заполнение таблицы.

Регистрации по типам дефектов для построения диаграммы

Типы дефектов	Число дефектов	Накопленная сумма числа дефектов	Процент дефектов по каждому признаку к общей сумме	Накопленный процент
Царапины	x1	y1	z1	w1
Раковины	x2	y2	z2	w2
...
Итого	$\sum x_i$

6 этап. Нанесение горизонтальной и вертикальной осей.

Вертикальная ось содержит проценты, а горизонтальная – интервалы в соответствии с числом контролируемых признаков. Горизонтальную ось разбивают на интервалы в соответствии с количеством контролируемых признаков.

7 этап. Построение столбиковой диаграммы.

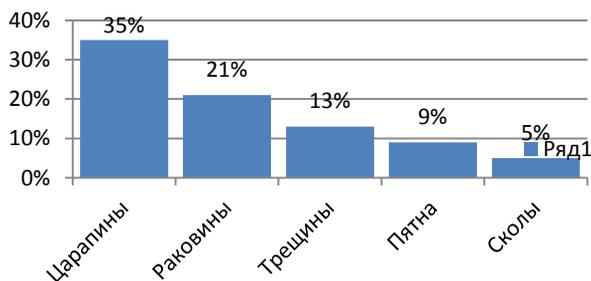


Рис. 1. Столбиковая диаграмма

8 этап. Проведение на диаграмме кумулятивной кривой (кривой Парето).

9 этап. Нанесение на диаграмму всех обозначений и надписей, касающихся диаграммы (название, разметка числовых значений на осях, наименование контролируемого изделия, имя составителя диаграммы),

и данных (период сбора информации, объект исследования и место его проведения, общее число объектов контроля).

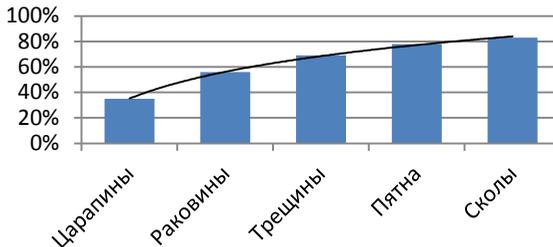


Рис. 2. Диаграмма кумулятивной кривой

После выявления проблемы путем построения диаграммы Парето по результатам важно определить причины ее возникновения. Это необходимо для ее решения. При использовании диаграммы Парето для выявления результатов деятельности и причин наиболее распространенным методом является АВС-анализ.

Сущность АВС-анализа в данном контексте заключается в определении трех групп, имеющих три уровня важности для управления качеством:

- 1 группа – наиболее важные, существенные проблемы, причины, дефекты. Относительный процент группы А в общем количестве дефектов (причин) обычно составляет от 60 до 80%;
- 2 группа – причины, которые в сумме имеют не более 20%;
- 3 группа – самые многочисленные, но при этом наименее значимые причины и проблемы.

Выводы

В статье был рассмотрен инструмент диаграмм Парето для задач по контролю и управлению качеством продукции. Данный подход отличается наглядностью и эффективностью получения конечного результата.

Список литературы

1. Гиссин, В.И. Управление качеством продукции: учебное пособие / В.И. Гиссин. – Ростов на Дону: Феникс, 2000. – 256 с.
2. Статистические методы обеспечения качества: пер. с нем. / Х.-Й. Миттаг и др. – М.: Машиностроение, 1995.
3. Бар, Дж.Т. Инструменты качества. Часть IV. Диаграммы Парето / Дж.Т. Бар // Методы менеджмента качества. – 2000. – № 7. – С. 27-30.

Михайлов Александр Эдуардович
направление Агроинженерия (бакалавриат), гр. АИп-41

Научный руководитель **Свечников Владимир Николаевич**,
преподаватель кафедры энергообеспечения предприятий
ФГБОУ ВО «Поволжский государственный технологический университет»,
г. Йошкар-Ола

ИЗУЧЕНИЕ ОСОБЕННОСТЕЙ РАБОТЫ ЭЛЕКТРОНАГРЕВАТЕЛЬНЫХ УСТРОЙСТВ

Цель работы – выявление и анализ встречающихся в настоящее время отказов электронагревателей различной конструкции.

Существуют различные виды электронагревательных приборов, наиболее подробно классификация такого оборудования описана в действующих нормативах ГОСТа, хотя на практике этой квалификацией пользуются достаточно редко. Сложность разделения электронагревательного оборудования на отдельные виды заключается в огромном количестве таких приборов, используемых людьми в повседневной жизни. Опираясь на действующие в нашей стране нормативные документы, можно сделать вывод, что классифицировать электронагреватели можно по различным принципам.

Простейший вариант классификации предполагает разделение электронагревательного оборудования на несколько групп по конструктивным особенностям нагревательных элементов. По типам конструкции нагревательных элементов можно выделить три группы электронагревательных устройств:

- нагревательные элементы открытого типа;
- нагревательные элементы закрытого типа;
- герметически закрытые нагревательные элементы.

С технической точки зрения такой вариант классификации абсолютно точен, но он не позволяет определить назначение оборудования и особенности его эксплуатации.

Второй вариант классификации электронагревателей – по продукту нагрева. Такая классификация позволяет выделить:

- водонагревательное оборудование;
- воздушонагревательные устройства.

Данная квалификация дает больше информации о принципах использования приборов, но сегодня существует электронагревательное оборудование, которое сложно отнести к водо- или воздушонагревателям, к примеру, электрические кухонные плиты или печи СВЧ.

Наиболее точную, исчерпывающую информацию о видах электронагревательных приборов дает классификация оборудования по сфере использования. Выделяют устройства:

- 1) для нагрева воды (в системах водоснабжения, отопления, для стирки и приготовления пищи);
- 2) для нагрева воздуха (в сушильном и отопительном оборудовании);
- 3) для приготовления пищи (за счет нагрева поверхностей с посудой и непосредственного нагрева посуды);
- 4) ручные инструменты и приборы с электронагревательными элементами;
- 5) для обогрева человеческого тела.

Данный вариант классификации позволяет охватить практически все представленные на рынке электронагревательные устройства.

Причины загораний в электронагревательных приборах, аппаратах, установках

1. Перегрев приборов, аппаратов, установок от замыкания электронагревательных элементов в результате:

- разрушения электроизоляции конструктивных элементов от старения;
- разрушения электроизоляционных элементов от внешнего механического воздействия;
- насаивания токопроводящего загрязнения между токоведущими конструктивными элементами;
- случайного попадания токопроводящих предметов и замыкания токоведущих электронагревательных элементов;
- ослабления контактного давления в местах подключения токопроводящих проводников, элементов, приводящего к значительному увеличению переходного сопротивления;
- окисления в местах подсоединения токопроводящих проводников элементов, приводящего к значительному увеличению переходного сопротивления;
- пробоя электроизоляции конструктивных элементов повышенным напряжением питания;
- выкипания нагреваемой воды (жидкости), приводящего к деформации конструктивных элементов, электрическому замыканию и разрушению конструкции нагревателя в целом.

2. Загорания от электронагревательных приборов, аппаратов, установок в результате:

- соприкосновения горючих материалов (предметов) с нагревательными поверхностями электронагревательных приборов, аппаратов, установок;

- теплового облучения горючих материалов (предметов) от электронагревательных приборов, аппаратов, установок.

Причины загораний комплектующих элементов

Перегрев от коротких замыканий в результате:

- электрического пробоя диэлектрика в конструкции комплектующего элемента, приводящего к перегрузке по току;
- снижения электроизоляционных свойств конструкционных материалов от старения;
- ухудшения теплоотвода при неправильной установке и (или) эксплуатации;
- повышенного рассеяния мощности из-за изменения электрического режима при отказе «прилегающих» комплектующих элементов;
- образования электрических цепей, не предусмотренных конструкцией.

Выводы

Отказы электронагревательных устройств могут привести к серьезным последствиям (в т.ч. пожар), в связи с этим необходимо предотвращать возможные причины перегрева и загорания электронагревательных приборов, внимательно эксплуатировать оборудование.

Список литературы

1. Пястолов, А.А. Эксплуатация электрооборудования / А.А. Пястолов, Г.П. Ерошенко. – М.: Агропромиздат, 1982. – 287 с.
2. Электротехнология / В.А. Карасенко, Е.М. Заяц, А.Н. Баран, В.С. Корько. – М.: Колос, 1992. – 304 с.

УДК 662.997

Мустафин Дмитрий Валерьевич

направление Теплоэнергетика и теплотехника (бакалавриат), гр. ТТ-41

Научные руководители: **Медяков Андрей Андреевич**,

канд. техн. наук, доцент кафедры энергообеспечения предприятий;

Тихонова Татьяна Николаевна,

преподаватель кафедры энергообеспечения предприятий

*ФГБОУ ВО «Поволжский государственный технологический университет»,
г. Йошкар-Ола*

**ИССЛЕДОВАНИЕ ОСОБЕННОСТЕЙ ПРИМЕНЕНИЯ
ПАССИВНЫХ СОЛНЕЧНЫХ СИСТЕМ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ**

Цель работы – изучить особенности применения пассивных солнечных систем теплоснабжения.

В пассивных солнечных системах все три функции систем теплоснабжения (прием, накопления и использование энергии) осуществляются спонтанно, путем протекания естественных процессов, без принудительного изменения энергетических потоков. Чаще всего пассивной системой является самое здание, а активная система составляется из технических средств, предоставленных сооружению.

Интегральная система – объединение эффективности и гибкости активной системы и надежности и простоты пассивной. В данном решении определяющим моментом будет объединение архитектурных и инженерных решений – или в пределах одной функции, или путем объединения основных функций. Применение определенного типа гелиосистемы оказывает большое влияние на выбор объемно-планировочной структуры здания.

Пассивная система солнечного отопления – это энергетическая система, в которой процессы приема, накопление и использование солнечной энергии для отопления осуществляются естественным путем в архитектурно-строительных элементах здания. Эти элементы служат органическими компонентами здания.

Пассивные системы требуют незначительного дополнительного оборудования и потому являются более экономичными, хотя и недостаточно продуктивными. Представление о пассивной солнечной системе и ее привлекательности связаны с ее простотой, низким уровнем технологии и приближенностью к природе.

Применение пассивных систем отопления в солнечные дни дает экономию приблизительно 30-40% от общих затрат тепла на традиционное отопление дома. Однако они зависят от погодных условий. В пассивных системах используется непосредственное нагревание строительных элементов за счет теплоты, которая поступает от прямой солнечной радиации, а аккумулятирование солнечного тепла происходит в массивных конструкциях зданий естественным образом – через окна, обращенные на юг.

Для оптимального использования солнечного отопления в домах необходимо, чтобы здание удовлетворяло трем основным требованиям:

1. Здание должно выполнять функцию солнечного коллектора, впускать солнечные лучи, когда нужно тепло, и препятствовать их проникновению, когда такой потребности нет. При необходимости здание должно также пропускать вглубь прохладу. Это осуществляется главным образом путем ориентации и проектирования здания

так, чтобы дать возможность лучам солнца внедряться через ограждающие конструкции и окна зимой и не допускать этого летом, используя при этом средства, которые дают тень (навесы, жалюзи, озеленение и т.п.).

2. Здание должно быть солнечным аккумулятором, сохранять тепло, чтобы его можно было использовать в холодное время, когда солнце не светит, а также сохранять прохладу во время горячих периодов. Наиболее эффективные в этом отношении здания, построенные из массивных материалов: камня, бетона.

3. Здание должно быть хорошей тепловой ловушкой, эффективно использовать тепло (или прохладу) и терять его очень медленно. Это осуществляется главным образом путем уменьшения тепловых потерь здания благодаря эффективному применению изоляции, уменьшению инфильтрации воздуха и устройству окошек.

Основными методами пассивного солнечного отопления, широко распространенными на практике, являются:

- прямое солнечное обогревание;
- метод застекленной массивной стены;
- метод присоединенного солнечного пространства.

Выводы

При применении пассивных солнечных систем теплоснабжения необходимо учитывать возможности использования их использования на этапе формирования архитектурно-конструктивного решения здания в целом, т.е. в процессе проектирования здания.

Реализация некоторых возможных подходов при реконструкции, капитальном ремонте или техническом перевооружении может оказаться неэффективной при уже имеющихся архитектурных параметрах здания.

Список литературы

1. Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии: методические указания для выполнения контрольной работы / сост. А. А. Медяков. – Йошкар-Ола: Поволжский государственный технологический университет, 2014.
2. Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии: учебное пособие / Р.В. Городов, В.Е. Губин, А.С. Матвеев. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2009.
3. Нетрадиционные возобновляемые источники энергии: учеб. пособие / С. В. Хавроничев, А. Г. Сошинов, В. С. Галушак. – Волгоград: ИУНЛ ВолгГТУ, 2015.

Андреанов Денис Юрьевич

направление Эксплуатация транспортно-технологических машин
и комплексов, ЭТМ-21

Научные руководители: **Фищенко Петр Алексеевич,**

канд. физ.-мат. наук, доцент кафедры высшей математики,

Кудрявцев Игорь Аркадьевич, старший научный сотрудник УНИД
ФГБОУ ВО «Поволжский государственный технологический университет»,
г. Йошкар-Ола

ИССЛЕДОВАНИЯ ОПАСНЫХ ЗОН ПРИ ДВИЖЕНИИ БЕСПИЛОТНОЙ ТРАНСПОРТНОЙ ПЛАТФОРМЫ

Актуальность. Беспилотная снегоходная платформа со смещаемым центром тяжести, несущая полезную нагрузку, содержит систему обеспечения устойчивости, представляющую собой несущее опорно-поворотное устройство, с возможностью смещения центра тяжести полезной нагрузки относительно оси транспортной платформы посредством кинематически связанных между собой приводных скошенных колец с возможностью их относительного поворота [1]. В работе [2] установлено существование таких двух опасных зон при движении беспилотной транспортной платформы, заезд в которые может привести к серьёзным нежелательным последствиям. В настоящей работе определены размеры первой опасной зоны.

Цель работы – определение формы и размеров опасных зон, подлежащих исключению из области движения платформы. Это позволит безопасно получать максимально допустимую скорость, исключая боковое опрокидывание беспилотной транспортной платформы во время движения, учитывая условие боковой устойчивости [3].

Постановка задачи. Зная m – массу всей системы (то есть массу самой платформы вместе с массой груза), L – ширину опорной площадки, H – высоту расположения центра тяжести всей системы над опорной площадкой, f – коэффициент трения между платформой и поверхностью при торможении, получить условие для определения максимально допустимой скорости и найти форму двух опасных зон, где возможно опрокидывание платформы на бок или столкновение с препятствием, а также найти размеры первой из этих зон.

Решение задачи (содержание работы). Пусть траекторией движения транспортной платформы является некоторая плоская кривая в горизонтальной плоскости. Для упрощения решения задачи рассматривается

равномерное движение, то есть движение со скоростью, постоянной по модулю. Скорость есть величина векторная, то есть характеризуется и числом, и направлением. Так как модуль скорости остаётся постоянным, а направление скорости – произвольным, то траектория остаётся криволинейной.

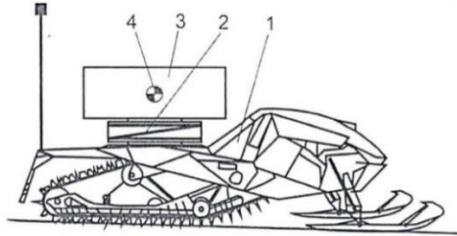


Рис. 1. Беспилотная снегоходная транспортная платформа:

1 – снегоход, 2 – основание с системой изменения положения центра тяжести;
3 – груз; 4 – система управления

Всякую кривую можно раздробить на участки. Чем сильнее, больше дробим, тем больше участки похожи на дуги окружностей разных диаметров.

Можно рассмотреть движение по одной из таких окружностей.

В работе рассматривается случай равномерного движения по окружности, то есть когда выполняются условия $|v| = \text{const}$ и $R = \text{const}$. Беспилотная транспортная платформа вместе с грузом моделируется как материальная точка, имеющая массу m и вес $P = mg$, где g – ускорение свободного падения.

При равномерном движении по окружности вращательное ускорение (оно же касательное ускорение a_t) определяется как производная от скорости по времени. Так как скорость движения постоянна по модулю, то вращательное (касательное) ускорение получается равным нулю.

Беспилотная транспортная платформа, движущаяся по горизонтальной поверхности, не упадёт на бок, если опрокидывающий момент не преодолеет удерживающего момента, то есть если выполняется *условие боковой устойчивости*:

$$m \frac{v^2}{R} \cdot H \leq P \cdot \frac{L}{2}. \quad (1)$$

Скорость движения не должна превышать *максимально допустимую скорость*:

$$v \leq v_{\max} = \sqrt{\frac{gLR}{2H}}. \quad (2)$$

Например, условие (1) выполнится при увеличении максимально допустимой скорости на 10 % $((1.1v)^2 = (121/100)v^2)$ и одновременном увеличении ширины опорной L площадки на 21 % $((121/100)L = 1,21L)$.

Следует заметить, что при резких поворотах (при резком изменении направления движения), то есть при малых радиусах кривизны траектории, условие боковой устойчивости станет нарушаться и будет иметь место опрокидывание платформы на бок.

Так как минимально допустимый радиус кривизны траектории пропорционален квадрату скорости, то при увеличении скорости движения в 3 раза, например, с 30 км/ч до 90 км/ч, минимально допустимый радиус поворота увеличивается в 9 раз. Следовательно, управлять уклонением платформы от препятствия надо существенно осторожнее, уменьшая управляющие воздействия.

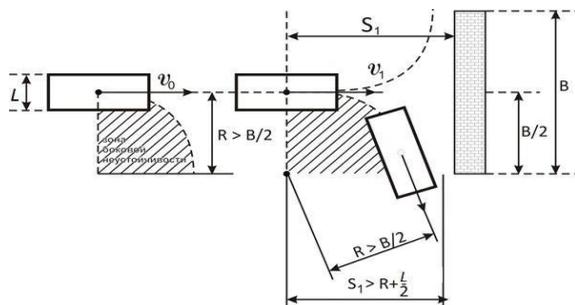


Рис. 2. Зона боковой неустойчивости

Таким образом, обнаружена *первая опасная зона* – *зона боковой неустойчивости*, в которую попадать нельзя, то есть нельзя резко поворачивать, нельзя создавать слишком малый радиус кривизны траектории, так как нарушится условие боковой устойчивости и платформа упадёт на бок (рис. 2).

Если допустить, что при движении платформы по прямой линии на пути следования платформы может встретиться препятствие шириной B , то уйти от столкновения с ним возможно не всегда. Определение размеров второй опасной зоны – это предмет исследований и публикации в очередной научной работе. Здесь же определим размеры первой из опасных зон.

Выводы и практические рекомендации

- При резких поворотах (при резком изменении направления движения), то есть при малых радиусах кривизны траектории, условие бо-

ковой устойчивости станет нарушаться и будет иметь место опрокидывание платформы на бок.

- Для увеличения на 10 % максимально допустимой скорости движения, исключающей опрокидывание платформы на бок (при сохранении высоты центра тяжести H всей системы и радиуса R кривизны траектории), надо ширину L опорной площадки увеличить на 21 %.

Список литературы

1. Андрианов, Д. Ю. Беспилотная транспортная платформа со смещаемым центром тяжести / Д. Ю. Андрианов // Инновационные машиностроительные технологии, оборудование и материалы – 2016 (МНТК «ИМТОМ – 2016»): материалы Международной научно-технической конференции. – Ч. 1. – Казань, 2016. – С. 248-251.

2. Андрианов, Д. Ю., Форма опасных зон при движении беспилотной транспортной платформы / Д. Ю. Андрианов, П. А. Фищенко // Труды Поволжского государственного технологического университета. Серия: Технологическая. – 2017. – Вып. 5. – С. 209-306.

3. Андрианов, Д. Ю. Условие боковой устойчивости беспилотной транспортной платформы, движущейся по горизонтальной поверхности / Д. Ю. Андрианов, П. А. Фищенко // Инженерные кадры – будущее инновационной экономики России: материалы II Всероссийской студенческой конференции (Йошкар-Ола, 21-25 ноября 2016 г.): в 8 ч. Часть 1: Инжиниринговые технологии – взгляд в будущее современного производства. – Йошкар-Ола: Поволжский государственный технологический университет, 2016. – С. 8-13.

УДК 633.491

Семенов Дмитрий Игоревич

направление Агроинженерия (магистратура), гр. АИМ-21

Научный руководитель **Костромин Денис Владимирович**,

канд. техн. наук, доцент кафедры эксплуатации машин и оборудования
ФГБОУ ВО «Поволжский государственный технологический университет»,
г. Йошкар-Ола

КОНСТРУИРОВАНИЕ И ИССЛЕДОВАНИЕ ПОЧВООБРАБАТЫВАЮЩЕЙ МАШИНЫ

Цель работы – создание благоприятных условий для развития культурных растений с целью получения высоких и устойчивых урожаев.

В процессе механической обработки почвы уничтожают сорняки и насекомых-вредителей, заделывают пожнивные остатки и удобрения, создают условия для накопления влаги.

Актуальность темы обусловлена необходимостью обеспечить эффективный уход за почвой, когда в процессе механической ее обработки уничтожают сорняки и насекомых-вредителей, заделывают пожнивные остатки и удобрения, создают условия для накопления влаги.

В сельскохозяйственном производстве машины для обработки почвы отличаются разнообразием конструктивных схем. Конструктивная схема – это перечень существенных признаков орудия, к которым относятся: способ соединения составных частей, схема расстановки рабочих органов, тип соединения с трактором, способ перевода в транспортное положение.

В сельскохозяйственном производстве машины для обработки почвы отличаются разнообразием конструктивных схем. Конструктивная схема – это перечень существенных признаков орудия, к которым относятся: способ соединения составных частей, схема расстановки рабочих органов, тип соединения с трактором, способ перевода в транспортное положение. Промышленностью освоено выпуск комбинированных агрегатов АКП-5, приведенный на рисунке, технические характеристики которого представлены ниже в таблице.



Агрегат почвообрабатывающий комбинированный АКП-5

Данная машина предназначена для сплошной обработки почвы без оборота пласта под посев озимых зерновых, пожнивных и поукосных культур после вне паровых предшественников и гребнистостью, не превышающей половины глубины обработки.

Во время работы агрегат за один проход выполняет рыхление и послойное крошение почвы на глубину 10-16 см, в том числе и на глубину посева озимых культур, полное подрезание сорняков и пожнивных остатков, измельчение грубости растительных остатков и мульчирование ими поверхности поля, прикатывание и уплотнение нижних слоев почвы. Агрегат состоит из трех типов обрабатывающих органов: плоскорежущие лапы, диски луцильника, прикатывающие катки.

Техническая характеристика АПК-5

Производительность в час, га	3,5...5,0
Рабочая скорость, км/ч	7...10
Глубина обработки, см	8...14
Ширина захвата, м	5,0
Крошение почвы (фракции менее 5 см) в слоях, %: до 14 см до 8 см	не менее 70 80
Подрезание сорных растений, %	100
Измельчение растительных остатков на длину от 5 до 15 см, %	не менее 80
Неравномерность глубины обработки, см	±1,5
Сохранение растительных остатков на поверхности почвы и в слое до 5 см, %	60
Габаритные размеры, мм	9550×5220×1890
Масса (конструкционная), кг	4900

Плоскорезы настраиваются на разную глубину. Диски служат для измельчения растительных остатков и заделывания их на глубину. Максимальная глубина обработки дисков 8 см, то есть не более половины заглубления плоскорезов. Растительные остатки должны быть заделаны в верхний слой почвы для мульчирования почвы, сохранения влаги и создания наиболее благоприятных условий для прорастания семян и вегетации молодых растений. Оптимальная глубина 5-6 см. Уплотнительные диски используются в качестве предпосевной обработки для уплотнения пахотных горизонтов с тем, чтобы обеспечить поступление влаги из подпочвенных горизонтов в верхние горизонты.

Выводы

В ходе выполнения работы обосновали техническую характеристику культиватора АПК-5. Произвели конструктивные расчеты деталей рабочего органа. Описали предлагаемую конструкцию, разъяснив пояснения к правилам эксплуатации машины.

Данная конструкция рабочих органов почвообрабатывающего агрегата позволила существенно повысить их эффективность использования. Агрегат, в связи с расширением функциональных возможностей, может выполнять не только предпосевную, но и основную обработку почвы, то есть действовать на протяжении всего полевого сезона. Позволяет иметь сменные рабочие органы. Агрономам лишь надо подобрать режим обработки в зависимости от погодных условий и состояния поля.

Список литературы

1. Скоростная сельскохозяйственная техника: альбом-справочник. – М.: Россельхозиздат, 2001.

2. Булавин, С.А. Сельскохозяйственные машины: методические указания для выполнения практических работ / С.А. Булавин, А.В. Рыжков. – Белгород.: Изд-во Белгородской ГСХА, 2007.
3. Иванов, М.Н. Детали машин / М.Н. Иванов. – М.: Высшая школа, 2002.
4. Карпенко, А.Н. Сельскохозяйственные машины / А.Н. Карпенко. – М.: Агропромиздат, 2006.
5. Лурье, А.Б. Курсовое и дипломное проектирование по сельскохозяйственным и мелиоративным машинам / А.Б. Лурье. – Л.: Изд-во «Ленинград ВО Агропромиздат», 2004.

УДК 621.039.5

Петухова Екатерина Вячеславовна

направление Теплоэнергетика и теплотехника (магистратура), гр. ТТм-11

Научный руководитель **Медяков Андрей Андреевич**,

канд. техн. наук, доцент кафедры энергообеспечения предприятий
*ФГБОУ ВО «Поволжский государственный технологический университет»,
г. Йошкар-Ола*

ИССЛЕДОВАНИЕ КОНСТРУКЦИИ АКТИВНОЙ ЗОНЫ РЕАКТОРОВ ВВЭР-1000

Цель работы – провести анализ конструкции активной зоны реактора ВВЭР-1000 для оценки устойчивости при испытаниях импульсным изменением мощности (RIA).

В настоящее время в различных странах насчитывается около полусотни действующих реакторов типа ВВЭР. Сложилось так, что базовым проектным решением, которое связано с массовым (серийным) выпуском и многолетней эксплуатацией реакторов ВВЭР, стали ВВЭР-1000.

Реактор ВВЭР-1000 является водо-водяным энергетическим реактором корпусного типа и представляет собой вертикальный цилиндрический сосуд с эллиптическим днищем, с двухрядным расположением патрубков, внутренняя часть и части фланца и крышки покрыты антикоррозионной наплавкой. Корпус реактора сверху закрыт крышкой с установленными на ней приводами механизмов СУЗ.

По принципу работы ВВЭР-1000 является гетерогенным ядерным энергетическим реактором корпусного типа на тепловых нейтронах. Теплоносителем и замедлителем в реакторе является химически обессоленная вода с борной кислотой, концентрация которой изменяется в процессе эксплуатации.

При прохождении через активную зону теплоноситель нагревается за счет реакции деления ядерного топлива.

Активная зона предназначена для генерации тепла и передачи его с поверхности тепловыделяющих элементов (ТВЭлов) теплоносителю первого контура.

Активная зона реактора относится к устройствам нормальной эксплуатации и к первой категории сейсмостойкости.

Активная зона реактора обеспечивает выполнение следующих требований, вытекающих из нормативно-технической документации в области безопасности АЭС:

1) поддержание требуемой геометрии положения ТВЭлов в ТВС и ТВС в реакторе;

2) возможность осевого и радиального расширения ТВЭлов и ТВС при температурных и радиационных воздействиях, разности давлений, взаимодействия топливных таблеток с оболочкой;

3) прочность при воздействии механических нагрузок в проектных режимах;

4) выбростойкость при воздействии потока теплоносителя, с учетом перепада и пульсации давления, неустойчивости потока, вибрации;

5) стойкость материалов против коррозионных, электрохимических, тепловых, механических и радиационных воздействий;

6) не превышение проектных значений температуры топлива и оболочки;

7) отсутствие кризиса теплообмена в постулированных проектом режимах;

8) стойкость СУЗ в пределах проектного ресурса от воздействия нейтронного потока, температуры, перепада и изменения давления, износа и ударов, связанных с перемещениями;

9) возможность размещения внутри ТВС контролирующих датчиков;

10) взаимозаменяемость свежих, частично и выгоревших до необходимой глубины ТВС и ПС СУЗ благодаря унификации установочных размеров;

11) выполнение критериев аварийного охлаждения активной зоны в соответствии с действующей нормативно-технической документацией в проектных режимах;

12) предотвращение расплавления топлива;

13) сведения к минимуму реакции между металлом и водой;

14) перевод активной зоны в подкритическое состояние, его поддержание в пределах, определенных проектом;

15) возможность послеаварийного расхолаживания активной зоны.

Основные конструкционные характеристики активной зоны ВВЭР-1000

Эквивалентный диаметр, мм		3120
Высота, мм		3550
Объём, м ³		27
Отношение площади замедлителя к площади топлива в поперечном сечении активной зоны		2
Шаг между топливными сборками, мм		241
Рабочее давление, МПа		16
Температура теплоносителя, °С	на входе в реактор	289
	на выходе из реактора	320
Расход теплоносителя через реактор, кг/с		19000
Гидравлическое сопротивление активной зоны, МПа		0,18
Гидравлическое сопротивление реактора, МПа		0,4
Температура теплоносителя на выходе из максимально нагруженной сборки, °С		310
Загрузка реактора топливом, кг		75000
Обогащение топлива, %		4,4-3,3
Скорость теплоносителя, м/с	в патрубке реактора (вход/выход)	9,8/11
	в активной зоне (средняя)	5,5
Среднее время работы между перегрузками топлива, с		25,2106
Средняя удельная энергонапряженность объема активной зоны, кВт/л		111
Число механизмов регулирования		109

Выводы

Ядерный реактор серии реакторов ВВЭР с номинальной электрической мощностью 1000 МВт, тепловой – 3000 МВт. В настоящее время данный тип реакторов является самым распространённым в своей серии (29 действующих реакторов из 49 ВВЭР), что составляет 6,6% от общего количества эксплуатирующихся в мире энергетических реакторов всех типов. Ядерное топливо – тепловыделяющие сборки, состоящие из тепловыделяющих элементов. Регулирование мощности реактора осуществляется системой управления и защиты – изменением положения в активной зоне кластеров из стержней с поглощающими элементами (трубками с карбидом бора), а также концентрации борной кислоты в воде первого контура.

Список литературы

1. Емельянов, И.Я. Конструирование ядерных реакторов: учебное пособие для вузов / И.Я. Емельянов, В.И. Михан, В.И. Солонин; под общ. ред. акад. Н.А. Доллежалая. – М.: Энергоатомиздат, 1982. – 400 с.
2. Патент Российской Федерации №2126181, G21C7/10. Захаров А.В., Рисованный В.Д., Клочков Е.П. Поглощающий элемент органа регулирования атомного реактора. – 25.07.1999.

3. Петров, П.А. Ядерные энергетические установки / П.А. Петров. – Л.: Государственное энергетическое издательство, 1958. – 256 с.

4. Фрост, Б. Твэлы ядерных реакторов: пер. с англ. / Б. Фрост. – М.: Энергоатомиздат, 1986. – 248 с.

УДК 613.3

Вичужанина Наталья Геннадьевна

направление Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов
(магистратура), ЭТМ(м)-12

Научный руководитель **Багаутдинов Ильдар Нургаязович,**

канд. техн. наук, доцент кафедры эксплуатации машин и оборудования
*ФГБОУ ВО «Поволжский государственный технологический университет»,
г. Йошкар-Ола*

ЛЕНТОЧНАЯ ПОСАДОЧНАЯ МАШИНА

Был проведен обзор и анализ существующих посадочных машин применяемых в сельском хозяйстве, который позволил выявить недостатки в конструкциях и технологии [1-6]. На этих данных нами предлагается посадочная машина ленточного способа посадки. Схема этой посадочной машины представлена на рисунке.

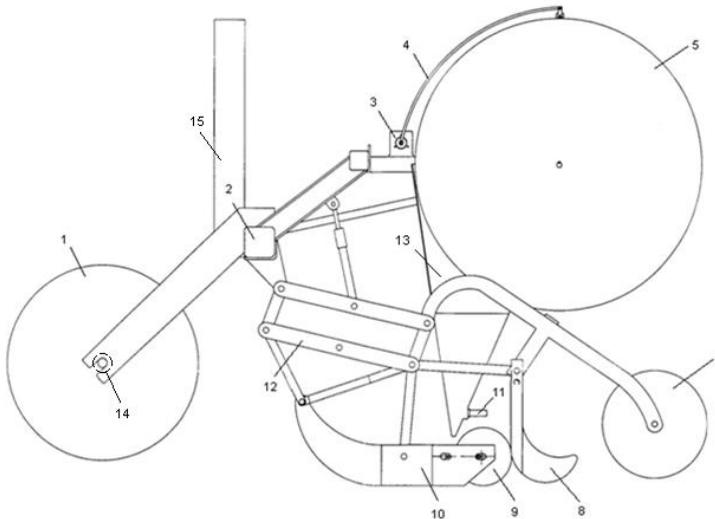


Схема проектируемой ленточной посадочной машины

Предлагаемая посадочная машина состоит из односекционной пространственной рамы 2, опирающейся на опорно-приводные колеса 1. К раме с помощью параллелограммного механизма 12 присоединены секции рабочих органов. Каждая секция состоит из сошника, на котором установлены прикатывающие колеса 9, служащие для укладки ленты на дно борозды, загортача 8 и прикатывающего катка 7. На раме 2 укреплены катушки с лентой 5, сцепное устройство 15, датчик угловых перемещений 3, на валу которого закреплён водило 4, кожух 13, который служит для защиты ленты от механических повреждений, на кожухе расположен механизм обрезки ленты 11. Катушки с лентой начинают вращаться с помощью сельсина 14, который расположен на опорно-приводном колесе, возрастание угловой скорости катушки с лентой обеспечивается с помощью датчика угловых перемещений.

Выводы

Анализ показал, что данная технология и машина имеют ряд существенных достоинств, которые не были доступны в других технологиях:

1. Использование специальной ленты из естественно утилизируемого материала (которая может быть на тканевой, бумажной, хлопчатобумажной или иной недорогой основе). Возможно использование в виде шнура (бумажный шпагат или нить).

2. На выбранные ленты наносятся промышленным или иным способом подготовленные семена посадочного материала, которые располагаются поштучно на необходимом (согласно агротехнологическим мерам) распределенном расстоянии. Это приводит к тому, что нет необходимости в дальнейших дополнительных мероприятиях по прореживанию всходов.

3. Данная «бумажная» технология обеспечивает 100%-ную одинаковую глубину посадки, без проваливания между комками почвы.

4. Изменяется конструкция сеялок. Она становится достаточно простой, отпадают точные регулировочные работы (например, регулировка объёма высева). Высевающая часть конструкции машины жестко связана с колесами машины, это приводит к отсутствию вала отбора мощности от базового трактора.

5. Базовая лента может содержать дополнительные пропитки для дополнительной обработки почвы от сорняков или содержать необходимые микроэлементы для первоначального вегетационного периода, что приводит к снижению числа технологической обработки почвы после высева.

Список литературы

1. Heege, H.J. Die Kornverteilung der Getreidebestellung / H.J. Heege // Landtechnik. – 1974. – 29. No 5. – S. 210-213.

2. Тускаев, Т.Р. Управление техническим потенциалом сельскохозяйственного производства / Т.Р. Тускаев. – М.: ГУП «Агропрогресс», 2002. – 188 с.
3. Тускаев, Т.Р. Экономическая стратегия развития и использования технического потенциала сельского хозяйства / Т.Р. Тускаев. – М.: ГУП «Агропрогресс», 2001. – 190 с.
4. Новый способ одновременного посева яровых и озимых зерновых культур [Электронный ресурс] / А. Насыров и др. – Режим доступа: http://www.biodar.ru/index.php?option=com_content&view=article&id=85:2009-07-24-06-07-28&catid=9:2009-06-26-06-09-36&Itemid=58 (дата обращения 16.09.2017).
5. Сеялка точного высева СТВ-12 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.rosagrocentr.ru/posev3.php> (дата обращения 16.09.2017).
6. Промышленная технология выращивания капусты кочанной [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://ovoport.ru/ovosh/kapusta/promtechvyr.htm> (дата обращения 16.09.2017).

УДК 621.74

Лаптев Степан Николаевич

направление Машиностроение (бакалавриат), гр. МС-21

Научный руководитель Алибеков Сергей Якубович,

д-р техн. наук, профессор кафедры машиностроения и материаловедения
*ФГБОУ ВО «Поволжский государственный технологический университет»,
г. Йошкар-Ола*

ЛИТЬЕ ПО ГАЗИФИЦИРУЕМЫМ МОДЕЛЯМ

При изготовлении сложных отливок из черных и цветных сплавов массой до 50 кг с повышенной точностью размеров в условиях крупносерийного производства, а также крупных массивных отливок в условиях опытного производства можно столкнуться с рядом трудностей, так как обычными способами литья очень сложно, а порой и невозможно получить данные отливки. Для изготовления данных типов отливок используют литье по газифицируемым моделям.

Данный тип литья предполагает использование особой модели, которая изготавливается из материала, начинающий газифицироваться в момент заливки жидкого металла в литейную форму. Наиболее популярным материалом для газифицируемых моделей считается пенополистирол. Нужно отметить, что пенополистирол – это материал, который достаточно легко формируется, из этого можно сделать вывод, что из данного материала можно получить модели сложной конфигурации.

Литье по газифицируемым моделям как новый технологический процесс появился в середине 50-х годов двадцатого столетия.

При изготовлении партии отливок газифицируемые модели получают путем вдувания гранул пенополистирола в алюминиевые пресс-формы (многоместные для небольших моделей). Благодаря нагреву пресс-формы до температуры близкой к 130°C, гранулы пенополистирола начинают вспениваться и спекаться. Стоит отметить, что алюминиевые пресс-формы получают точным литьем, но обычно они изготавливаются путем механообработки. Используя всего лишь одну алюминиевую пресс-форму, можно изготовить партию из тысячи и более газифицируемых моделей.

Иным методом получают модели для разовых и крупных отливок, вес которых достигает нескольких тонн. Газифицируемые модели вырезают из пенопласта по шаблонам или с помощью фрезерно-гравировальных станков с ЧПУ, используя нагретую нихромовую проволоку. На следующем этапе на полистироловую модель наносят слой быстросохнущей краски с порошком-огнеупором, затем её склеивают с пенопластовым литником, опускают в контейнер, в котором засыпают металл сухим кварцевым песком, и начинают заливать расплавленный металл через литник. В процессе заливки пенополистирол начинает испаряться, а модель замещается жидким металлом. Следует указать на тот факт, что металл затвердевает в виде отливки в песке, который во время засыпки плотно облегает модель и точно повторяет конфигурацию отливки.

Газы, которые образуются при заливке жидкого металла, отсасываются из контейнера насосом. Для того чтобы разрежение, создаваемое насосом, не только удерживало в спокойном состоянии песок в процессе замещения модели металлом, но и уплотняло его, разрежение поддерживают приблизительно на уровне 0,5 атм. В дальнейшем газы отсасываются через трубу в систему термokatалитического дожигания для последующей утилизации и обезвреживания. В этой системе происходит окисление газов приблизительно 95-98%, и в виде водяного пара и двуокиси углерода газы выбрасываются в окружающую среду за пределами здания цеха. Нельзя не отметить тот факт, что чистота воздуха существенно повышается в зоне рабочего места. При удалении газов из сухого кварцевого песка загрязнение воздуха в рабочем цеху уменьшается, по этому показателю литье по газифицируемым моделям превосходит в 10-15 раз способы литья в традиционные песчаные формы, что подтверждается статистикой измерения концентрации примесей в воздухе.

После того как отливка остыла и затвердела, кварцевый песок извлекают из формы. Песок обладает хорошей текучестью, поэтому чтобы исключить его распыление по цеху, его удаляют с помощью закрытой системы трубопроводов пневмотранспорта. Чтобы очистить песок от оставшихся конденсированных продуктов деструкции пенополистирола, около одной трети части кварцевого песка попадает в установку термогенерации. Затем очищенная часть смешивается с оставшейся, а вся масса охлаждается в проходных закрытых охладителях и вновь подается на формовку.

К преимуществам литья по газифицируемым моделям можно отнести:

- уменьшение затрат на механообработку отливки, так как данный способ является более точным по сравнению с традиционными;
- малое потребление электроэнергии;
- литьем по газифицируемым моделям можно получать отливки из любого вида металла;
- закупка оборудования обходится дешевле.

Одно из главных достоинств данного способа литья – это его экологичность, если сравнивать с традиционными способами.

Стоит отметить, что литье по газифицируемым моделям имеет и свои недостатки. К ним можно отнести большое выделение газов во время подачи расплавленного металла, когда отливка начинает стогреть. Это может привести к образованию газовых пор в отливках, если неправильно вести заливку, другими словами, скорость ведения заливки должна быть строго определенной. Также стоит обратить внимание на качество формовочной смеси, которая влияет на образование газовых пор.

Выводы

Таким образом, можно с уверенностью сказать, что литье по газифицируемым моделям является одним из лучших способов получения сложных отливок из черных и цветных металлов, так как этот способ превосходит другие методы по энергозатратности, выбору вида металла и экологичности.

Список литературы

1. Рыбаков, С.А. Инновационные возможности литья по газифицируемым моделям, состояние и перспективы этого метода в России / С.А. Рыбаков // Литейщик России. – 2009. – № 4.– 45 с.
2. Шуляк, В.С. Литье по газифицируемым моделям / В.С. Шуляк. – СПб.: НПО «Профессионал», 2007. – 408 с.

Лебедев Сергей Владимирович

направление Теплоэнергетика и теплотехника (магистратура), гр. ТТм-21

Научный руководитель Горинов Юрий Аркадьевич,

преподаватель кафедры энергообеспечения предприятий

*ФГБОУ ВО «Поволжский государственный технологический университет»,
г. Йошкар-Ола*

МОДЕРНИЗАЦИЯ ВОДОГРЕЙНОЙ КОТЕЛЬНОЙ АО «ММЗ»

Цель работы – повышение надежности, энергетической эффективности и экономичности водогрейной котельной.

Актуальность проекта обусловлена тем, что большинство производственных котельных демонстрируют моральный и физический износ, установленное теплоэнергетическое оборудование выработало свой ресурс и требует замены. Вместе с тем, строительство новых котельных и закупка продукции нуждаются в значительных денежных средствах, тогда как выбор в пользу модернизации/реконструкции оптимален и с экономической, и с технической точек зрения: он позволяет повысить надежность, промышленную безопасность и экологические показатели оборудования без расширения площадей тепловых станций при ресурсосбережении и экономии энергозатрат и эксплуатационных расходов.

Варианты модернизации

Модернизация может включать в себя полное обновление конфигурации всей системы или замену отдельных узлов и агрегатов.

1. *Системы топливоподачи и топливоподготовки.* В процессе модернизации этих систем допустимо проведение работ по автоматизации и реконструкции с установкой современного и высокопроизводительного оборудования.

2. *Системы автоматизации и приборы учета.* Модернизация котельной в этой области включает в себя организацию автоматического контроля за всеми процессами с единого пульта управления, установку приборов учета расхода топлива и теплоты на выходе, приборов учета расхода воды и контрольно-измерительного оборудования для управления качеством и количеством теплоносителя и выработанного тепла.

3. *Система водоподготовки.* Проводятся работы по усовершенствованию комплексной обработки сетевой воды, установке станций по снижению железосодержания, автоматизации управления системой, разделению контуров сетевой и котловой воды.

4. *Замена котельных агрегатов.* Это самый эффективный способ модернизации котельной, включающий в себя замену всех устаревших

и отработавших свой ресурс моделей котлов, таких как чугунные секционные, на современные стальные, реконструкцию угольных котлов с повышением КПД до 75-80 %, замену конвективных частей и теплообменников, замену топок с ручной топливоподачей на механизированные или автоматизированные топки, организацию утилизации теплоты уходящих газов.

5. *Оптимизация режимов горения и замена горелок.* Для газовых котлов предусматривается замена горелок с пневматическим распылителями РВСС, что позволяет повысить КПД на 10 %, снизить температуру подогрева топлива.

Особо важной частью модернизации является *автоматизация и диспетчеризация котельной*. Техническим перевооружением предусматривается:

- замена автоматики безопасности и регулирования котлов с созданием для каждого котла автоматизированной системы управления котлом;
- замена оборудования КИПиА, приборов автоматики безопасности и регулирования каждого котла;
- реконструкция газооборудования каждого котла с установкой необходимой регулирующей и запорной арматуры;
- модернизация системы защиты, пуска и частотного регулирования электродвигателей дымососов и вентиляторов котлов;
- замена автоматики регулирования и управления сетевыми насосами;
- создание автоматизированной системы учёта потребляемой воды и отдаваемого тепла;
- диспетчеризация котельной.

Выводы

Главными результатами модернизации являются:

- 1) повышение надежности и производительности оборудования;
- 2) значительное увеличение КПД и тепловой мощности котельной;
- 3) оптимальный режим работы;
- 4) сокращение расходов на обслуживание и эксплуатацию путем снижения расхода топлива и количества обслуживающего персонала;
- 5) снижение количества экологически вредных выбросов.

Список литературы

1. СНиП II-35-76 «Котельные установки».
2. Новости теплоснабжения [Электронный ресурс]. – 2013. – № 04 (152). – URL: http://www.nts.ru/4_2013.html
3. Модернизация котельной [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.kvzr.ru/boiler-modernization.html>

Фролов Иван Николаевич

направление Теплоэнергетика и теплотехника (магистратура), гр. ТТм-21

Научный руководитель **Маряшев Алексей Васильевич**,

канд. техн. наук, доцент кафедры энергообеспечение предприятий
ФГБОУ ВО «Поволжский государственный технологический университет»,
г. Йошкар-Ола

МОДЕРНИЗАЦИЯ УГОЛЬНОЙ ОТОПИТЕЛЬНОЙ КОТЕЛЬНОЙ с. ШУЛКА (РМЭ)

Цель работы – модернизация водогрейной угольной котельной № 1305 с. Шулка Оршанского района Республики Марий Эл в мини-ТЭЦ с двигателем Стирлинга на топливной щепе.

В наше время после механизированной заготовки древесины на лесозаготовках остаётся значительное количество древесных отходов, ненужных для дальнейшей переработки древесины (сучья, ветки, вершины, куски стволов древесины, пни, корни и т.д.), которые образовались в процессе заготовки древесины на лесосеке и утратили потребительскую стоимость исходного сырья.

В России лесозаготовительные предприятия почти не используют эту биомассу и рассматривают ее как отходы.

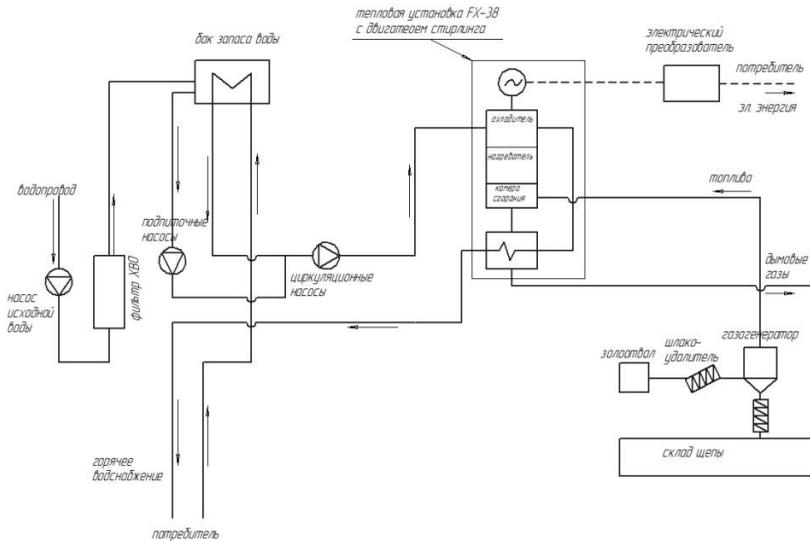
Затраты на очистку вырубленных лесосек достаточно высоки и включаются в себестоимость заготавливаемой древесины.

Сегодня основным потребителем древесной биомассы, остающейся после лесозаготовок, в развитых лесных странах становится биоэнергетика.

Комбинированное производство электроэнергии и тепла, также известное как когенерация, играет важную роль при обеспечении потребности в электроэнергии и снижении неблагоприятного влияния на окружающую среду при производстве электроэнергии, предоставляя множественные преимущества как для пользователя, так и для защиты окружающей среды. Использование технологии комбинированного производства электроэнергии и тепла позволяет значительно снизить затраты, так как ее КПД намного превышает КПД других способов производства электроэнергии.

Комбинированное производство электроэнергии и тепла представляет собой простую концепцию, предоставляющую рентабельные средства для производства электрической и тепловой энергии при использовании одного вида топлива. Вырабатываемое электричество может ис-

пользоваться в качестве обособленного решения для автономного питания заводов и промышленного оборудования. Отработанный обладает тепловой энергией, которая, в случае комбинированного производства электроэнергии и тепла, может быть подана в теплообменник для производства пара или горячей воды для дальнейшего применения.



Принципиальная схема мини-ТЭЦ после модернизации

После модернизации котельная будет вырабатывать электрическую и тепловую энергию, что экономически выгодно для муниципального хозяйства.

Выводы

Модернизация котельных имеет большое значение в экологическом и экономическом смыслах. Старые угольные котельные сильно загрязняют воздух вредными для окружающей среды веществами. Их устаревшее оборудование имеет низкий КПД, который влияет на количество используемого топлива, а значит и на увеличение затрат на него. Новые технологии позволяют при модернизации снизить потребление топлива и уровень загрязнения до минимума.

Щепа – отличный вид топлива, от которого раньше просто избавлялись. Но в настоящее время щепа как энергетический носитель все больше набирает популярность и используется в производстве тепловой и электрической энергии. Использование топливной щепы имеет боль-

шой плюс, так как это относительно дешевый вид топлива, который можно найти в любой лесозаготовительной площадке.

Список литературы

1. Александров А.А., Григорьев Б.А. Таблицы теплофизических свойств воды и водяного пара: справочник. Рек. Гос. службой стандартных справочных данных ГСССД Р-776-98. – М.: Изд-во МЭИ, 2003. – 168 с.; ил.
2. Биомасса как источник энергии: пер. с англ. / под ред. С. Соуфера, О. Заборски. – М.: Мир, 1985. – 368 с., ил.
3. Ридер, Г. Двигатели Стирлинга: пер. с англ. / Г. Ридер, Ч. Хупер. – М.: Мир, 1986. – 464 с., ил.
4. Ресурсы Интернета.

УДК 630.377.44

Тарбеев Анатолий Александрович
направление Тепловые двигатели (аспирантура)

Научный руководитель **Павлов Александр Иванович**,
д-р техн. наук, профессор кафедры транспортно-технологических машин
ФГБОУ ВО «Поволжский государственный технологический университет»,
г. Йошкар-Ола

ОПРЕДЕЛЕНИЕ СТРАТЕГИИ ЗАМЕНЫ РУКАВОВ ВЫСОКОГО ДАВЛЕНИЯ

Цель работы – повышение эффективности транспортно-технологических машин за счет обеспечения минимальных расходов на их эксплуатацию.

Очевидно, что при своевременном обнаружении и предупреждении дефектов материальные потери могут быть значительно снижены. С другой стороны, преждевременная замена элементов гидропривода также будет сопровождаться необоснованными расходами из-за недоиспользования их ресурса. Варианты оптимальной стратегии записываются следующим образом [1]:

- а) $\mathcal{E} \rightarrow \max \mathcal{E}$ при $C \leq C_{\text{дон}}$;
- б) $C \rightarrow \min C$ при $\mathcal{E} \rightarrow \mathcal{E}_{\text{дон}}$,

где \mathcal{E} , C – соответственно значения показателей эффективности функционирования и материальных затрат; $\mathcal{E}_{\text{дон}}$, $C_{\text{дон}}$ – предельно допустимые значения.

В качестве оптимальной будет считаться стратегия, обеспечивающая $\min C$ (вариант б).

Пусть имеется рукав высокого давления, состояние которого контролируется через определенный промежуток времени Δt .

Сделаем допущение о том, что данный элемент может отказать только в течение этого промежутка, то есть на промежутке Δt с трубопроводом могут произойти два случайных события:

A – трубопровод вышел из строя (вероятность P);

B – трубопровод остался исправным (вероятность $1 - P$).

В результате этих событий система либо остается в исправном состоянии A_2 , либо перейдет в неисправное A_1 .

Таким образом, последовательность испытаний, заключающихся в эксплуатации РВД в течение временных интервалов Δt , образует дискретную марковскую цепь [2]. В связи с тем, что законы распределения времени безотказной работы для всех трубопроводов одинаковы, то данная марковская цепь обладает свойством однородности.

Следовательно, в данном случае имеет место простая однородная цепь Маркова, описываемая переходной матрицей вида

$$P_2 = \begin{vmatrix} 1 & 0 \\ P & 1-P \end{vmatrix}. \quad (1)$$

Переходные вероятности $P(A_1 / A_1) = P_{11} = 1$, $P_{12} = 0$, то есть состояние A_1 является поглощающим, так как при попадании в него требуется замена трубопровода. Среднее количество раз попадания в это состояние можно определить по формуле

$$N = (I - Q)^{-1}, \quad (2)$$

где I – единичная матрица.

В данном случае под K – стратегией понимается решение о замене РВД или оставлении его в гидроприводе на дальнейший период эксплуатации. В дальнейшем берется состояние A_2 (исправное). Составим таблицу возможных состояний, стратегий и доходов (см. таблицу).

Возможные состояния трубопроводов и доходы

Состояние i	Стратегия K	Вероятность перехода		Доходы	
		P_{i1}^k	P_{i2}^k	u_{i1}^k	u_{i2}^k
A_2	Замена трубопровода	$P_{21}^{(1)}$	$P_{22}^{(1)}$	$u_{21}^{(1)}$	$u_{22}^{(1)}$
	Трубопровод не менять	$P_{21}^{(2)}$	$P_{22}^{(2)}$	$u_{21}^{(2)}$	$u_{22}^{(2)}$

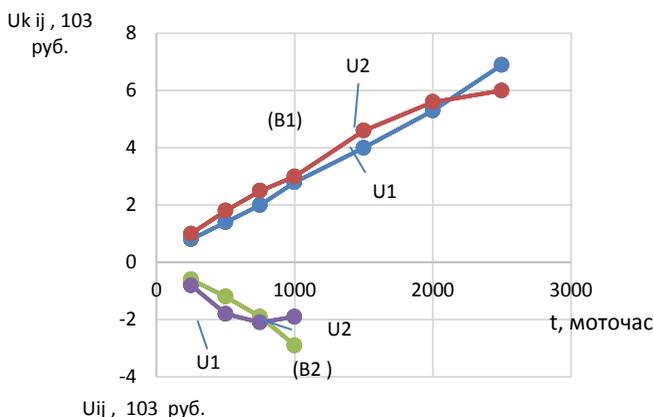
Среднее значение дохода за время t (наработка машины) можно представить в виде суммы:

$$u_i(n) = q_i + \bar{u}_i(n-1), \quad (3)$$

где $q_i = \sum_{j=1}^n P_{ij} \cdot u_{ij}$, $\bar{u}_i(n-1) = \sum P_{ij} \cdot u_j(n-1)$ непосредственный ожидаемый и полный средний доходы.

Очевидно, оптимальная стратегия соответствует $\max u_i(n)$.

Вероятности перехода (P_{ij}^k) трубопровода из исправного состояния A_2 в неисправное A_1 определялись для летнего и зимнего периодов эксплуатации (см. рисунок).



Полный суммарный доход при эксплуатации рукава высокого давления зимой (B_2) и летом (B_1)

Доходы u_{ij}^k принимаются следующими:

$$u_{21}^{(1)} = u - (u_{np} + u_{p.ж.} + u_{mp}), \quad (4)$$

где u — доход за счет бесперебойной работы машины в течение $\Delta t = 250$ моточасов, р.; u_{np} — стоимость простоя машины, р.; $u_{p.ж.}$ — расход за счет потери рабочей жидкости р.; u_{mp} — стоимость трубопровода с учетом его замены, р.

$$u_{22}^1 = u - (u_{mp} + u_{выр}), \quad (5)$$

где $u_{выр}$ – потери при снижении выработки машины за счет простоя, р.

$$u_{21}^2 = u - (u_{p.жс.} + u_{np}); \quad u_{22}^2 = u. \quad (6)$$

Таким образом, получена следующая матрица доходов:

$$R = \begin{vmatrix} u_{21}^1 & u_{22}^1 \\ u_{21}^2 & u_{22}^2 \end{vmatrix}, \quad P_{ij}^k = \begin{vmatrix} 1 & 0 \\ 0,02 & 0,98 \end{vmatrix}; \quad (7)$$

$$q_1^1 = P_{21}^1 \cdot u_{21}^1 + P_{22}^1 \cdot u_{22}^1; \quad q_2^2 = P_{21}^2 \cdot u_{21}^2 + P_{22}^2 \cdot u_{22}^2. \quad (8)$$

Полный суммарный доход за два шага до смены модели будет равен:

$$\nu_1(1) = q_1^1 + \bar{\nu}_1(2), \quad \nu_2(2) = q_2^2 + \bar{\nu}_2(2). \quad (9)$$

На рисунке показаны графики полных суммарных доходов при эксплуатации рукава высокого давления, установленного на машине ЛП-19В, при эксплуатации в летний и зимний периоды.

Выводы

1. При эксплуатации машины летом проведение профилактических работ по замене РВД следует проводить при наработке 2300 моточасов, в зимний период – 800 моточасов.

2. При дальнейшей эксплуатации РВД наблюдается снижение дохода за счет разрыва трубопроводов, что влечет за собой значительные потери рабочей жидкости и простои машины.

3. Если проводить замену трубопровода раньше срока, то ожидаемый доход значительно уменьшится. Это связано с недоиспользованным ресурсом.

Список литературы

1. Никитин, О.Ф. Надежность, диагностика и эксплуатация гидроприводов мобильных объектов / О.Ф. Никитин. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2007. – 312 с.

2. Павлов, А.И. Надежность, диагностика и защита гидроприводов транспортно-технологических машин: монография / А.И. Павлов, А.А. Тарбеев, С.Л. Вдовин; под общ. ред. проф. А.И. Павлова. – Йошкар-Ола: Поволжский государственный технологический университет, 2017. – 376 с.

Ивличева Екатерина Александровна
направление Трубопроводный транспорт нефти и газа (бакалавриат),
гр. ЭТМ-21

Научный руководитель **Гаджиев Гасан Магомедрасулович**,
канд. техн. наук, доцент кафедры эксплуатации машин и оборудования
ФГБОУ ВО «Поволжский государственный технологический университет»,
г. Йошкар-Ола

ОСНОВНЫЕ МЕТОДЫ ДИАГНОСТИКИ НЕФТЕПРОВОДОВ

Цель работы – ознакомиться с методами диагностики нефтепроводов и рассмотреть наиболее актуальный комплекс по диагностике.

Актуальность работы обоснована тем, что проблема обеспечения надежной и безопасной эксплуатации нефтепроводов наиболее эффективными и экономичными методами является важной задачей.

Современный этап развития трубопроводного транспорта нефтепродуктов в Российской Федерации характеризуется рядом специфических особенностей, связанных прежде всего со значительным старением магистральных нефтепроводов, снижением их загрузки, ужесточением требований надзорных и контролирующих органов исполнительной власти к надежности и безопасности эксплуатации объектов, охране окружающей природной среды, ухудшением финансовой ситуации предприятий и экономики страны в целом.

Важным направлением в данной области является техническое диагностирование оборудования и магистральных нефтепроводов по фактическому техническому состоянию.

Практика обслуживания магистральных нефтепроводов показывает, что в настоящее время для обеспечения эксплуатационной надежности и безопасности трубопроводных систем требуются принципиально новые подходы к контролю их технического состояния, обеспечивающие достаточную полноту диагностирования параметров состояния, а также оптимальную организацию и структуру работ системы технического обслуживания и ремонта.

Обнаружение дефектов тела трубы может осуществляться двумя способами:

1) внутритрубная инспекция с помощью приборов-профилемеров и приборов-дефектоскопов;

2) внешнее дефектоскопическое обследование (визуальное и приборное со специальным шурфованием или на вскрытом участке в процессе ремонта).

На сегодняшний момент отдается предпочтение комплексу по диагностированию. В его состав входят следующие внутритрубные снаряды:

1) очистной скребок – для очистки внутренней поверхности трубопровода от парафиносмолистых отложений, глиняных тампонов и грязи, а также удаления посторонних предметов;

2) профиломер «Калипер» – для измерения внутреннего проходного сечения и радиусов отвода трубы, что необходимо для оценки возможности обследования нефтепровода дефектоскопами;

3) ультразвуковой дефектоскоп «Ультраскан» предназначен для оценки состояния стенок трубопроводов методом ультразвукового сканирования;

а также наземное вспомогательное оборудование: лоток, запасочное устройство, акустические локаторы, локаторы, маркерные передатчики, трассоискатели [1].

Этот комплекс позволяет выявить ряд опасных дефектов нефтепровода, таких как дефекты, опасные по результатам расчетов прочности дефектосодержащих труб, любые дефекты, связанные с потерей металла (потери металла, риски и т.п.), а также дефекты формы трубы (вмятины и гофры), примыкающие к сварным швам, если их измеренная глубина превышает по величине 3% от наружного диаметра трубопровода [2].

Выводы

Анализ методов диагностики магистральных нефтепроводов указывает на то, что наиболее эффективным направлением является комплексный подход по диагностике, при этом учитываются как внутренние, так и внешние факторы, воздействующие на нефтепроводы.

Список литературы

1. Технология проведения работ по диагностированию действующих магистральных нефтепроводов внутритрубными инспекционными снарядами. – М.: «АК «Транснефть», ЦТД, 1994. – 256 с.
2. Методы ремонта дефектных участков действующих магистральных нефтепроводов. – М.: ОАО «АК «Транснефть», 2004. – 75 с.

**Апьялиев Михаил Ринатович, Лебедев Григорий Вячеславович,
Хорошавина Татьяна Алексеевна**

направление Технологические машины и оборудование
(бакалавриат), гр. ТМО-31

Научный руководитель **Лоскутов Юрий Васильевич**,
канд. техн. наук, доцент кафедры сопротивления материалов
и прикладной механики

*ФГБОУ ВО «Поволжский государственный технологический университет»,
г. Йошкар-Ола*

ОСОБЕННОСТИ БИОМЕХАНИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ХОДЬБЫ ЧЕЛОВЕКА ПО ЛЕСТНИЦЕ*

Анализ двуногой ходьбы человека позволяет лучше понять особенности походки и ее биомеханические параметры, а также вносит вклад в проектирование и разработку экзоскелетов – мобильных устройств, помогающих перемещаться человеку. Такие устройства необходимы, в том числе, и для обеспечения движения ног человека, потерявшего полностью или частично способность двигаться самостоятельно [1, 2].

Наиболее важной и *актуальной* является проблема разработки системы управления экзоскелетом нижних конечностей. Такая система должна обеспечить перемещение по заданной траектории.

Экзоскелеты (легопуляторы) чаще всего описываются и моделируются как двуногие роботы в виде семизвенного механизма (туловище, бедра, голени, стопы), управляемого человеком.

Отметим, что одним из необходимых движений человека является процесс ходьбы вверх и вниз по лестнице, в том числе и для целей реабилитации и восстановления утраченных функций [3-5].

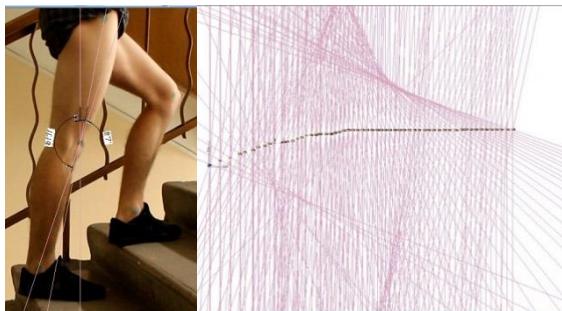
Цель работы – кинематический анализ локомоций человека при ходьбе человека по лестнице вверх и вниз для синтеза алгоритмов управления экзоскелета нижних конечностей.

Для человека с нарушением функций нижних конечностей процесс самостоятельной ходьбы по лестнице становится особенно трудным. Поэтому важной задачей является анализ и синтез законов изменения во времени углов поворота, угловых скоростей и угловых ускорений зве-

* Работа выполнена в рамках реализации комплексного проекта «Создание высокотехнологического производства многофункционального роботизированного экзоскелета медицинского назначения («РЭМ»)), шифр 2017-218-09-1807, утверждённого Постановлением Правительства Российской Федерации от 9 апреля 2010 г. № 218.

ньев системы «человек-экзоскелет». Для нахождения абсолютных углов, определяющих положение механизма при ходьбе по лестнице вверх и вниз в одноопорной и двуопорной фазах, были проведены экспериментальные исследования, позволившие найти зависимости углов во времени.

Для фиксации изменения углов во времени использовалась покадровая обработка видео ходьбы через равные малые промежутки времени (см. рисунок).



Покадровая обработка видеочиклограммы ходьбы по лестнице

Затем видео разбивалось на кадры в программном комплексе «Adobe Premier» из расчета около 60 кадров на один цикл движения, включающий два шага.

Далее в программном комплексе «AutoCad» для каждого кадра циклограммы проводились оси координат и с помощью векторных линий измерялись абсолютные углы наклона звеньев. Данные измерений записывались в таблицу «MS Office Excel», где и были затем построены эмпирические кривые.

На основе полинома пятой степени построены линии тренда с точностью около 99,87%.

Изменение углов во времени по результатам эксперимента

Номер кадра	Время, с	Углы между звеном и вертикалью для ближней ноги, град.		
		α (бедро)	β (голень)	φ (корпус)
1	0	3°13'	162°22'	1°28'
2	0,02	3°00'	161°37'	1°31'
3	0,04	3°7'	161°37'	1°35'
...

Полученные аппроксимирующие функции приняты за законы движения звеньев механизма. Дифференцирование функций углов поворота по времени дает функции угловых скоростей и угловых ускорений звеньев. В дальнейшем предполагается использовать их как задающие воздействия в системе автоматического управления экзоскелетом.

Результаты измерений и аппроксимаций сопоставлены с данными других исследований подобных локомоций. При этом использовались сходные и отличающиеся методики, в том числе и с применением аппаратно-программных комплексов на основе датчиков перемещений и скоростей [6].

Сравнение полученных кривых, управляющих функций углов, угловых скоростей и угловых ускорений показало хорошее соответствие наших результатов и данных других исследователей.

Выводы

Экспериментальным путем получены законы движения, управляющие функции угловых скоростей и ускорений звеньев системы «человек-экзоскелет» для системы управления.

Сопоставление полученных нами результатов с данными других авторов показало хорошую достоверность результатов.

Список литературы

1. Биомехатронный комплекс нейрореабилитации – концепция, конструкция, модели и управление / В.Е. Павловский [и др.] // Препринты ИПМ им. М.В.Келдыша. – 2014. – № 111. – 19 с.
2. Лавровский, Э.К. О регулярной ходьбе экзоскелетона нижних конечностей при дефиците управляющих воздействий / Э.К. Лавровский, Е.В. Письменная // Российский журнал биомеханики. – 2014. – Т. 18, № 2. – С. 208–225.
3. Чигарев, А.В. Моделирование управляемого движения двуногого антропоморфного механизма / А.В. Чигарев, А.В. Борисов // Российский журнал биомеханики. – 2011. – Т. 15, № 1. – С. 74-88.
4. Зациорский, В.М. Биомеханика двигательного аппарата человека / В.М. Зациорский, А.С. Аруин, В.Н. Селуянов. – М.: Физкультура и спорт, 1981. – 143 с.
5. Бочаров, М.И. Частная биомеханика с физиологией движения: монография / М.И. Бочаров. – Ухта: УГТУ, 2010. – 235 с.
6. Витензон, А.С. К фазовому анализу ходьбы и некоторых ритмических движений человека / А.С. Витензон, К.А. Петрушанская // Российский журнал биомеханики. – 2005. – Т. 9, № 1. – С. 19-35.

Давлятшина Аделия Рашитовна

направление Трубопроводный транспорт нефти и газа (бакалавриат),
гр. ЭТМ-21

Научный руководитель **Гаджиев Гасан Магомедрасулович,**

канд. техн. наук, доцент кафедры эксплуатации машин и оборудования
ФГБОУ ВО «Поволжский государственный технологический университет»,
г. Йошкар-Ола

ОСНОВНЫЕ ОПЕРАЦИИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ПРИ ПЕРЕГОНКЕ НЕФТИ

Цель работы – рассмотреть основные операции технологического процесса при перегонке нефти.

Актуальность работы обоснована тем, что в условиях транспорта нефти операции технологического процесса играют важную роль, так как преобразуют сырьё в готовый продукт, который в дальнейшем реализуется на рынке.

Перегонкой нефти называют процесс разделения сырья на определённые фракции, которые отличаются между собой в первую очередь температурой кипения. Для получения всей гаммы необходимых продуктов из любого сорта нефти существуют технологические процессы переработки нефти. С помощью технологических процессов из сырья можно получить такие продукты, как бензин, дизельное топливо, солярку и др. Каждая технологическая стадия представляет собой совокупность операций (ряд соответствующих физических, химических, физико-химических процессов), обособленных в технологическом отношении и представляющих собой самостоятельную законченную часть всего технологического процесса производства полуфабрикатов или готовой продукции.

Процесс переработки нефти можно разделить на 3 основных этапа:

1) первичная переработка (физическая), которая заключается в разделении нефтяного сырья на фракции, различающиеся по интервалам температур кипения;

2) вторичная переработка (химическая) включает в себя переработку полученных фракций путем химических превращений, содержащихся в них углеводородов, и выработку компонентов товарных нефтепродуктов;

3) товарное производство заключается в смешении компонентов с вовлечением, при необходимости, различных присадок, с получением товарных нефтепродуктов с заданными показателями качества [1].

В первичную переработку входят:

1) *Атмосферная перегонка*. Нефть поступает в ректификационную колонну, где подвергается атмосферному давлению и разделяется на несколько фракций: лёгкую и тяжёлую бензиновые фракции, керосиновую фракцию, дизельную фракцию и остаток атмосферной перегонки – мазут. Так как качество получаемых фракций не соответствует требованиям, предъявляемым к товарным нефтепродуктам, их подвергают дальнейшей (вторичной) переработке.

2) *Вакуумная дистилляция* – процесс отгонки из мазута (остатка атмосферной перегонки) фракций, пригодных для переработки в моторные топлива, масла, парафины и церезины, и другую продукцию нефтепереработки и нефтехимического синтеза. Остающийся после этого тяжёлый остаток называется гудроном. Может служить сырьем для получения битумов.

Вторичная перегонка:

1) *Каталитический риформинг* – это промышленный процесс переработки бензиновых и лигроиновых фракций нефти с целью получения высококачественных бензинов и ароматических углеводородов [2].

2) *Гидроочистка* – процесс химического превращения веществ под воздействием водорода при высоком давлении и температуре. Гидроочистка нефтяных фракций направлена на снижение содержания сернистых соединений в товарных нефтепродуктах. Побочно происходит насыщение непредельных углеводородов, снижение содержания смол, кислородсодержащих соединений, а также гидрокрекинг молекул углеводородов. Наиболее распространённый процесс нефтепереработки. Гидроочистке подвергаются бензиновые фракции (прямогонные и каталитического крекинга), керосиновые фракции, дизельное топливо, вакуумный газойль, фракции масел.

3) *Каталитический крекинг* – термокаталитическая переработка нефтяных фракций с целью получения компонента высокооктанового бензина, легкого газойля и непредельных жирных газов. Это один из важнейших процессов, обеспечивающих глубокую переработку нефти [2].

4) *Гидрокрекинг* проводят действием водорода при 330-450°C и давлении 5-30 МПа в присутствии никель-молибденовых катализаторов. В зависимости от степени превращения сырья различают легкий (мягкий) и жесткий гидрокрекинг.

5) *Коксование* – это процесс переработки жидкого и твёрдого топлива нагреванием без доступа кислорода. При разложении топлива образуется твёрдый продукт – нефтяной кокс и летучие продукты.

Для получения товарных нефтепродуктов организуется смешение полученных компонентов в соответствующих емкостях НПЗ в соотношениях, которые обеспечивают нормируемые показатели качества.

Выводы

Анализ операций технологического процесса показал, что различают первичные и вторичные методы переработки нефти. К первичным относят процессы разделения нефти на фракции, а к вторичным – преобразование этих фракций в более удобные для окисления формы. Конечным этапом является смешение полученных компонентов для получения товарных нефтепродуктов.

Список литературы

1. Смидович, Е.В. Технология переработки нефти и газа / Е.В. Смидович. – Ч. 2. – М.: Химия, 1980. – 376 с.
2. Капустин, В.М. Основные каталитические процессы переработки нефти / В.М. Капустин, Е.А. Чернышева. – М.: Калвис, 2006. – 116 с.

УДК 621.039

Ермакова Анна Валерьевна

направление Теплоэнергетика и теплотехника (магистратура), гр. ТТм-21

Научный руководитель **Маряшев Алексей Васильевич**,

канд. техн. наук, доцент кафедры энергообеспечения предприятий
*ФГБОУ ВО «Поволжский государственный технологический университет»,
г. Йошкар-Ола*

ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ РЕГУЛИРУЕМОГО ПАРОВОДЯНОГО СТРУЙНОГО АППАРАТА В КОТЕЛЬНОЙ

Цель работы – произвести оценку эффективности использования регулируемого пароструйного аппарата в котельной промплощадки АО «ММЗ» п. Луговой, сравнить существующий аппарат с проектируемым.

Пароводяной струйный аппарат (ПСА) относится к струйной технике, а именно к пароводяным струйным насосам и предназначен для подогрева и повышения давления воды при помощи водяного пара. ПСА используются в системах отопления и горячего водоснабжения, а также в различных технологических схемах в качестве теплообменника и, в ряде случаев, в качестве насоса [3].

Актуальность проекта обусловлена необходимостью поиска новых энергоэффективных технологий.

Эффективность реконструкции и модернизации систем теплоснабжения напрямую зависит от выбора и обоснования выбора наиболее выгодного со всех сторон технического решения по проектированию тепловой схемы объекта теплоснабжения (производственно-отопительной котельной), в частности на основании ресурсосберегающих технологий, позволяющих, с одной стороны, продлить срок службы оборудования за счет снижения потенциальной угрозы коррозии, а с другой – снизить эксплуатационные затраты на поддержание работоспособности этого оборудования.

Отличием конструкции ПСА-р (регулируемого) от ПСА является расширение диапазона регулирования тепловой мощности аппарата, упрощение процесса регулирования и увеличение максимально достижимого напора нагретой воды на выходе из аппарата. Указанная цель достигается тем, что в предлагаемом струйном аппарате применено подвижное паровое сопло при неподвижном центральном теле, позволяющее при его передвижении одновременно изменять критическое сечение парового сопла и сечение кольцевой диафрагмы подачи воды. Тем самым компенсируется эффект взаимно обратного изменения расходов пара и воды при регулировании тепловой мощности, а также обеспечивается при этом поддержание оптимального значения коэффициента инжекции (соотношения массовых расходов пара и воды), т.е. возможность при уменьшении массового расхода пара одновременно уменьшать расход воды.

Преимущества от применения ПСА

1) Экономия пространства. Благодаря тому, что ПСА является смесительным теплообменником, в нем отсутствуют промежуточные теплообменные поверхности, и тепло передается при непосредственном контакте пара и воды.

2) Уменьшение расхода пара. В ПСА исключено явление пролетного пара, характерное для поверхностных подогревателей.

3) Сокращение потерь тепла. Благодаря сверхмалым габаритам можно существенно уменьшить потери тепла с наружной поверхности подогревателя и тем самым увеличить тепловой КПД еще на 2-3%.

4) Экономия электроэнергии. Благодаря наличию в аппарате насосной функции, ПСА является теплообменником с отрицательным гидравлическим сопротивлением.

5) Высокая надежность. В конструкции аппарата нет тонкостенных трубок и вальцовочных соединений. Все детали изготовлены из нержавеющей стали.

- 6) Высокая ремонтпригодность.
- 7) Простота технического обслуживания.
- 8) Простота эксплуатации. ПСА запускается не сложнее, чем бойлер, и при этом абсолютно безынерционен и выходит на рабочий режим всего за несколько секунд. Производительность (или мощность) у ПСА-регулируется поворотом штурвала на корпусе аппарата [1].

Выводы

Аппараты ПСА позволяют обеспечить широкие возможности применения: от организации горячего водоснабжения маленького цеха до отопления ТЭЦ целого города.

Технология ПСА не имеет себе равных по долговечности и срокам окупаемости. Следовательно, можно уверенно сказать, что на сегодняшний день технология ПСА является лучшим техническим решением в качестве теплообменного и технологического оборудования для паровых котельных.

Список литературы

1. Герасимов, С.Г. Автоматическое регулирование котельных установок / С.Г. Герасимов. – М.: Госэнергоиздат, 2010. – 424 с.
2. Сазонов, Ю.А. Расчет и конструирование струйных аппаратов: учебное пособие / Ю.А. Сазонов. – М.: РГУ нефти и газа имени И.М. Губкина, 2016. – 64 с.: ил.
3. Соколов, Е.Я. Струйные аппараты / Е.Я. Соколов, Н.М. Зингер. – 3-е изд., перераб. – М.: Энергоатомиздат, 1989. – 352 с.: ил.

УДК 637.37

Винокуренок Николай Геннадьевич

направление Теплоэнергетика и теплотехника (бакалавриат), гр. ТТ-12

Научный руководитель **Онучин Евгений Михайлович**,

канд. техн. наук, доцент кафедры энергообеспечения предприятий
ФГБОУ ВО «Поволжский государственный технологический университет»,
г. Йошкар-Ола

ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПАРОГЕНЕРАТОРНЫХ УСТАНОВОК ДЛЯ АВТОНОМНОГО ЭЛЕКТРООБЕСПЕЧЕНИЯ ТОРФОБРИКЕТНЫХ ПРОИЗВОДСТВ

На сегодняшний день усиливается заинтересованность в расширении использования местных топливных ресурсов, в том числе торфа, для производства тепловой и электрической энергии, а также рафинизи-

рованных топлив, например, торфобрикетов [1–4]. Это обусловлено большими затратами при использовании альтернативных (как правило, привозных) топлив. Кроме того, к примеру, каменный уголь проигрывает торфяным брикетам как со стороны КПД, так и со стороны экологического ущерба, наносимого окружающей среде при его сжигании в энергетических установках.

Основным видом торфяного коммунально-бытового топлива является торфяные брикеты. Они производятся по технологии, предусматривающей прессование в штемпельных прессах фрезерного торфа, предварительно высушенного в сушилках пневмогазового типа. Торфобрикетные производства характеризуются повышенной энергоёмкостью, в частности значительным потреблением электрической энергии.

Так, торфобрикетный завод, перерабатывающий 55 тыс. тонн торфа в год и выпускающий 25 тыс. тонн торфобрикетов, имеет установленную мощность электродвигателей 275 кВт. Годовое потребление электроэнергии этого производства составляет 1,7 млн кВт часов, затраты на которую существенно снижают рентабельность производства.

Цель проекта – разработка технологической схемы использования парогенераторных установок, работающих на торфе, для производства электроэнергии на собственные нужды торфобрикетного производства.

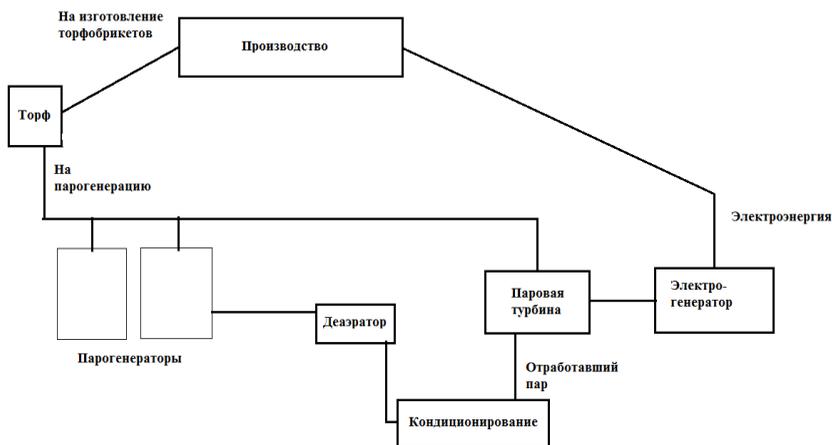


Схема получения электроэнергии для торфобрикетного производства на базе парогенераторных установок

Схема получения электроэнергии для торфобрикетного производства, основанная на базе парогенераторных установок, представлена на рисунке. В схему генерации электрической энергии, помимо парогенераторных установок, входят: деаэрактор, оборудование для конденсации отработанного пара, паровая турбина и электрогенератор.

Исходя из схемы, технология работы заключается в следующем. На производство электрической энергии для нужд торфобрикетного завода необходимо дополнительное количество торфа в пределах 7...10% от потребления основного производства. Этот торф направляется в парогенераторы, где получается острый пар под давлением до 16 МПа с температурой до 300 °С. Этот пар направляется в паровую турбину, которая в сочетании с электрогенератором, вырабатывает необходимую для производства электрическую энергию. Из паровой турбины отработавший пар направляется в конденсатор. Полученный конденсат направляется в деаэрактор, после которого поступает для совершения нового цикла в парогенераторы.

Выводы

Описанный выше метод получения электроэнергии должен повысить энергоэффективность данного производства и понизить затраты.

Кроме того, в будущем можно будет использовать конденсат, который получается после кондиционирования отработанного пара, в возможных нуждах на производстве.

И не стоит забывать также о том, что излишки электроэнергии, произведённой с использованием торфа, можно будет реализовать на розничном рынке электроэнергии, в том числе по льготному «зелёному тарифу».

Список литературы

1. Лебедева, Е.А. Особенности проектирования мини-ТЭЦ на базе котельных установок / Е. А. Лебедева, А.И. Солдатов, М.В. Выборнов // Великие реки 2016: труды научного конгресса: в 3 т. – Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет, 2016. – С. 21-24.
2. Кириллов, В. Время ставить на биотопливо / В. Кириллов // Энергия: экономика, техника, экология. – 2016. – № 1. – С. 63-66.
3. Кобелев, Н.С. Разработка энергоэффективных устройств для нужд биоэнергетики / Н.С. Кобелев, Г.Г. Щедрина // Известия Юго-Западного государственного университета. – 2016. – № 3 (66). – С. 71-77.
4. Дербин, М.В. К вопросу о целесообразности использования котельных установок на биотопливе / М.В. Дербин, А.А. Емельяненко // Актуальные направления научных исследований XXI века: теория и практика. – 2015. – Т. 3, № 9-3 (20-3). – С. 46-48.

Пекпулатова Надежда Александровна

направление Материаловедение и технология новых материалов
(бакалавриат), гр. МТМб-41

Научный руководитель **Крашенинникова Надежда Геннадьевна**,
канд. техн. наук, доцент кафедры машиностроения и материаловедения
ФГБОУ ВО «Поволжский государственный технологический университет»,
г. Йошкар-Ола

ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ ПЛАКИРОВАНИЯ МЕТАЛЛОВ

Цель работы – анализ технологии и перспектив использования плакирования металлов.

К материалам, используемым в современной технике, предъявляются все более жесткие требования: высокая износостойкость, жаропрочность, жаростойкость, коррозионная стойкость и прочее, причем часто различные качества должны сочетаться в одном и том же материале.

Решить эту проблему помогает применение плакирования, позволяющего посредством комбинирования разнородных металлов получать материал с необходимым комплексом свойств. Кроме того, использование этой технологии позволяет экономить дорогостоящие и дефицитные металлы. В связи с этим дальнейшее совершенствование технологии плакирования и расширение ее использования является весьма актуальным.

Плакирование представляет собой нанесение на поверхность металлических листов, плит, проволоки, труб тонкого слоя другого металла или сплава термомеханическим способом.

Процесс может осуществляться путем горячей прокатки (например, плакирование листов и плит), прессования (плакирование труб), а также сварки взрывом.

На основной металл накладывают с одной или с обеих сторон листы другого металла, затем весь пакет подвергают горячей прокатке. Соединяемые поверхности должны быть тщательно очищены.

Для улучшения сцепления иногда на внутреннюю поверхность плакирующего металла гальваническим способом наносят слой третьего металла толщиной до 0,2 мм. Сцепление между металлами осуществляется вследствие диффузии в процессе деформации горячей заготовки.

В результате получают прочное двух- или многослойное изделие.

Для плакирования применяют металлы и сплавы, обладающие хорошей свариваемостью, углеродистые, кислотостойкие стали, дюралюминия, сплавы меди и др.

В качестве защитного покрытия для плакирования широко используются алюминий, тантал, молибден, титан, никель, медь, томпак, нержавеющие стали и др.

Толщина плакирующего слоя составляет от 3 до 40 % от толщины основного металла, что существенно больше толщины покрытий, получаемых другими методами, соответственно плакирование обеспечивает надежную защиту металла от коррозии.

Плакированием на поверхность детали можно наносить слой материала с особыми свойствами – высокой твердостью, износостойкостью, теплопроводностью и т.д.

Метод целесообразно применять при изготовлении деталей оборудования или при восстановлении их формы после изнашивания, а также при изготовлении и ремонте элементов деталей, подверженных воздействию агрессивных сред (грязи, шлаков, пара) в целях экономии дорогостоящих материалов.

Плакирование взрывом применяют для таких пар материалов, соединить которые другими способами плакирования трудно, или для изготовления изделий специального назначения.

Сущность плакирования взрывом заключается в том, что на поверхность плакирующего листа помещают взрывчатое вещество с детонатором. Как правило, плакирующий лист располагают под углом к основе. При взрыве во время соударения пластин возникает струя металла, выходящая с поверхностных слоев основного и плакирующего материала. Вместе с ней удаляется и загрязнение, что способствует образованию ювенильно чистых поверхностей при соединении материалов.

Плакирование используется для получения биметаллов и триметаллов, для создания антикоррозийного слоя алюминия на листах, плитах, трубах из алюминиевых сплавов, нанесения латунного покрытия на листы стали (вместо электролитического покрытия), в ювелирном деле, например, накладка золота накладывается на серебро.

В корпусах ядерных реакторов используют плакирование нержавеющей аустенитной сталью внутренней поверхности корпуса, так как основной материал корпуса (перлитная высокотемпературная сталь) подвержен коррозии при высоких температурах.

В последнее время расширяется применение стали, плакированной титаном. Особенностью технологии плакирования стали титаном явля-

ется необходимость более тщательной очистки соединяемых поверхностей и нагрева пакета перед прокаткой в среде аргона.

Еще один вариант получения биметалла – контактная сварка металла с плакирующим слоем.

При плакировании этим способом на поверхность изделия из основного металла кладут лист плакирующего металла и сваривают пакет с помощью контактно-сварочной машины. Полученное изделие нуждается в механической обработке (шлифовании, полировании), так как имеет недостаточно ровную поверхность с отпечатками электродов.

Недостатками плакирования можно считать высокую стоимость метода и пониженную коррозионную стойкость в зоне сварных швов.

Лучшей альтернативой, позволяющей преодолеть проблему сварных швов, является газотермическое напыление. Так, наиболее распространенным методом нанесения плакирующего слоя алюминия на сталь является распыление алюминия или его сплава с кремнием.

Материал для распыления в виде проволоки или порошка расплавляется в пламени кислородной горелки и под действием сжатого воздуха направляется на тщательно подготовленную плакируемую поверхность.

Возможно применение более производительного способа распыления и нанесения плакирующего слоя плазменной струей плазмотрона.

Для обеспечения возможности эксплуатации полученного биметалла при высоких температурах материал после нанесения покрытия подвергают диффузионному отжигу при температуре 600-950 °С, в процессе которого происходит взаимодиффузия железа и алюминия с образованием на поверхности биметалла сплава алюминия с железом с относительно высокой температурой плавления и плотной пленкой оксида алюминия, защищающей металл от окисления.

Вывод

Таким образом, плакирование является весьма перспективным методом получения материалов с разной комбинацией ценных свойств.

Список литературы

1. Сравнение методов нанесения защитных покрытий [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.plackart.com/comparison/bimetall.html>
2. Плакирование: особенности и преимущества технологии [Электронный ресурс]. – URL: <https://dedpodaril.com/lityo/plakirovanie-technologiy.html>

Винокуренко Николай Геннадьевич

направление Теплоэнергетика и теплотехника (бакалавриат), гр. ТТ-12

Научный руководитель **Онучин Евгений Михайлович**,

канд. техн. наук, доцент кафедры энергообеспечения предприятий
ФГБОУ ВО «Поволжский государственный технологический университет»,
г. Йошкар-Ола

ПОВЫШЕНИЕ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ ТОРФОБРИКЕТНОГО ПРОИЗВОДСТВА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ГАЗОГЕНЕРАТОРНЫХ УСТАНОВОК

На сегодняшний день усиливается заинтересованность в расширении использования местных топливных ресурсов, в том числе торфа, для производства тепловой и электрической энергии, а также рафинированных топлив, например, торфобрикетов. Это обусловлено большими затратами при использовании альтернативных, как правило, привозных топлив. Кроме того, к примеру, каменный уголь проигрывает торфяным брикетам как со стороны КПД, так и со стороны экологического ущерба, наносимого окружающей среде при его сжигании в энергетических установках.

Основным видом торфяного коммунально-бытового топлива являются торфяные брикеты. Они производятся по технологии, предусматривающей прессование в штемпельных прессах фрезерного торфа, предварительно высушенного в сушилках пневмогазового типа. Торфобрикетные производства характеризуются повышенной энергоёмкостью, в частности значительным потреблением электрической энергии. Так, торфобрикетный завод, перерабатывающий 55 тыс. тонн торфа в год и выпускающий 25 тыс. тонн торфобрикетов имеет установленную мощность электродвигателей 275 кВт. Годовое потребление электроэнергии этого производства составляет 1,7 млн кВт часов, затраты на которую существенно снижают рентабельность производства.

Цель работы – разработка технологической схемы использования газогенераторных установок, работающих на торфе, для производства электроэнергии на собственные нужды торфобрикетного производства.

Разработанная технологическая схема производства электроэнергии на торфобрикетном производстве на базе газогенераторных установок представлена на рисунке. Дополнительное основное оборудование, необходимое для генерации электрической энергии включает в себя пиролизные газогенераторы, оборудование для кондиционирования генера-

торного газа (охлаждения, очистки, осушения), ёмкости для буферного хранения генераторного газа и электрогенератор с приводом от газопоршневого ДВС.

Технология работы по представленной схеме заключается в следующем. На производство электрической энергии для нужд торфобрикетного завода необходимо дополнительное количество торфа в пределах 7...10% от потребления основного производства. Этот торф направляется в газогенераторы, где в результате пиролиза и последующей газификации на воздушном дутье получается первичный генераторный газ. Этот газ необходимо подвергнуть кондиционированию, чтобы его охладить, очистить и осушить, удалив из него влагу, содержащуюся в исходном торфе и образовавшуюся в зоне окисления газогенераторов. После кондиционирования газ поступает на хранение в буферную ёмкость, обеспечивающую пусковой запас генераторного газа и манёвренность производства электрической энергии.



Технологическая схема получения электроэнергии для торфобрикетного производства на базе газогенераторных установок

Выводы

Предлагаемый метод получения электроэнергии призван повысить энергоэффективность данного производства и понизить затраты. В будущем возможно станет использовать конденсат и водяной пар, который получается после кондиционирования газогенераторного газа, для нужд производства. Кроме того, излишки электроэнергии, произведённой с использованием торфа, можно реализовать на розничном рынке электроэнергии, в том числе по льготному «зелёному тарифу».

Список литературы

1. Исследование совместной работы дизеля и газогенератора, перерабатывающего растительную биомассу / Л.В. Зысин, Н.Л. Кошкин, Е.Н. Орлов, В.В. Сергеев // Теплоэнергетика. – 2002. – № 1. – С. 14-17.
2. Сергеев, В.В. Итоги и научно-технические проблемы использования растительной биомассы и органосодержащих отходов в энергетике / В.М. Боровков, Л.В. Зысин, В.В. Сергеев // Известия АН. Энергетика. – 2002. – № 6. – С. 13-23.
3. Сергеев, В.В. Реализация процесса газификации растительной биомассы в газогенераторных установках слоевого типа / В.В. Сергеев // Научно-технические ведомости СПбГПУ. – 2008. – № 2 (54). – С. 156-161.
4. Особенности развития технологий производства низкокалорийного газа из твердого топлива и отходов для использования в газовых турбинах и двигателях внутреннего сгорания / Ф.Г. Рутберг, Р.Б. Гончаренко, В.Е. Попов, Н.С. Шестаков, А.Э. Лейкам, В.В. Сергеев, А.А. Москвин // Известия АН. Энергетика. – 2008. – № 6. – С. 107-115.

УДК 633/635

Васильева Наталья Виталиевна

направление Теплоэнергетика и теплотехника (магистратура), гр. ТТм-21

Научный руководитель **Медяков Андрей Андреевич**,

канд. техн. наук, доцент кафедры энергообеспечения предприятий

ФГБОУ ВО «Поволжский государственный технологический университет»,

г. Йошкар-Ола

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ЙОШКАР-ОЛИНСКОЙ ТЭЦ-2 ПУТЁМ ВНЕДРЕНИЯ ПАРОГАЗОВОЙ УСТАНОВКИ

Цель работы – внедрение парогазовых технологий в существующую схему ТЭЦ с целью повышения тепловой и экономической эффективности систем тепло- и электроснабжения.

В настоящее время основу отечественной энергетики, которая является одной из базовых отраслей экономики страны, составляют паротурбинные установки (ПТУ) тепловых электростанций. В перспективе традиционные ПТУ будут вытесняться парогазовыми установками (ПГУ), имеющими значительно более высокие энергетические, экономические и экологические характеристики. Основным направлением модернизации тепло- и электрогенерирующих мощностей России является сохранение действующего оборудования с внедрением новых мощностей на основе парогазовых и газотурбинных технологий. Техническое перевооружение осложняется необходимостью обеспечения

надежного и бесперебойного теплоснабжения потребителей в течение всего периода замены оборудования. При реконструкции ТЭЦ актуальным является установка газотурбинных надстроек, которые позволяют практически полностью сохранить компоновку главного корпуса, тепловую схему, а в ряде случаев и основное оборудование. Также существенную роль играют и более низкие капиталовложения, оказывающие положительное влияние на снижение стоимости вырабатываемой электрической и тепловой энергии. Поэтому внедрение газовой надстройки в существующую схему ТЭЦ выступает актуальной задачей.

Паротурбинная установка является механизмом для преобразования потенциальной энергии сжатого и нагретого до высокой температуры пара в кинетическую энергию вращения ротора турбины. Коэффициент полезного действия ПТУ составляет от 7 до 39%.

ПТУ имеет следующие достоинства: работа паровых турбин возможна на различных видах топлива, высокая единичная мощность, свободный выбор теплоносителя, широкий диапазон мощностей, внушительный ресурс паровых турбин.

В качестве наиболее значимых недостатков отечественных ПТУ отметим низкую термическую и энергетическую эффективность, малую величину регулировочного диапазона, высокие штатные коэффициенты, недостаточный уровень автоматического регулирования и управления технологическими процессами. В результате действия указанных факторов и в связи с постоянным ростом цен на органическое топливо, стоимость электрической и тепловой энергии, производимой паротурбинными установками электрических станций, стремительно повышается. В связи с этим одним из самых эффективных способов реконструкции тепловых электростанции является замена ПТУ на ПГУ.

Парогазовая установка – сравнительно новый тип генерирующих станций, работающих на газе или на жидком топливе. Устройство состоит из двух блоков: газотурбинной (ГТУ) и паросиловой (ПС) установок. В ГТУ вращение вала турбины обеспечивается образовавшимися в результате сжигания природного газа (мазута) продуктами горения – газами. Образовавшиеся в камере сгорания газотурбинной установки продукты горения вращают ротор турбины, а та, в свою очередь, крутит вал первого генератора. В первом, газотурбинном, цикле КПД не превышает 38%. Отработавшие в ГТУ, но все еще сохраняющие высокую температуру продукты горения поступают в так называемый котел-утилизатор. Там они нагревают пар до температуры и давления, достаточных для работы паровой турбины, к которой подсоединен еще один генератор. Во втором, паросиловом, цикле используется еще около 20%

энергии сгоревшего топлива. В сумме КПД всей установки оказывается около 58%, что намного выше, чем коэффициент полезного действия ПГУ.

ПГУ обладают следующими достоинствами: парогазовые установки позволяют достичь электрического КПД более 60 %, низкая стоимость единицы установленной мощности; парогазовые установки потребляют существенно меньше воды на единицу вырабатываемой электроэнергии по сравнению с паросиловыми установками; короткие сроки возведения (9-12 мес.); более экологически чистые в сравнении с паротурбинными установками.

У ПГУ можно отметить два основных недостатка: это необходимость осуществлять фильтрацию воздуха, используемого для сжигания топлива, и ограничение на типы используемого топлива. Как правило, в качестве основного топлива в ПГУ используется природный газ.

Несмотря на перечисленные недостатки, замена или реконструкция ПГУ на ПГУ увеличит регулировочный диапазон тепловых электростанций на 15-40%, что обеспечит значительную экономию органического топлива и приведенных затрат, улучшает условия регулирования электрической мощности в энергетической системе.

Повышение эффективности ТЭЦ осуществляется путем использования газовых турбин в составе ПГУ со сбросом уходящих газов ГТУ в паровой котел. Такой вариант модернизации требует несколько больших затрат, которые идут на реконструкцию парового котла, так как уходящие газы ГТУ направляются в сбросные сопла, расположенные над горелками для сжигания в их среде органического топлива.

Для такой теплофикационной ПГУ мощность и параметры газа ГТУ выбираются из условия получения максимальной мощности, а не КПД, как для конденсационной ПГУ. При этом ГТУ подбирается по массовому расходу газов, которые не превышают 25–30% воздуха. При условии вышеописанной модернизации, в зависимости от использования (по условиям габаритов, конструкции и схемы) той или иной ГТУ, достигается увеличение электрической мощности. КПД выработки электроэнергии нетто ПГУ возрастает до 38...40%. Экономия топлива по сравнению с ПГУ такой же мощности достигает 10%.

Выводы

Таким образом, на основе вышесказанного можно сделать вывод, что сооружение ПГУ является перспективным направлением развития мировой и отечественной теплоэнергетики, использование ПГУ более выгодно как с энергетической точки зрения, так и с экологической, улучшаются показатели тепловой экономичности станции, такие как:

КПД по выработке электрической энергии увеличивается до 40 и более процентов, снижается удельный расход условного топлива на выработку электрической энергии.

Список литературы

1. Попырин, Л.С. Надежность парогазовых установок / Л.С. Попырин, Ю.Ю. Штромберг, М.Д. Дильман // Теплоэнергетика. – 2007. – № 7.
2. Рыжкин, В.Я. Тепловые электрические станции / В.Я. Рыжкин. – М.: Энергия, 1976. – 448 с.
3. Цанев, С.В. Газотурбинные и парогазовые установки тепловых электростанций / С.В. Цанев, В.Д. Буров, А.Н. Ремезов; под ред. С.В. Цанева. – М.: МЭИ, 2008. – 584 с.

УДК 621.365

Филосов Николай Алексеевич

направление Теплоэнергетика и теплотехника (магистратура), гр. ТТм-21

Научный руководитель **Осташенков Алексей Петрович**,
канд. техн. наук, кафедра энергообеспечения предприятий

*ФГБОУ ВО «Поволжский государственный технологический университет»,
г. Йошкар-Ола*

ПОДХОДЫ К МОДЕЛИРОВАНИЮ СОЛНЕЧНО-ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ С КОНЦЕНТРАТОРАМИ СОЛНЕЧНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ

Цель работы – рассмотрение подходов к моделированию функционирования солнечно-энергетической системы теплоснабжения с концентраторами солнечного излучения.

Одним из путей повышения коэффициента использования солнечной энергии является применение концентраторов [1]. Это обуславливает рассмотрение подходов к моделированию солнечной системы теплоснабжения с концентраторами.

Наиболее распространенным подходом к математическому моделированию системы теплоснабжения является описание исследуемой системы через построение графических диаграмм причинных связей и глобальных влияний одних параметров на другие во времени.

В связи с этим при рассмотрении вопроса о моделировании солнечно-энергетической системы теплоснабжения с концентраторами солнечного излучения следует учитывать коэффициент концентрации солнечного излучения.

Для пересчета суммарного количества солнечной энергии, поступающей на горизонтальную поверхность, и на поверхность, имеющую наклон, была использована формула

$$E_k = R \cdot E, \quad (1)$$

где R – отношение среднемесячных значений дневных количеств солнечной радиации на наклонную и горизонтальную поверхности;

E – количество солнечной энергии, поступающей на горизонтальную поверхность с учетом коэффициента концентрации солнечного излучения, МДж/м².

$$R = \left(1 - \frac{E_d}{E}\right) \cdot R_n + \frac{E_d}{E} \cdot \frac{1 + \cos\beta}{2} + \rho \cdot \frac{1 - \cos\beta}{2}, \quad (2)$$

где E_d – приход диффузной радиации на горизонтальную поверхность, МДж/м²;

R_n – отношение среднемесячных приходов прямой радиации на наклонную и горизонтальную поверхность;

β – угол наклона приемной поверхности к горизонту, град.;

$\frac{E_d}{E}$ – среднемесячная дневная доля рассеянного солнечного излучения;

ρ – альбедо.

$$R_n = \frac{\cos(\varphi - \beta) \cdot \cos\delta \cdot \sin\omega'_3 + \frac{\pi}{180} \cdot \omega'_3 \cdot \sin(\varphi - \beta) \cdot \sin(\delta)}{\cos\varphi \cdot \cos\delta \cdot \sin\omega_3 + \sin\varphi \cdot \sin\delta \cdot \frac{\pi}{180} \cdot \omega_3}, \quad (3)$$

где φ – широта местности, град.;

δ – склонение Солнца, град.;

ω_3, ω'_3 – часовой угол захода Солнца на горизонтальной и наклонной плоскостях, град.

$$\delta = 23,45 \cdot \sin\left(\frac{360}{365} \cdot (284 + n)\right), \quad (4)$$

где n – номер суток в году.

Часовой угол захода (восхода) Солнца для горизонтальной поверхности [1]:

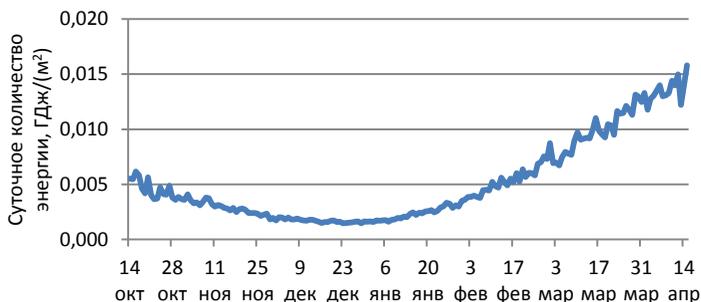
$$\omega_3 = \arccos(-\operatorname{tg}\varphi \cdot \operatorname{tg}\delta). \quad (5)$$

Часовой угол для наклонной поверхности:

$$\omega'_3 = \min\{\omega_3 \arccos[-\operatorname{tg}(\varphi - \beta) \cdot \operatorname{tg}\delta]\}. \quad (6)$$

Часовой угол был принят равным наименьшей величиной из двух величин, рассчитанных по вышеприведённым формулам.

Результаты расчета суммарной солнечной радиации, которая поступает на приемную поверхность преобразователя солнечной энергии, установленную под углом 88°, показаны на рисунке [2].



Суточное количество суммарного излучения, поступающего на наклонную поверхность

Выводы

Моделирование систем солнечных систем теплоснабжения необходимо проводить с учетом коэффициента концентрации солнечного излучения.

Список литературы

1. А. да Роза. Возобновляемые источники энергии. Физико-технические основы: учебное пособие / А. да Роза: пер. с англ. – Долгопрудный: Издательский дом «Интеллект». – М.: МЭИ, 2010. – 704 с.
2. Daily Averaged Data // NASA Surface meteorology. – 2017. – URL: <https://eosweb.larc.nasa.gov/cgi-bin/sse/daily.cgi?email=skip%40larc.nasa.gov&step=1&lat=56.38&lon=47.52&sitelev=&ms=1&ds=1&ys=2004&me=12&de=31&ye=2004> (дата обращения 13.10.2017).

УДК 633/635

Кузнецова Елизавета Андреевна

направление Приборы, системы и комплексы медико-биологического назначения (магистратура), гр.141071/01

Научный руководитель **Алферов Сергей Валерьевич**,
канд. хим. наук, доцент кафедры химии
ФГБОУ ВО «Тульский государственный университет», г. Тула

ПОЛУЧЕНИЕ И ХАРАКТЕРИСТИКА МЕМБРАННЫХ ФРАКЦИЙ БАКТЕРИЙ *GLUCONOBACTER OXYDANS*

В настоящее время в качестве биокатализаторов для использования в биосенсорах и биотопливных элементах применяют индивидуальные

ферменты и целые клетки микроорганизмов. Известно, что ферменты обладают значительно более высокой каталитической активностью по сравнению с целыми клетками [1]. Мембранная локализация ключевых ферментов клеточного метаболизма бактерий *Gluconobacter oxydans* позволяет использовать их мембранную фракцию в качестве биокатализатора, что может служить альтернативой применения индивидуальных ферментов [2].

Выделение мембранной фракции бактерий *Gluconobacter oxydans* сопряжено с разрушением клеток ультразвуком и ступенчатым центрифугированием полученного биоматериала. Представлялось возможным разработать методику получения мембранных фракций бактерий при различных скоростях центрифугирования и охарактеризовать полученный биоматериал.

Целью данной работы является выделение и характеристика мембранных фракций бактерий *G. oxydans* и оценка их дегидрогеназной активности.

Для получения мембранной фракции проводили разрушение биомассы бактерий *G. oxydans* с использованием ультразвукового диспергатора УЗД11-0,1/22 в натрий-фосфатном буфере (рН 6,0). Далее проводилось ступенчатое центрифугирование полученного клеточного лизата при трех различных скоростях. На первом этапе лизат центрифугировали при 5000 об/мин (3000g). На втором этапе по первой методике проводилось центрифугирование при 10000 об/мин (12300g), по второй методике – при 20000 об/мин (48400g), а по третьей – при 29000 об/мин (101000g). После каждого этапа получения мембранной фракции бактерий *G. oxydans* измерялись масса осадка и объем надосадочной жидкости, содержание белка и дегидрогеназная активность.

Для количественного определения белка использовали метод Лоури.

Таблица 1

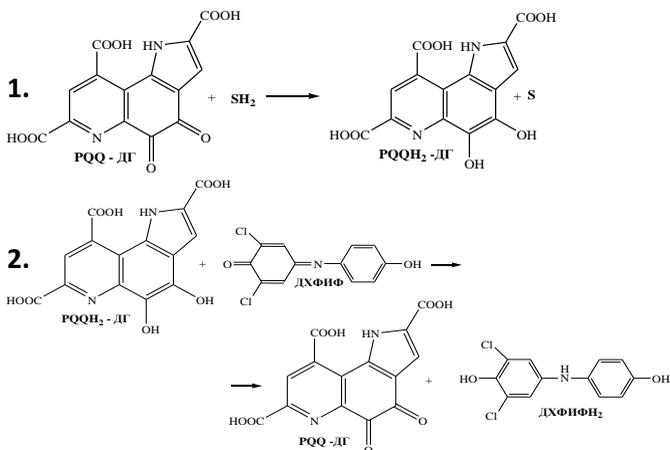
Содержание белка в ферментном препарате на второй стадии получения мембранных фракций бактерий

Методика		II центрифугирование
		Осадок (мембранная фракция)
методика 1	Масса белка в 1 г (1 мл) фракции, мг	99±8
методика 2	Масса белка в 1 г (1 мл) фракции, мг	118±9
методика 3	Масса белка в 1 г (1 мл) фракции, мг	130±10

Полученная по третьей методике мембранная фракция содержит на 30 ± 2 мг белка больше, чем мембранная фракция, полученная по первой методике. Таким образом, увеличение числа оборотов с 10000 до 29000 привело к наиболее полному осаждению белка из надосадочной жидкости, полученному при первом центрифугировании.

Для оценки дегидрогеназной активности мембранной фракции был использован краситель 2,6-дихлорфенолиндофенол, который эффективно взаимодействует с RQQ-зависимыми дегидрогеназами *G. oxydans*, а его способность изменять цвет при процессах окисления и восстановления может использоваться для фотометрического определения дегидрогеназной активности.

Измерение основано на следующих реакциях:



Этапы взаимодействия 2,6- ДХФИФ с RQQ-зависимыми дегидрогеназами *G. Oxydans*. Обозначения: SH_2 – восстановленная форма субстрата (глюкоза), S – окисленная форма субстрата (глюконо-1,5-лактон)

На данном этапе работы были определены тангенсы угла наклона линейного участка зависимости оптической плотности от времени, которые являются константами скорости восстановления редокс-красителя (2,6-ДХФИФ) для мембранной фракции, полученной по трем методикам. Полученные данные были использованы для расчета удельной дегидрогеназной активности ферментного препарата.

$$A_{\text{уд}} = \frac{\text{tg} \alpha \cdot V}{\varepsilon \cdot l \cdot m_{\text{белка}}},$$

где $A_{уд}$ – удельная активность (мкмоль/мг·мин); $tg\alpha$ – константа скорости восстановления редокс-красителя (c^{-1}); V – объем раствора в кювете (л); $\varepsilon = 21300$ – коэффициент молярного поглощения 2,6-ДХФИФ (л/(моль·см)); $l = 1$ – толщина поглощающего слоя (см); $m_{белка}$ – количество белка (г).

Таблица 2

**Дегидрогеназная активность мембранной фракции
по трём методикам**

Показатель	Методика 1 (12300g)	Методика 2 (48400g)	Методика 3 (101000g)
	Мембранная фракция		
Удельная активность, мкмоль/мг·мин	0,32±0,05	0,48±0,05	0,54±0,06

Удельная дегидрогеназная активность мембранной фракции, полученной по третьей методике, оказалась более чем в 1,6 раза выше, чем удельная активность мембранной фракции, полученной по первой методике. Таким образом, увеличение скорости центрифугирования приводит к увеличению дегидрогеназной активности осадка из-за более полного осаждения мембранной фракции бактерий из надосадочной жидкости, полученной при первом центрифугировании.

По литературным данным [3], активность фермента глюкозодегидрогеназы, выделенного из клеток бактерий *G. Oxydans*, на 2 порядка превышает активность полученной мембранной фракции. Это может быть связано с высокой очисткой фермента и оптимальными условиями проведения реакции.

Выводы

В ходе работы для получения мембранной фракции бактерий *Gluconobacter oxydans* были использованы три методики, различия в которых заключались в скорости центрифугирования клеточного лизата.

Было установлено, что повышение скорости центрифугирования до 29000 об/мин (101000 g) позволяет более полно осадить мембранные фракции бактерий *Gluconobacter oxydans*, при этом полученный ферментный препарат обладает наибольшей дегидрогеназной активностью, что делает его более эффективным биокатализатором. Подобная скорость центрифугирования (100000g) была использована в работе [4] для полного осаждения мембранных фракций бактерий *Gluconobacter oxydans*.

Список литературы

1. De Ley, J. Bergey's manual of determinative bacteriology / Eds. J. Frateur, H.V. Buchanan, V.K. Gibson // Baltimore: Williams and Wilkins Co. – 1974. – P. 251-253; 276-278.
2. Луста, К.А. Физиолого-биохимические особенности *Gluconobacter oxydans* и перспективы использования в биотехнологии и биосенсорных системах / К.А. Луста, А.Н. Решетилов // Прикладная биохимия и микробиология. – 1998. – Т. 34, № 4. – С. 339-353.
3. <https://www.brenda-enzymes.org/enzyme.php?ecno=1.1.5.2>
4. Determination of dehydrogenase activities involved in *D-Glucose oxidation* in *Gluconobacter* and *Acetobacter* / F. Sainz, M.J. Torija, M. Matsutani, N. Kataoka, T. Yakushi, K. Matsushita, A. Mas // Strains. Front. Microbiol. – 2016. 7:1358. doi: 10.3389/fmicb.2016.01358.

УДК 621.039.76

Сухинин Павел Эдуардович

направление Приборостроение (Системы ориентации, стабилизации и навигации), магистратура, гр. 140271/07

Научный руководитель **Белянская Елена Сергеевна,**

канд. техн. наук, доцент кафедры приборов и биотехнических систем
ФГБОУ ВО «Тульский государственный университет», г. Тула

ПОРТАТИВНЫЙ ДОЗИМЕТР НА ПЛАТФОРМЕ ОПЕРАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ ANDROID

С самого начала XXI века до наших дней, всего за 17 лет, техника и технологии в различных сферах сделали огромный скачок в своём развитии. С появлением новых средств взаимодействия стала модернизироваться вся окружающая социум техника. Повсеместно наблюдается резкий переход от аналогового принципа функционирования приборов и систем к цифровому.

Цифровая модернизация не обошла стороной и дозиметрическое оборудование. В понятие последнего имеется в виду комплекс измерительных приборов самой разнообразной модификации, предназначенных для измерения радиоактивного излучения.

Сегодня на смену традиционным советским «стрелочным» громоздким дозиметрам пришли более компактные цифровые аналоги самых разных фирм.

По уровню сложности конструкции дозиметры можно разделить на бытовые и профессиональные. Первые удобны потому, что имеют ком-

пактные размеры и эргономичный дизайн, а также способны оперативно выдавать информацию о превышении уровня радиации в конкретном месте.

Профессиональные дозиметры выгодно отличаются от бытовых тем, что могут с высокой точностью определить, какую дозу радиации накопил человек; такие приборы обладают повышенной чувствительностью.

Тем не менее, для широкого использования выгоднее использовать бытовые дозиметры, поскольку они намного дешевле профессиональных и являются более доступными в эксплуатации простыми пользователями.

Таким образом, при разработке и создании портативного дозиметра необходимо было учитывать следующие требования:

- удобство эксплуатации;
- надёжность;
- достаточная точность измерения.

При проектировании прибора был сделан акцент на удобство эксплуатации.

Данный критерий был реализован путём создания возможности подключения прибора к мобильному телефону пользователя на базе операционной системы Android и выводом показаний на дисплей телефона, так как использование смартфонов в наши дни достаточно распространено.

Такой технологичный аксессуар для гаджета весьма актуален в наше время, на фоне усугубляющейся с каждым годом экологической обстановки и, например, достаточно распространенной практике использования импортных материалов и изделий, не прошедших сертификационный контроль на радиационную безопасность со стороны нашего государства.

В ходе исследования типовых схем дозиметров было сформировано наиболее рациональное решение для проектирования данного прибора.

На основе ряда произведённых расчётов был сконструирован действующий образец портативного дозиметра.

Основой схемы дозиметра является датчик радиоактивного излучения – счётчик Гейгера-Мюллера.

Питание данного устройства осуществляется от гальванической батареи номинальным напряжением 3 В.

Счётчик радиации СБМ-20 размещен в пластмассовом корпусе (рис. 1) с прозрачной верхней крышкой.

На боковой панели прибора расположен выключатель СЕТЬ (рис. 2).



Рис. 1. Передняя панель портативного дозиметра с выходным кабелем



Рис. 2. Боковая панель портативного дозиметра

Общий вид функционирующей установки с подключением к мобильному телефону показан на рисунке 3.

На рисунке 4 приведён общий вид мобильного приложения для сбора показаний с дозиметра.



Рис. 3. Общий вид установки



Рис. 4. Интерфейс мобильного приложения для дозиметра

При воздействии радиации счетчик вырабатывает импульс напряжения. На каждый из возникающих импульсов реагирует пьезодинамик. Таким образом, по изменению частоты щелчков в пьезодинамике можно судить о радиационной обстановке. Далее сигнал передаётся на смартфон, причем, если он работает на операционной системе Android, на него предварительно необходимо установить специальную программу для обработки данных, снимаемых с прибора.

В перспективе планируется создание оригинального программного обеспечения для портативного дозиметра на базе операционной системы Android, а также проведение тарировки данного прибора.

Синхронизация дозиметра и смартфона осуществляется посредством кабеля дозиметра с 3,5 мм 4-контактным разъёмом mini-jack для науш-

ников в соответствующем гнезде смартфона. Простейший интерфейс адаптированной программы для гаджета позволяет без лишних привязок наблюдать фактический радиационный фон измеряемого объекта или помещения в виде однозначного числа, а именно – наблюдать за экспозиционной дозой ионизирующего излучения, измеряемой в микрозивертах в час [$\mu\text{крЗв/ч}$, $\mu\text{Sv/h}$]. Для управления процессом в функциях приложения присутствует виртуальная кнопка старта измерения и сброса показаний.

Полученный модернизированный прибор является конкурентоспособным. Применение качественных радиоэлементов и соблюдение стандартов в процессе сборки увеличивает срок функционирования устройства.

Созданная в ходе модернизации возможность подключения портативного дозиметра к мобильному телефону значительно расширяет области применения данного прибора. На данный момент мобильное приложение позволяет получить данные о фактическом радиационном фоне.

Однако интернет-технологии не стоят на месте, и при желании возможна дальнейшая модернизация мобильного приложения, например, привязка к GPS, что позволит пользователю создавать собственные карты радиоактивного загрязнения той или иной местности.

Данный портативный дозиметр может быть рекомендован к производству и дальнейшему применению в учреждениях, связанных с мониторингом окружающей среды, а также среди широкой аудитории частных пользователей.

В процессе выполнения данной работы исследовательская её часть нашла отражение в статье, изданной в международном сборнике научных трудов «Медицинские приборы и технологии» [4].

Список литературы

1. Маврищев, В. Радиоэкология и радиационная безопасность: пособие для студентов вузов / В. Маврищев, А. Высоцкий. – М.: ТетраСистемс, 2010.
2. Виноградов, Ю. Ионизирующая радиация. Обнаружение, контроль, защита / Ю. Виноградов. – М.: Солон-Пресс, 2012.
3. Технология и автоматизация производства радиоэлектронной аппаратуры: учебник для вузов / под ред. А.П. Достанко, Ш.М. Чабдарова. – М.: Радио и связь, 1989. – 624 с.
4. Сухинин, П.Э. Лабораторный стенд «Дозиметрический прибор» и методика изучения интенсивности ионизирующего излучения / П.Э. Сухинин, Е.С. Белянская // Медицинские приборы и технологии: международный сборник научных статей / под ред. А. З. Гусейнова, Н. Л. Коржука, А. В. Прохорцова. – Вып. 7. – Тула: Изд-во ТулГУ, 2017. – 154 с.

Васенева Наталья Андреевна

направление Материаловедение и технология материалов, (бакалавриат)
гр. МТМ-41

Научный руководитель **Крашенинникова Надежда Геннадьевна**,
канд. техн. наук, доцент кафедры машиностроения и материаловедения
ФГБОУ ВО «Поволжский государственный технологический университет»,
г. Йошкар-Ола

ПУТИ ПОВЫШЕНИЯ КАЧЕСТВА ГАЛЬВАНИЧЕСКИХ ХРОМОВЫХ ПОКРЫТИЙ

Цель работы – проанализировать факторы, определяющие качество хромовых гальванопокрытий и возможные пути обеспечения надлежащего качества покрытий.

Гальваническое хромовое покрытие широко применяется в машиностроении благодаря многим его ценным свойствам: высокой твердости износостойкости, химической и термической устойчивости. Хромовое покрытие отличается также высокими декоративными свойствами, не тускнеет и не меняет цвет даже при нагреве до 480-500 °С. При воздействии сильных окислителей или просто на открытом воздухе поверхность хромового покрытия переходит в пассивное состояние за счет образования тонкой пленки оксидов.

Существенным недостатком хромового покрытия является наличие в нем сетки трещин, образующихся вследствие высокого уровня внутренних напряжений, поэтому оно не обеспечивает надежной защиты от коррозии. По этой причине защитно-декоративные хромовые покрытия наносят на подслоу никеля и меди.

Гальванические хромовые покрытия используются:

- для увеличения износостойкости деталей;
- в защитно-декоративных целях;
- при изготовлении отражателей, зеркал, прожекторов (покрытие обладает высокими отражающими свойствами);
- для восстановления размеров изношенных деталей.

Толщина гальванического хромового покрытия устанавливается в зависимости от его назначения и условий эксплуатации. Толщина слоя, предназначенного для восстановления изношенных размеров, может достигать 500 мкм. Защитно-декоративные слои, наносимые на никелевом подслое – 0,5-1,5 мкм. Если необходимо повысить износостойкость штампов, пресс-форм и т.п., то толщина хромового слоя может колебаться в пределах от 9 до 60 мкм.

Режимы нанесения хромового покрытия оказывают очень большое влияние на качество готового хромового покрытия и его защитно-декоративные свойства.

Первым необходимым условием получения качественного покрытия и хорошей адгезии является тщательная подготовка поверхности, удаление всех имеющихся на ней загрязнений: механическая обработка, химическое и электрохимическое обезжиривание, травление.

Непосредственно перед погружением изделия в гальваническую ванну необходима активация поверхности (декапирование) с целью удаления тончайших оксидных пленок, образующихся на поверхности металла даже при кратковременном хранении. Его можно осуществлять либо химически, путем погружения на 5-40 с в 5-7%-ный раствор соляной или серной кислот, либо электрохимически, анодным растворением поверхностного слоя.

Большое влияние на качество покрытия оказывает правильный выбор состава электролита.

В отличие от большинства электролитов для нанесения гальванопокрытий, электролиты для хромирования содержат не соли металлов, а хромовый ангидрид CrO_3 , причем получение удовлетворительных хромовых покрытий из такого электролита возможно только при добавлении в малых количествах посторонних анионов – обычно анионов серной кислоты.

В процессе электролиза состав электролита изменяется, поэтому необходимы постоянный контроль и корректировка состава ванны, требующие значительных затрат времени. Одним из путей решения проблемы может быть использование саморегулирующегося электролита, (хромовый ангидрид – 250 г/л, сульфат стронция – 5 г/л, кремнефтористоводородный натрий – 20 г/л, дихромат калия – 20 г/л). В таком электролите содержание сульфат-ионов автоматически регулируется присутствием малорастворимой соли стронция.

Особенностью хромирования является крайне низкая рассеивающая способность электролита (способность к образованию равномерных покрытий на деталях сложной формы), что затрудняет хромирование профилированных деталей. В связи с этим при монтаже подвески на деталь необходимо следить за тем, чтобы детали не закрывали друг друга и все участки их поверхности, по возможности, одинаково отстояли от поверхности анода. Для получения хорошего покрытия на углубленных участках поверхности можно использовать вспомогательные аноды.

Основным методом достижения равномерности покрытия является борьба с краевым эффектом, т. е. с концентрацией тока на краях и вы-

ступях детали, приводящей к образованию на торцах более толстого слоя покрытия. Для деталей сложной формы (пресс-форм, штампов и т.п.), целесообразно использовать фигурные аноды, воспроизводящие очертания хромируемой поверхности.

При хромировании внутренней поверхности цилиндрической детали анод целесообразно размещать внутри соосно с хромируемой поверхностью. При этом надо иметь в виду, что в процессе нанесения хромового покрытия на поверхности нерастворимого анода происходит интенсивное выделение кислорода, а на катодной поверхности выделяется водород. Образующиеся газы поднимаются вверх, поэтому при маленьком анодно-катодном расстоянии и небольшом объеме электролита, заключенного между электродами, происходит сильное насыщение газами его верхних слоев. Вследствие этого толщина слоя хрома в верхней части цилиндрической детали получается меньше, чем в нижней. Кроме того, возможно растворение водорода в образующемся хромовом покрытии и соответственно ухудшение его качества. Для предупреждения неравномерного осаждения хрома по высоте длинных цилиндрических изделий их хромирование целесообразно выполнять в проточном электролите.

Особое значение для понижения краевого эффекта имеет применение защитных катодов и изолирующих экранов.

Назначение защитного катода – отвлечь на себя от краев хромируемой поверхности избыточный ток. При местном хромировании цилиндрических деталей не хромируемые участки, смежные с хромируемыми, закрывают свинцовой или алюминиевой фольгой, которая также выполняет роль защитного катода, препятствующего образованию наростов хрома на краях хромируемой поверхности

Существенным недостатком применения защитных катодов является дополнительный расход электроэнергии и хромового ангидрида, поскольку на поверхности защитных катодов также происходит осаждение хромового покрытия.

Этого можно избежать, используя для регулирования распределения тока экранов из электроизоляционных материалов, например, из поливинилхлорида или полиметилметакрилата. Такой экран локально увеличивает электросопротивление, тем самым уменьшая плотность тока в месте установки экрана.

На равномерность покрытия влияет и расположение деталей в ванне хромирования. Для обеспечения более равномерного распределения тока целесообразно верхний край детали расположить непосредственно

под уровнем электролита, а нижний край анода – выше нижнего края детали.

Чрезвычайно важен и правильный выбор технологического режима хромирования. Рассеивающая способность электролита может быть повышена за счет «толчка тока»: сразу после загрузки деталей в ванну с электролитом необходимо подать ток, в 1,5 раза превышающий расчетное значение, и поддерживать его в течение 15-30 секунд. Затем ток снижается до номинального. Особенно необходим такой «толчок» тока при хромировании изделий из чугуна.

При нанесении покрытия на стальные детали первоначально целесообразно подать ток противоположного направления с целью анодного растворения пленок оксидов, а затем – «толчок» тока в прямом направлении.

Выводы

Получение качественного хромового покрытия представляет собой простую задачу, решение которой требует учета многочисленных факторов, тщательной разработки технологического процесса и неукоснительного его соблюдения.

Список литературы

1. Ямпольский, А.М. Краткий справочник гальванотехника / А.М. Ямпольский, В.А. Ильин. – Л.: Машиностроение, 1981.
2. Студопедия – Ваша школопедия [Электронный ресурс]. – URL: https://studopedia.ru/9_183003_galvanicheskie-pokritiya-poverhnostey-detaley.html
3. Все о коррозии [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.okorrozii.com/galvanicheskoe-hromirivanie.html>

УДК 531. 1: 656. 1

Андрианов Денис Юрьевич

направление Эксплуатация транспортно-технологических машин, гр. ЭТМ-21

Научный руководитель **Фищенко Петр Алексеевич,**

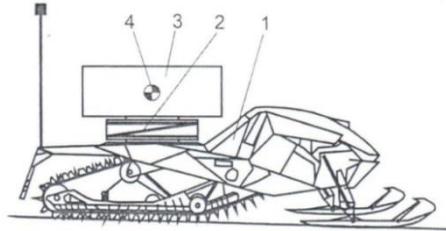
канд. физ.-мат. наук, доцент кафедры высшей математики

*ФГБОУ ВО «Поволжский государственный технологический университет»,
г. Йошкар-Ола*

РАЗМЕРЫ ВТОРОЙ ОПАСНОЙ ЗОНЫ ПРИ ДВИЖЕНИИ БЕСПИЛОТНОЙ ТРАНСПОРТНОЙ ПЛАТФОРМЫ

Актуальность. При развитии арктических и субарктических территорий стоит новая задача по разработке перспективных образцов транс-

портной техники и обеспечению их безопасной эксплуатации [1]. Предлагается создание беспилотной транспортной платформы со смещаемым центром тяжести [2].



Беспилотная снегоходная транспортная платформа:

- 1 – снегоход; 2 – основание с системой изменения положения центра тяжести;
3 – груз; 4 – система управления

Основные признаки действия такой платформы (см. рисунок), несущей полезную нагрузку, заключаются в том, что она содержит систему обеспечения устойчивости, представляющую собой несущее опорно-поворотное устройство, с возможностью смещения центра тяжести полезной нагрузки относительно оси транспортной платформы посредством кинематически связанных между собой приводных скошенных колец с возможностью их относительного поворота [3]. В работе [4] установлено существование двух опасных зон при движении беспилотной транспортной платформы, заезд в которые может привести к серьёзным нежелательным последствиям. В настоящем исследовании определены размеры второй опасной зоны.

Постановка проблемы. К одному из преимуществ данной беспилотной платформы можно отнести её *боковую устойчивость*, то есть способность платформы не падать, не заваливаться на бок. Однако эту устойчивость надо обеспечить, выполняя условие боковой устойчивости [5].

Кроме того, в процессе движения может встретиться препятствие, перед которым необходимо либо остановиться, не столкнувшись, либо принять меры к объезду, не задевая препятствие.

Цель работы – при появлении препятствия на прямолинейной траектории движения оценить возможность: либо остановиться, не сталкиваясь с препятствием, либо «уклониться», поворачивая в сторону и не падая на бок.

Постановка задачи. Зная m – массу самой платформы вместе с массой груза, L – ширину опорной площадки, H – высоту расположения

центра тяжести всей системы над опорной площадкой, f – коэффициент трения между платформой и поверхностью при торможении, получить условие для определения максимально допустимой скорости и найти форму двух опасных зон, где возможно опрокидывание платформы на бок или столкновение с препятствием, а также найти размеры второй из них.

Методология исследования. Для решения поставленной задачи применяются методы математического моделирования и теоретической механики.

Решение задачи (содержание работы). Первая опасная зона – это зона боковой неустойчивости, в которую попадать нельзя, то есть нельзя резко поворачивать, нельзя создавать слишком малый радиус кривизны траектории, так как нарушится условие боковой устойчивости и платформа упадёт на бок.

Если допустить, что при движении платформы по прямой линии на пути следования платформы может встретиться препятствие шириной B , то уйти от столкновения с ним возможно не всегда. Определение размеров второй опасной зоны – это предмет исследований в настоящей работе.

Один способ уйти от столкновения – это продолжение движения, поворачивая – уклоняясь от препятствия, но не делая резкого поворота (не делая поворота с маленьким радиусом кривизны траектории), то есть не входя в зону боковой неустойчивости.

Чтобы платформа не упала на бок при объезде препятствия с соблюдением условия боковой устойчивости, радиус кривизны траектории должен быть больше минимально допустимого радиуса кривизны траектории

$$R > R_{\min} = \frac{2v^2 H}{gL}. \quad (1)$$

В то же время надо «успеть увернуться», то есть в процессе уклонения радиус кривизны траектории должен быть больше полуширины препятствия, увеличенного на полуширину платформы (чтобы боком не задеть препятствие), то есть

$$R > (B/2) + (L/2). \quad (2)$$

Выводы и практические рекомендации. Из полученных условий можно сделать следующие выводы.

1. При резких поворотах (при резком изменении направления движения), то есть при малых радиусах кривизны траектории, условие бо-

ковой устойчивости станет нарушаться, и будет иметь место опрокидывание на бок. Это первая опасная зона.

2. При движении беспилотной платформе нельзя приближаться к препятствию, нельзя попадать во вторую опасную зону, где нарушается либо условие боковой устойчивости, либо происходит столкновение с препятствием.

Методика организации НИРС и НИР. Настоящее исследование выполнено с учетом методики организации научно-исследовательской работы студентов и школьников [6, 7].

Список литературы

1. Андрианов, Д.Ю. Перспективы создания современной техники для социально-экономического развития северных территорий / Д.Ю. Андрианов, П.А. Фищенко // Инженерные кадры – будущее инновационной экономики России: материалы II Всероссийской студенческой конференции (Йошкар-Ола, 21-25 ноября 2016 г.): в 8 ч. Часть 1: Инжиниринговые технологии – взгляд в будущее современного производства. Йошкар-Ола: ПГТУ, 2016. – С. 6-8.

2. Беспилотная снегоходная транспортная платформа со смещаемым центром тяжести. Патент на полезную модель № RU159557.

3. Андрианов, Д.Ю. Беспилотная транспортная платформа со смещаемым центром тяжести / Д.Ю. Андрианов // Инновационные машиностроительные технологии, оборудование и материалы – 2016 (МНТК «ИМТОМ – 2016»): материалы Международной научно-технической конференции. – Ч. 1. – Казань, 2016. – С. 248-251.

4. Андрианов, Д.Ю. Форма опасных зон при движении беспилотной транспортной платформы / Д.Ю. Андрианов, П.А. Фищенко // Труды Поволжского государственного технологического университета. Серия: Технологическая. – Йошкар-Ола: ПГТУ, 2017. – Вып. 5. – С. 209-306.

5. Андрианов, Д.Ю. Условие боковой устойчивости беспилотной транспортной платформы, движущейся по горизонтальной поверхности / Д.Ю. Андрианов, П.А. Фищенко // Инженерные кадры – будущее инновационной экономики России: материалы II Всероссийской студенческой конференции (Йошкар-Ола, 21-25 ноября 2016 г.): в 8 ч. Часть 1: Инжиниринговые технологии – взгляд в будущее современного производства. – Йошкар-Ола: ПГТУ, 2016. – С. 8-13.

6. Фищенко, П.А. Некоторые методы научно-исследовательской работы школьников и студентов / П.А. Фищенко // Труды Поволжского государственного технологического университета. Серия: Социально-экономическая. – Йошкар-Ола: ПГТУ, 2015. – Вып. 3. – С. 82-85.

7. Иванов, В.А. Методика организации научно-исследовательской работы студентов на кафедре высшей математики / В.А. Иванов, Н.Н. Михеева, П.А. Фищенко // Современные проблемы фундаментального образования в техническом вузе: сборник статей. – Йошкар-Ола: Поволжский государственный технологический университет, 2014. – С. 48-52.

**Семенова Регина Рашидовна,
Ятманов Иван Михайлович**

направление Электроснабжение (бакалавриат), гр. ЭЭ-31

Научный руководитель **Белогусев Владимир Николаевич**,
канд. техн. наук, доцент кафедры электромеханики
ФГБОУ ВО «Марийский государственный университет»,
г. Йошкар-Ола

СОЗДАНИЕ АПК ДИНАМИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ СИЛОВОЙ УСТАНОВКИ ЭЛЕКТРОМОБИЛЯ

Цель работы – разработать научно-технические основы динамического управления силовой установки электромобиля.

Актуальность данной темы определяется следующим.

Динамика продаж электромобилей за 2015-2016 годы показывает большой рост автомобилей с электрической тягой [1-2].

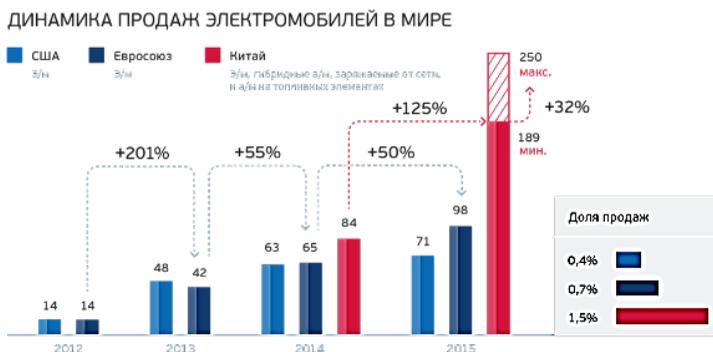


Рис. 1. Динамика продаж электромобилей в мире

Однако дальность хода на одной зарядке электромобиля все еще оставляет желать лучшего: для передовых моделей она составляет чуть более 400 км в идеальных условиях, в реальности получается не больше 250 км, а для бюджетных моделей – не более 100 км.

Для увеличения дальности хода на одной зарядке без увеличения емкости аккумуляторной батареи необходимо определять и уменьшать потери, которые возникают в механической части электромобиля, и трение колес о проезжую часть.

Предлагается определять их следующим образом. На начальном этапе находится момент инерции вращающихся масс трансмиссии автомобиля с учетом трения в опорах. Для определения момента инерции вращающихся масс существует 2 способа: безразборный способ, который учитывает трение в опорах, и разборный – метод крутильных колебаний, не учитывающий трение в подшипниковых опорах.

На следующем этапе определяются угловые ускорения узлов трансмиссии с помощью датчиков угла поворота.



Рис. 2. Схема определения угловых ускорений с помощью разработанного АПК

На последнем этапе определяем вращающие моменты на колесах, они равны произведению моментов инерции на угловые ускорения, с учетом передаточного отношения и трения в подшипниковых опорах.

Также определяется кинетическая энергия движения электромобиля, и затем вычисляется энергия потерь на трение колес о проезжую часть.

Научная новизна работы состоит в том, что разрабатываемый АПК позволяет выделить составляющую потерь на трение колес о дорогу. АПК, определяющий этот момент, передает команду на электродвигатель для поддержания ускорения или сигнализирует водителю о неэффективности использования энергии.

Выводы

В результате внедрения АПК динамического управления силовой установки электромобиля повысятся:

- КПД электромобиля на 30-40 % в динамических режимах работы;
- общая дальность хода электромобиля на одной зарядке до 15 %;
- безопасность электромобилей – благодаря контролю тяги на каждом колесе;
- надежность – за счет отсутствия перегрева обмоток электродвигателя, вызванных перегрузками в динамических режимах.

Список литературы

1. Анализируя будущее [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.gazprom-neft.ru/press-center/sibneft-online/archive/2016-december/1115839>

2. Карамян, О.Ю. Электромобиль и перспективы его развития / О.Ю. Карамян, К.А. Чебанов, Ж.А. Соловьева // Фундаментальные исследования. – 2015. – № 12-4. – С. 693-696.

УДК 665.7.038.64

**Смышляева Ксения Игоревна,
Шаклеина Виктория Сергеевна,
Конопкин Ростислав Робертович**

направление Химическая технология (магистратура), гр. ХТОМ-17,

Рудко Вячеслав Алексеевич

направление Химическая технология (аспирантура)

Научный руководитель **Кондрашева Наталья Константиновна,**

д-р техн. наук, профессор кафедры химических технологий

и переработки энергоносителей

ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский горный университет», г. Санкт-Петербург

РАЗРАБОТКА СУДОВЫХ МАЛОВЯЗКИХ ТОПЛИВ С УЛУЧШЕННЫМИ НИЗКОТЕМПЕРАТУРНЫМИ ХАРАКТЕРИСТИКАМИ

Цель исследования – разработка современного состава судового маловязкого топлива зимней марки, соответствующего международным требованиям экологических стандартов.

Актуальность темы. Морской транспорт играет большую роль в международной торговле, на его долю приходится около 70% международных грузоперевозок [1]. Судовое маловязкое топливо (СМТ) имеет дистиллятное происхождение и применяется для судов морского и речного флота, т.е. в акваториях рек, морей и крупных портов, поэтому к нему предъявляются более жесткие требования по качеству, чем к высоковязкому судовому топливу [2].

В России около 20% территории имеют среднегодовую температуру ниже -10 °С. В общем объеме нефтедобычи ежегодно продолжает возрастать доля сернистых и парафинистых нефтей, что приводит к нехватке экологически чистых низкозастывающих судовых маловязких топлив. Актуальным является вопрос производства судовых маловязких топлив с улучшенными низкотемпературными и экологическими характеристиками, соответствующих современным требованиям.

Для улучшения эксплуатационных свойств судового топлива применяют присадки различного функционального назначения. Депрессорно-

диспергирующие присадки применяют для улучшения низкотемпературных свойств топлив.

В соответствии с проведенными ранее работами по изучению физико-химических свойств средних дистиллятов термokatалитических процессов [3] и влияния действия депрессоров на них [4] были выбраны следующие *объекты исследования*:

- депрессорно-диспергирующая присадка ДПН-172 производства ООО «Синтез-ТНП»;

- среднедистиллятные фракции, отобранные с ООО «ПО «КИРИШИНЕФТЕОРГСИНТЕЗ», а именно: дизельное топливо гидрокрекинга (ДТГК) и легкий вакуумный газойль (ЛВГО) с установки вакуумной дистилляции мазута.

Методика и результаты исследования. Исследования проводили на базе лаборатории кафедры химических технологий и переработки энергоносителей и кафедры общей и физической химии лаборатории Санкт-Петербургского горного университета с использованием имеющегося лабораторного оборудования по стандартным методам определения физико-химических свойств нефтепродуктов.

Анализ низкотемпературных свойств компонентов и образцов СМТ проводили в соответствии с ГОСТ 20287-91, метод Б «Метод определения температуры застывания».

В ходе работы были изучены свойства компонентов СМТ: легкого вакуумного газойля и дизельного топлива гидрокрекинга летнего. Полученные результаты представлены в таблице 1.

Таблица 1

Физико-химические свойства компонентов судовых маловязких топлив

Наименование	Компоненты		
	ЛВГО	ДТГК	
Вязкость кинематическая при 40 °С, мм ² /с	7,09	2,52	
Температура вспышки в закрытом тигле, °С	152	96	
Температура застывания, °С	+5	-11	
Массовая доля серы, % масс.	1,4727	0,0037	
Плотность при 20 °С, кг/м ³	886	827	
Фракционный состав, °С			
	нк	287	200
	10%	352	213
	50%	395	260
	90%	426	334
кк	436	360	

Физико-химические свойства ЛВГО в чистом виде не удовлетворяют некоторым показателям качества СМТ по ТУ 38.101567-2005 «Топливо маловязкое судовое». ДТГК имеет высокую себестоимость, поэтому может быть рационально использовано в качестве компонента для приготовления смесевых судовых маловязких топлив, соответствующих ТУ 38.101567.

В результате смешивания компонентов (ДТГК и ЛВГО) в различных соотношениях, получены пять образцов судовых маловязких топлив, которые удовлетворяют современным требованиям, предъявляемым к СМТ по ТУ 38.101567-2005.

Физико-химические свойства образцов судовых маловязких топлив представлены в таблице 2.

Таблица 2

**Физико-химические свойства образцов
судовых маловязких топлив**

Наименование	Образцы				
	1	2	3	4	5
Вязкость кинематическая при 40 °С, мм ² /с	6,76	5,88	5,77	5,51	4,72
Температура вспышки в закрытом тигле, °С	96	97	97	99	101
Температура застывания, °С	+6	-1	+1	+1	-5
Массовая доля серы, % масс.	0,959	0,738	0,518	0,444	0,298
Плотность при 20 °С, кг/м ³	865	857	848	845	839

Полученные образцы соответствуют ТУ по всем рассмотренным показателям, кроме температуры застывания. Для улучшения низкотемпературных свойств к базовым составам была добавлена депрессорно-диспергирующая присадка ДПН-172.

В таблице 3 представлены результаты действия присадки ДПН-172 на приготовленные образцы СМТ.

По результатам исследований было установлено, что наименьшую температуру застывания (без добавления присадки) имеет образец №5, включающий в себя 20% ЛВГО. Наибольшую температуру застывания имеет образец №1, включающий 65% ЛВГО.

При добавлении 0,5% присадки ДПН-172 у всех полученных образцов достигнута минимальная температура застывания.

Наибольшая депрессия наблюдается при действии присадки ДПН-172 на образец СМТ №1.

Влияние присадки ДПН-172 на низкотемпературные свойства образцов судовых маловязких топлив

Концентрация присадки ДПН-172, % масс.									Максим. депрес., °С
0	0,01	0,02	0,05	0,10	0,20	0,40	0,50	0,75	
+6	0	-14	-20	-24	-37	-45	-47	-43	53
-1	-3	-15	-21	-27	-37	-43	-47	-43	46
+1	-4	-16	-25	-31	-41	-45	-47	-45	48
+1	-6	-16	-25	-32	-41	-45	-47	-45	48
-5	-9	-17	-27	-31	-41	-47	-47	-45	42

Выводы

В ходе исследования были разработаны 5 образцов судовых маловязких топлив с улучшенными низкотемпературными характеристиками и соответствующие требованиям ТУ 38.101567-2005 по рассматриваемым показателям.

Депрессорно-диспергирующая присадка ДПН-172 действует более эффективно на образцы с большим содержанием ЛВГО. Наибольшая депрессия наблюдается при действии присадки ДПН-172 на образец судового маловязкого топлива №1.

Список литературы

1. Холопов, К.В. Бункерный рынок и бункерные операции как фактор обеспечения международного морского судоходства / К.В. Холопов, О.В. Соколова // Российский внешнеэкономический вестник. – 2015. – № 7. – С. 98-114.
2. Митусова, Т.Н. Судовые топлива. Лекция 1. Ассортимент судовых топлив и требования к их качеству / Т.Н. Митусова, Е.В. Непомнящая // Мир нефтепродуктов. Вестник нефтяных компаний. – 2009. – № 7-8. – С. 67-72.
3. Effect of Hydrocarbon Composition on Quality and Operating Characteristics of Middle Distillate Fractions and Low-Viscosity Marine Fuels / N.K. Kondrasheva, D.O. Kondrashev, V.A. Rudko, A.A. Shaidulina // Chemistry and Technology of Fuels and Oils. – 2017. – Vol. 53. – P. 163-172.
4. Исследование приемистости среднестиллятных фракций гидрокаталитических и термодеструктивных процессов к депрессорно-диспергирующим присадкам / Р.Р. Коноплин, В.А. Рудко, Д.О. Кондрашев, Н.К. Кондрашева // Западно-Сибирский нефтегазовый конгресс. Инновационные технологии в нефтегазовой отрасли: сб. науч. тр. X Междунар. научно-технического конгресса Студенческого отделения общества инженеров-нефтяников – Society of Petroleum Engineers (SPE). – Тюмень, 2016. – С. 88-89.

Илетова Мария Андреевна

направление Техническое регулирование и управление качеством
(бакалавриат), гр.ТРИУК-12

Научный руководитель **Ипатов Юрий Аркадьевич,**

канд. техн. наук, доцент кафедры информатики

*ФГБОУ ВО «Поволжский государственный технологический университет»,
г. Йошкар-Ола*

СЕРТИФИКАЦИЯ В СИСТЕМЕ УПРАВЛЕНИЯ КАЧЕСТВОМ

Цель работы – изучить вопрос сертификации в системе управления качеством на производстве.

Сертификация продукции представляет собой ряд мероприятий, проводимых с целью подтверждения посредством сертификата соответствия (документа), что продукция отвечает определенным стандартам качества [1]. При получении в процессе сертификации положительного результата выдается документ, называемый «сертификат соответствия».

Сертификат подтверждает соответствие продукции всем минимальным требованиям, установленным законодательством. Данный документ является пропуском на рынок в законодательно регулируемой области.

Продукция в законодательно не регулируемой области может беспрепятственно перемещаться внутрь рынка. При этом к ней официально не предъявляются требования по установлению соответствия.

Методы сертификации подразделяются на две группы [2]: 1) методы испытаний; 2) методы указания соответствия стандартам.

Для указания соответствия продукции установленным требованиям применяется специальный технический документ – сертификат соответствия. Для того чтобы уметь управлять качеством, нужно иметь представление о методах планирования качества, а также выработать навыки и умение применять их на практике.

Под планированием качества продукции понимается установление обоснованных заданий по ее выпуску с требуемыми значениями показателей качества на заданный момент или в течение заданного интервала времени. Планирование повышения качества должно опираться на научно обоснованное прогнозирование потребностей внутреннего и внешнего рынка. При этом большую роль в правильном обосновании планов повышения качества приобретают использование данных о результатах эксплуатации продукции, обобщение и анализ информации о фактическом уровне ее качества.

Всеобщее управление качеством (англ. TQM) – общеорганизационный метод непрерывного повышения качества всех организационных процессов [3].

Этот метод получил название – всеобщее управление качеством, основная идея которого успешно стартовала много лет назад в Японии и США с практики присуждения наград компаниям, достигшим высшего качества производимой продукции. Принцип действия TQM можно сравнить с удержанием мяча на наклонной плоскости. Для того чтобы мяч не скатывался, его нужно либо подпирать снизу, либо тянуть сверху. Так, TQM включает 2 механизма: *Quality Assurance* – поддерживает необходимый уровень качества и заключается в предоставлении компанией определенных гарантий, дающих клиенту уверенность в качестве данного товара или услуги. *Quality Improvements* – уровень качества необходимо не только поддерживать, но и повышать, соответственно поднимая и уровень гарантий.

TQM состоит из трех составных частей.

А) *Ключевая система* – методы и средства, которые применяются для анализа и исследования. Они основаны на общепризнанном математическом аппарате, статистических методах контроля.

Б) *Система технического обеспечения* – это приемы и программы, позволяющие обучить персонал владению этими средствами и правильному их использованию.

В) *Система непрерывного развития* самих принципов и содержания TQM.

Управление качеством продукции во многих развитых странах является заботой не только отдельных фирм, но и рассматривается как общенациональная проблема. Можно выделить четыре уровня, в соответствии с которыми создаются организации по управлению качеством [4]: международный (межнациональный), национальный (государственный), отраслевой и общефирменный.

На международном уровне действует Европейская организация по качеству (ЕОК), созданная в 1957 году. Она является ведущей международной неправительственной организацией в области качества. Членами ЕОК являются национальные организации по стандартизации и качеству [5]. Основные цели создания ЕОК – разработка, совершенствование и пропаганда методов и теоретических принципов управления качеством.

Сформулированные в 1967 г. особенности японской системы управления качеством признаны основополагающими во всем мире [6].

Перечислим её основные элементы:

- 1) всеобъемлющее управление качеством на уровне фирмы, участие в нем всех работников;
- 2) подготовка и повышение квалификации кадров в области управления качеством;
- 3) деятельность кружков качества;
- 4) инспектирование и оценка деятельности по управлению качеством;
- 5) использование статистических методов;
- 6) общенациональная программа по контролю качества.

Сертификация продукции в России проводится на соответствие установленным стандартам качества [7], а итоговыми документами служат: сертификат соответствия, декларации о соответствии, свидетельство о государственной регистрации и пожарный сертификат. Определить, какой из вышеуказанных документов необходимо получить, можно по номенклатуре продукции, подлежащей обязательной сертификации в РФ или декларированию соответствия.

Следует отметить, что сертификация продукции в России необходима не только для реализации той или иной продукции, но и в целях таможенного оформления. Если продукция подлежит сертификации, декларированию или государственной регистрации, то необходимо получить соответствующий сертификат, который предоставляется в таможенные органы.

Выводы

В статье были рассмотрены основные вопросы управления качеством, а также один из важных аспектов – сертификация. Необходимо отметить, что это актуальный и необходимый шаг на пути выхода продукции на российский, а тем более на зарубежный рынок.

Список литературы

1. Антонов, Г.А. Основы стандартизации и управления качеством / Г.А. Антонов. М.: Изд-во ИНФРА-М, 1995.
2. Никитин, В.А. Управление качеством на базе стандартов ИСО 9000:2000 / В.А. Никитин, В.В. Филончева. – СПб.: Питер, 2004. – 128 с.
3. Ильенкова, С.Д. Управление качеством / С.Д. Ильенкова. – М.: Юнити, 2006. – 334 с.
4. Окрепилов, В.В. Управление качеством / В.В. Окрепилов. – М.: Экономика, 1998.
5. Порядок проведения сертификации продукции в Российской Федерации. – М.: Госстандарт России, 1995.
6. Курицин, А.Н. Секреты эффективной работы: опыт США и Японии для предпринимателей и менеджеров / А.Н. Курицин. – М.: Изд-во стандартов, 1994.
7. Ст. 2 федерального закона Российской Федерации от 27.12.2002 № 184-ФЗ «О техническом регулировании».

Настас Анатолий Анатольевич

направление Теплоэнергетика и теплотехника (магистратура), гр. ТТм-21

Научный руководитель Алибеков Сергей Якубович,

д-р техн. наук, профессор кафедры машиностроения и материаловедения
ФГБОУ ВО «Поволжский государственный технологический университет»,
г. Йошкар-Ола

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СИСТЕМ АВТОМАТИКИ ПАРОВЫХ КОТЛОВ С ЦЕЛЬЮ ПОВЫШЕНИЯ ИХ ТЕПЛООТДАЧИ

Цель работы – повышение надежности и энергетической эффективности источника теплоснабжения.

Рассмотрен вопрос использования современных систем автоматизации при эксплуатации паровых котлов, с помощью которых мы контролируем все факторы технологического процесса. Это происходит через измерение основных параметров работы котлоагрегатов и своевременную сигнализацию о сбоях в котельной системе. Тем самым, мы обеспечиваем долговечное и безаварийное функционирование котельных, а также повышаем безопасность технического персонала.

Актуальность проекта обусловлена необходимостью качественной и безаварийной работы систем, контролирующей работу котлоагрегатов, обеспечивающих увеличение устойчивости и надежности источника теплоснабжения.

Снижение количества аварийных ситуаций при эксплуатации паровых котлов – одна из главных задач, над решением которой трудятся специалисты многих предприятий. Весь опыт диагностического и эксплуатационного контроля за паровыми котлами, показывает опасность несвоевременной и некачественной диагностики технического состояния котлоагрегатов. Когда же недостаткам в контроле сопутствуют и нарушения правил эксплуатации паровых котлов, то во многих случаях это приводит к авариям и взрывам [1].

Если перечислить главные причины аварий паровых котлов, то перед нами предстанет следующий список: снижение уровня воды, превышение нормативного давления, нарушение водного режима, дефекты, возникшие при изготовлении и ремонте.

Важно соблюдать очередность технологических операций при наступлении внештатной ситуации. Например, в случае снижения уровня воды в котле обслуживающий персонал обязан выполнить следующие операции:

- 1) отключить подачу топлива,

- 2) отключить аэрацию топки путём выключения дымососа и вентилятора,
- 3) прекратить продувку,
- 4) остановить питание котла, перекрыв вентиль питательной линии,
- 5) перекрыть парозапорный вентиль котла (ГПЗ).

Подпитка котла категорически запрещается. Наполнение котла водой с целью определения возможных повреждений при снижении уровня воды и охлаждения барабана котла до температуры окружающего воздуха можно производить только по распоряжению начальника котельной. К чему же приводит несанкционированное заполнение водой парового котла при его аварийномпуске? Если уровень воды снизился ниже предельно допустимого, прекращается охлаждение экранных труб изнутри и температура их нагрева значительно возрастает. Если при этом в систему котлоагрегата пустить воду, то она мгновенно перейдет в пар, вызвав резкий скачок давления, что и приведет к взрыву. Автоматика котлов должна соответствовать следующим требованиям:

- 1) наличие достаточного количества блоков контроля герметичности газовых клапанов БКГ;
- 2) полная автоматизация розжига растопочной группы горелок котлов;
- 3) установка более совершенных систем автоматики должна быть привязана к существующим частотным приводам, управляющим дымососами и дутьевыми вентиляторами;
- 4) простота управления [3]. Например, основное управление системой котлоагрегата рекомендуется организовать с применением оборудования компании ОВЕН.

Анализируя производственный опыт, можно сказать, что внедрение программируемого логического контроллера ПЛК100 компании ОВЕН позволяет реализовать следующие задачи автоматизации паровых котлов (например, для котлов ДКВР-10/13):

- 1) автоматическое сопровождение всего процесса розжига котла в строгой последовательности (запуск вентиляция топки, запуск программы контроля герметичности газовых клапанов, запуск продувки газопровода, проверка защиты, розжиг запальника и первой горелки растопочной группы по сигналу оператора, розжиг запальника и второй горелки растопочной группы по сигналу оператора, розжиг последующих горелок, прогрев котла, работа котла);
- 2) последовательное подключение необходимых элементов защиты;
- 3) мониторинг надежности автоматики безопасности;
- 4) фиксирование в памяти ЭВМ первопричины аварии котла;

5) мониторинг исправности регуляторов, модулей ввода/вывода и программируемого логического контроллера ПЛК, с помощью которого управляется котел;

6) контроль за количеством включенных горелок;

7) работа электронного самописца для контроля заданных параметров котла на ПК оператора.

Если рассматривать проблему автоматизации парового котла типа ДКВР 10/13, то для решения задач автоматизации необходимо использовать сертифицированные отечественные средства автоматизации, которые выполнены на базе контроллера Текон УС ТКМ410 фирмы «ТЕКОН».

Системное программное обеспечение предоставляется заводом-изготовителем комплектно с контроллером. Предоставление текущей, а также заархивированной информации выполняется на панели оператора V04 фирмы «ТЕКОН». Все средства автоматизации размещаются на автоматизированном месте оператора (АРМ) в виде щита ШУК (шкаф управления котлом). Для сбора информации в микропроцессорную систему используются отечественные датчики со стандартными дискретными и аналоговыми выходными сигналами. Датчики подобраны из соображений экономичности, точности и надежности и размещаются на общем стативе для удобства эксплуатации. Местный контроль параметров газа, разрежения, воздуха и уровня ведется приборами, установленными на фронте котла.

Выводы

Таким образом, используя современные системы автоматизации при эксплуатации паровых котлов, мы контролируем все факторы технологического процесса. Это происходит через измерение основных параметров работы котлоагрегатов и своевременную сигнализацию о сбоях в котельной системе. Тем самым обеспечивается долговечное и безаварийное функционирование котельных, а также повышается безопасность работы технического персонала.

Список литературы

1. Федеральные нормы и правила в области промышленной безопасности «Правила промышленной безопасности опасных производственных объектов, на которых используется оборудование, работающее под избыточным давлением» (приказ Ростехнадзора № 116 от 25.03.2014 г.).

2. СП 62.13330.2011* Газораспределительные системы. Актуализированная редакция СНиП 42–01–2002 (с изм. № 1).

3. СП 89.13330.2012 Котельные установки. Актуализированная редакция СНиП II-35–76. СП (Свод правил) от 30 июня 2012 года № 89.13330.2012.

УДК 621.31

Ливанова Татьяна Сергеевна, Коновалов Сергей Николаевич
направление Электроснабжение (бакалавриат), гр. ЭЭ-31

Научный руководитель **Белогусев Владимир Николаевич**,
канд. техн. наук, доцент кафедры электромеханики
ФГБОУ ВО «Марийский государственный университет», г. Йошкар-Ола

КОГЕРЕНТНЫЙ ЭЛЕКТРОПРИВОД ДЛЯ ЭКЗОСКЕЛЕТА МЕДИЦИНСКОГО НАЗНАЧЕНИЯ*

Цель – разработать научно-технические основы высокоточного когерентного электропривода для планетарных редукторов, применяемых в роботизированном экзоскелете медицинского назначения.

Актуальность. Высокоточные планетарные редукторы используются в самых передовых отраслях человеческой деятельности: робототехнике, космосе, медицине, станкостроении, энергетике [1-3].

Современный высокоточный электропривод – это механизм, который состоит [4, 5]:

- из драйвера, который управляет электродвигателем;
- электродвигателя, который имеет свою колебательную составляющую выходных характеристик, снижая КПД электропривода;
- высокоточного планетарного редуктора, у которого имеется колебательная характеристика выходного звена, снижающая точность электропривода.



Рис. 1. Схема высокоточного синхронного электропривода

Таким образом, колебания редуктора и электродвигателя понижают точность и КПД электропривода, а в космосе, робототехнике, медицине,

* Работа выполнена в рамках реализации комплексного проекта «Создание высокотехнологического производства многофункционального роботизированного экзоскелета медицинского назначения («РЭМ»)), шифр 2017-218-09-1807, утвержденного Постановлением Правительства Российской Федерации от 9 апреля 2010 г. № 218.

военной сфере – даже самые незначительные ошибки, в секунды градуса, порой стоят человеческой жизни или миллиардных убытков. Чтобы избежать негативного влияния колебаний и повысить точность и энергоэффективность электропривода, необходим такой драйвер, который будет создавать такие режимы работы электропривода, как:

- «повышение точности электропривода» (работа в противофазе) – увеличение точности редукторов (уменьшение угловой ошибки с 70 до 30 угловых секунд);

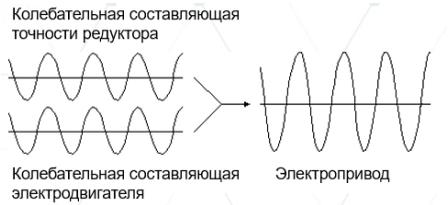


Рис. 2. Графическое представление работы в противофазе электропривода

- «повышение эффективности электропривода» (работа когерентно) – увеличение момента и КПД от 3 до 10 %, в зависимости от оборотов и нагрузки на электропривод.

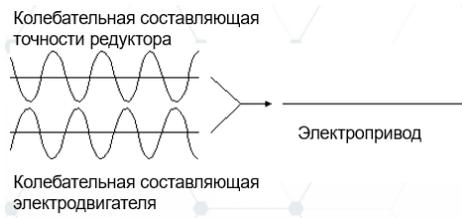


Рис. 3. Графическое представление когерентной работы электропривода

Реализуются данные режимы следующим образом:

- определяется колебательная составляющая электродвигателя на холостом ходу и под нагрузкой;
- далее то же самое проделываем уже с полностью собранным электроприводом, то есть определяем его колебательную составляющую на холостом ходу и под нагрузкой;
- затем вычлняем колебательную составляющую редуктора из колебательной составляющей электропривода;
- на завершающем этапе определяем возможности регулировок и смещение колебательных составляющих электродвигателя и редуктора.

Выводы

Разработанный драйвер призван помочь:

- увеличению эффективности планетарного электропривода;
- повышению точности планетарного электропривода;
- формированию исследовательских навыков;
- повышению качества высокоточных редукторов.

Список литературы

1. Иванов, М.Н. Детали машин / М.Н. Иванов. – М.: Высш. шк., 1999. – 400 с.
2. Решетов, Д.Н. Детали машин / Д.Н. Решетов. – М.: Машиностроение, 1989. – 655 с.
3. Левитский, Н.И. Теория механизмов и машин / Н.И. Левитский. – М.: Наука, 1979. – 576 с.
4. RV. Untersetzungs – Getriebe für hochpräzise Steuerung. Neue Mechanik (Rotary Vector). (Проспект ф. Teijin Seiki Co., LTD), Япония.
5. Horst Schulz. Antriebstechnik. Neuentwickelte Getriebetechnik verleiht Robotern mehr Dynamik. Maschinenmarkt, Würzburg 101 (1995) 35.

УДК 621.391

Спиридонова Татьяна Эдуардовна

направление Конструкторско-технологическое обеспечение
машиностроительных производств, гр. КТМ-11

Научный руководитель **Алибеков Сергей Якубович,**

д-р техн. наук, профессор кафедры машиностроения и материаловедения
*ФГБОУ ВО «Поволжский государственный технологический университет»,
г. Йошкар-Ола*

СОВРЕМЕННЫЕ ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

Инструментальными являются материалы, основное назначение которых – оснащение рабочей части инструментов. В творческой деятельности изобретателей и рационализаторов, в какой бы отрасли промышленности они ни трудились, инструменты всегда являются очень важным объектом приложения их усилий. Качество инструментов оказывает влияние на производительность труда, стоимость изделий; на возможности механизации и автоматизации технологических процессов.

Чтобы внедриться в поверхностные слои обрабатываемой заготовки, режущие лезвия рабочей части инструментов должны быть выполнены из материалов, имеющих высокую твердость. Твердость инструментальных материалов может быть природной (т.е. свойственной материалу при его образовании) или достигнута специальной обработкой.

Например, инструментальные стали в состоянии поставки с металлургических заводов легко поддаются обработке резанием. После механической обработки, термообработки, шлифования и заточки инструментов из стали их прочность и твердость резко повышаются.

Твердость определяется с помощью различных методов. Твердость по Роквеллу обозначается цифрами, характеризующими число твердости, и буквами HR с указанием шкалы твердости А, В или С (например, HRC). Твердость термообработанных инструментальных сталей измеряется по шкале С Роквелла и выражается в условных единицах HRC. Наиболее устойчивый режим работы и наименьшая изнашиваемость лезвий инструментов, изготовленных из инструментальных сталей и прошедших термообработку, достигается при твердости HRC 63...64. При меньшей твердости возрастает изнашиваемость лезвий инструмента, а при большей твердости лезвия начинают выкрашиваться из-за чрезмерной хрупкости.

В процессе резания на рабочую часть инструментов действуют силы резания, достигающие 10 кН и более. Под действием этих сил в материале рабочей части возникают большие напряжения. Чтобы эти напряжения не приводили к разрушению инструмента, используемые для его изготовления инструментальные материалы должны иметь достаточно высокую прочность.

Увеличение работоспособности режущего инструмента может быть достигнуто не только за счет повышения температуростойкости инструментального материала, но и благодаря улучшению условий отвода теплоты, выделяющейся в процессе резания на лезвии инструмента и вызывающей его нагрев до высоких температур. Чем большее количество теплоты отводится от лезвия в глубь инструмента, тем ниже температура на его контактных поверхностях. Теплопроводность инструментальных материалов зависит от их химического состава и температуры нагрева.

Коэффициент трения связан функциональной зависимостью с силой трения и работой сил трения на пути взаимного скольжения инструмента и заготовки, поэтому значение этого коэффициента оказывает влияние на износостойкость инструментальных материалов.

Взаимодействие инструмента с обрабатываемым материалом протекает в условиях постоянного (подвижного) контакта. При этом оба тела, образующие пару трения, взаимно изнашиваются.

Для обработки деталей из коррозионно-стойких, жаропрочных и других труднообрабатываемых сталей и сплавов предназначены инструменты из мелкозернистых сплавов группы ОМ: из сплава ВК6-ОМ

– для чистовой обработки, а из сплавов ВКЮ-ОМ и ВК15-ОМ – для получистовой и черновой обработки. Еще более эффективно для обработки труднообрабатываемых материалов использование инструментов из твердых сплавов марок ВКЮ-ХОМ и ВК15-ХОМ, в которых карбид тантала заменен карбидом хрома. Легирование сплавов карбидом хрома увеличивает их твердость и прочность при высоких температурах.

Для повышения прочности пластины из твердого сплава плакируют, т.е. покрывают защитными пленками. Широко применяют износостойкие покрытия из карбидов, нитридов и карбонидов титана, нанесенные тонким слоем (толщиной 5...10 мкм) на поверхность твердосплавных пластин. На поверхности этих пластин образуется мелкозернистый слой карбида титана, обладающий высокой твердостью, износостойкостью и химической устойчивостью при высоких температурах. Износостойкость твердосплавных пластин с покрытием в среднем в три раза выше износостойкости пластин без покрытия, что позволяет увеличить скорость резания на 25...30 %.

При определенных условиях в качестве инструментального материала применяют минералокерамические материалы, получаемые из окиси алюминия с добавками вольфрама, титана, тантала и кобальта.

Для режущего инструмента используют минералокерамику марки ЦМ-332, которая отличается высокой температуростойкостью (твердость HRC 89...95 при температуре 1200 °С) и износостойкостью, что позволяет вести обработку стали, чугуна и цветных сплавов при высоких скоростях резания (например, чистовое обтачивание чугуна при скорости резания 3700 мм/мин, что в два раза выше скорости резания при обработке инструментом из твердых сплавов). Недостаток минералокерамики марки ЦМ-332 – повышенная хрупкость.

Для изготовления режущих инструментов применяют также режущую керамику (кермет) марок ВЗ; ВОК-60; ВОК-63, представляющую собой окисно-карбидное соединение (окись алюминия с добавкой 30...40% карбидов вольфрама и молибдена). Введение в состав минералокерамики карбидов металлов (а иногда и чистых металлов: молибдена, хрома) улучшает ее физико-механические свойства (в частности, снижает хрупкость) и повышает производительность обработки в результате повышения скорости резания. Получистовая и чистовая обработка инструментом из кермета деталей из серых, ковких чугунов, труднообрабатываемых сталей, некоторых цветных металлов и сплавов производится со скоростью резания 435...1000 м/мин без подачи СОЖ в зону резания. Режущая керамика отличается высокой температуростойкостью (твердость HRC 90...95 при температуре 950...1100 °С).

Для обработки закаленных сталей (HRC 40...67), высокопрочных чугунов (HB 200...600), твердых сплавов типа BK25 и BK15 и стеклопластиков применяют инструмент, режущая часть которого изготовлена из сверхтвердых материалов (СТМ) на основе нитрида бора и алмазов. При обработке деталей из закаленных сталей и высокопрочных чугунов применяют инструмент, изготовленный из крупных поликристаллов (диаметром 3...6 мм и длиной 4...5 мм) на основе кубического нитрида бора (эльбора Р). Твердость эльбора Р приближается к твердости алмаза, а его температуростойкость в два раза выше температуростойкости алмаза. Эльбор Р химически инертен к материалам на основе железа. Предел прочности поликристаллов при сжатии 4...5 ГПа (400... 500 кгс/мм²), при изгибе – 0,7 ГПа (70 кгс/мм²), температуростойкость 1350... 1450°С.

Из других СТМ, применяемых для обработки резанием, следует отметить синтетические алмазы балас (марка АСБ) и карбонадо (марка АСПК). Карбонадо химически более активен к углеродсодержащим материалам, поэтому его используют при точении деталей из цветных металлов, высококремнистых сплавов, твердых сплавов BK10... BK30, неметаллических материалов. Стойкость резцов из карбонадов в 20... 50 раз выше стойкости резцов из твердых сплавов.

За последние десятилетия объем различных типов инструментальных материалов для лезвийного инструмента, потребляемых металлообрабатывающими производствами технологически развитых стран, сильно изменился. Практически не используются для лезвийного инструмента углеродистые и легированные инструментальные стали. Заметно снизилось потребление быстрорежущих сталей с 65...70 до 35...40%, в то время как объёмы использования твёрдых сплавов увеличились с 30 до 55%, а режущей керамики и сверхтвёрдых инструментальных материалов с 1 до 10%.

Вывод

С сожалением приходится констатировать, что отечественная инструментальная промышленность утратила лидирующее положение в области создания новых инструментальных материалов. Многие марки инструментальных материалов, положительно зарекомендовавшие себя в практическом использовании, в настоящее время выпускаются перестали. Особенно это заметно в области производства режущей керамики и сверхтвердых инструментальных материалов. Необходимо менять эту ситуацию.

Список литературы

1. <http://met-all.org/stal/harakteristiki-i-marki-instrumentalnih-stalej.html> (дата обращения 22.12.2016).

2. http://www.texnologia.ru/documentation/cutting_of_metals/8.html (дата обращения 22.12.2016).
3. http://referatwork.ru/category/metally-svarka/view/191412_klassifikaciya_instrumental_nyh_materialov (дата обращения 23.12.2016).
4. <http://qwerty1015.narod.ru/mass/4.html> (дата обращения 23.12.2016).
5. <http://dic.academic.ru/dic.nsf/es/3215/абразивные> (дата обращения 23.12.2016).
6. <http://cyberleninka.ru/article/n/instrumentalnye-materialy-dlya-izgotovleniya-lezviyuyh-instrumentov> (дата обращения 23.12.2016).

УДК 621.1

Кокорина Ольга Ивановна

направление Теплоэнергетика и теплотехника (бакалавриат), гр. ТТ-31

Научный руководитель **Анисимов Павел Николаевич**,
преподаватель кафедры энергообеспечения предприятий
ФГБОУ ВО «Поволжский государственный технологический университет»,
г. Йошкар-Ола

СОВРЕМЕННЫЕ ОБЛАСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ УСТАНОВОК С ДВИГАТЕЛЯМИ СТИРЛИНГА

Двигатель Стирлинга – одна из самых известных альтернатив паровой машине, поскольку его теоретическая эффективность практически равна максимальной эффективности тепловых машин (эффективность цикла Карно) (рис. 1-2).

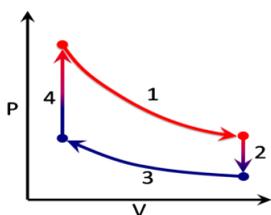


Рис. 1. Цикл Стирлинга

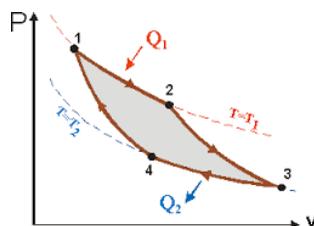


Рис. 2. Цикл Карно

В двигателе Стирлинга происходит преобразование тепловой энергии в механическую посредством сжатия постоянного количества рабочего тела при низкой температуре и последующего (после периода нагрева) его расширения при высокой температуре. Поскольку работа,

затрачиваемая поршнем на сжатие рабочего тела, меньше работы, которую поршень совершает при расширении рабочего тела, двигатель вырабатывает полезную механическую энергию.

Исключительное свойство двигателей Стирлинга как двигателя с внешним подводом теплоты позволяет применять не только традиционные виды топлива, но также все без исключения виды альтернативных топлив, известных в настоящее время в мире, например, биогаз, уголь, отходы деревообрабатывающей промышленности и сельского хозяйства, солнечную, атомную, высокопотенциальную теплоту дымовых газов и любые другие виды энергии, делает их особенно привлекательными в связи с использованием энергии из возобновляемых источников.

Высокая экологическая чистота и эффективность обеспечивают перспективность применения двигателей Стирлинга в когенерационных установках (КУ) мощностью до 100 кВт, для одновременной выработки электроэнергии и тепла в местах их непосредственного потребления. Применение КУ на основе двигателей Стирлинга (рис. 1) позволяет на 40% снизить расход топлива на производство электроэнергии и тепла, по сравнению с централизованным энергоснабжением. Себестоимость 1 кВт·ч электроэнергии, выработанной в когенерационной установке, в 3-4 раза ниже, чем действующие тарифы централизованных энергосистем, а тепло получается фактически бесплатным.

В настоящее время на рынке уже появились когенерационные установки с двигателями Стирлинга, в качестве топлива для которых используются древесная щепа, торф, биогаз и отходы сельского хозяйства. Возврат к биоресурсам – это не возврат в прошлое, а разумный подход к экономике и экологии. Широкое использование автономных источников энергии, работающих на местном топливе, отражает мировую тенденцию на энерго- и ресурсосбережение (рис. 3).



Рис. 3. Двигатель Стирлинга, работающий на природном газе мощностью 9 кВт (данный двигатель входит в состав когенерационной установки, вырабатывающей дополнительно около 27 кВт тепловой энергии)

Газификация древесных отходов обеспечивает получение топливного газа, основу которого составляют CO , H_2 и N_2 и который может быть использован в качестве газообразного топлива для двигателей Стирлинга. В основе лежит принцип преобразования твердого топлива в газообразное под воздействием высокой температуры без доступа кислорода. В результате процесса, называемого пиролизом, вырабатывается генераторный, древесный газ.

Высокий КПД и надежность конструкции двигателя Стирлинга обуславливают эффективность его использования и в солнечных энергетических установках.

Среди наиболее значимых проектов по использованию солнечной энергии в настоящее время является проект создания грандиозной солнечной фермы на юге США. По данному проекту, на территории штата Невада площадью 160 кв. км будет создана не имеющая аналогов в мире гелиоэнергетическая система на основе «солнечных» двигателей Стирлинга. В конечном счёте, проект предполагает компактное размещение десятки тысяч таких установок, которые будут трансформировать солнечную энергию и поставлять электричество юго-западным распределительным компаниям США.

Широко известны работы ряда крупных зарубежных фирм по созданию солнечных энергетических установок с двигателями Стирлинга для космических аппаратов, орбитальных космических станций и «лунных баз» с двигателями Стирлинга мощностью от 3 до 200 кВт. Фирмой «Алиссон» разработан и построен космический вариант солнечной установки с двигателем Стирлинга мощностью 5 кВт. Двигатель имел при $n = 3000$ об./мин. и КПД, равный 37,5%.

Выводы

Будущее двигателей Стирлинга представляется достаточно перспективным. В дальнейшем будут продолжены разработки по усовершенствованию двигателя Стирлинга. Об этом говорят все различные обзоры по двигательным установкам для транспорта и стационарным энергетическим установкам.

Можно с уверенностью гарантировать использование двигателей Стирлинга в стационарных энергетических системах широкого диапазона мощностей. Нет сомнений, что эти двигатели найдут более широкое применение в энергетических установках.

Список литературы

1. Двигатель с внешним подводом теплоты. Заявка № 99110725 от 31 мая 1999 г., РФ.

2. Двигатель с внешним подводом теплоты: патент №2105156 от 23 июня 1995 г., РФ.
3. Двигатели Стирлинга: пер. с англ. / под ред. В.М. Бродянского. – М.: Мир, 1975.
4. Двигатели Стирлинга / В.Н. Даниличев, С.И. Ефимов, В.А. Звонков и др.; под ред. М.Г. Круглова. – М.: Машиностроение, 1977.
5. Уокер, Г. Машины, работающие по циклу Стирлинга: пер. с англ. / Г. Уокер. – М.: Энергия, 1978.

УДК 637.37

Щеглов Андрей Сергеевич

направление Эксплуатация транспортно-технологических машин
и комплексов (магистратура), гр. ЭТМм-12

Научный руководитель **Каменских Александр Дмитриевич**,
ст. преподаватель кафедры эксплуатации машин и оборудования
ФГБОУ ВО «Поволжский государственный технологический университет»,
г. Йошкар-Ола

СОСТОЯНИЕ И ПРОБЛЕМЫ ЭКСПЛУАТАЦИИ ВНУТРИДОМОВОГО И ВНУТРИКВАРТИРНОГО ГАЗОВОГО ОБОРУДОВАНИЯ

Цель работы – установление круга проблем при техническом обслуживании системы газоснабжения многоквартирных домов и определение способа контроля технического состояния ВДГО и ВКГО.

Газоснабжение многоквартирных домов представляет собой упорядоченную систему абонентских ответвлений, соединенных с городской сетью, которые осуществляют подачу газа к зданиям. Основным элементом этой системы – газопровод внутри дома, задачей которого является транспортировка газа по самому зданию и распределение по газовым установкам. Внутридомовой газопровод представляет собой совокупность вертикальных стояков, по которым движется газ и внутриквартирные газопроводы, которые транспортируют газ к газовому оборудованию в квартире. Система газоснабжения многоквартирного дома предусматривает подачу газа из распределительной сети по газопроводу напрямую к газовому оборудованию, установленному у потребителей газа в квартирах многоквартирного дома [1].

В многоквартирное жилое здание газопровод вводится через систему абонентских ответвлений в каждую кухню жилого помещения, квартиры. Для ввода газа в многоквартирный дом обязательно должны выполняться следующие условия в целях обеспечения безопасности [2]:

- 1) необходимость наличия двух изолированных помещений, не зависящих от других помещений для системы абонентских ответвлений;
- 2) наличие хорошей вентиляции вытяжного характера в коридорах дома;
- 3) устройство ввода газа должно быть не взрывоопасным;
- 4) коридор должен иметь высокие потолки (не менее 1,6 м), обладающие необходимой огнестойкостью.

Помимо этого, недопустимо применение устройств ввода газа, устанавливаемых напрямую в квартиры, лифты, системы вентиляции жилого дома. Стояки устанавливаются вертикально в кухнях и на лестничных клетках, причем установка их в других частях квартиры, ванных комнатах и т.д. недопустима. Для выборочного отключения участков, на протяжении всего газопровода устанавливаются специальные задвижки [3].

Сжиженный газ, используемый в быту, состоит из смеси двух газов – пропана и бутана, он не имеет ни цвета, ни запаха. Основные достоинства заключаются в том, что газ – дешевый вид топлива, сгорает без остатка, имеет высокую температуру горения, большую теплотворную способность. Существенный недостаток – в смеси с воздухом газ образует взрывоопасную смесь.

Сжиженный газ тяжелее воздуха в два раза и при утечке заполняет в первую очередь подвалы, подполья, подземные коммуникации и может распространяться на большие расстояния. Небольшая утечка бытового газа в помещении (5-15% от общего объема воздуха) способна спровоцировать удушье человека и стать причиной возгорания.

Для того чтобы вовремя определить утечку газа по запаху, в него добавляют сильно пахнущее вещество – одорант (этилмеркоптан). В качестве одоранта в настоящее время используют вещества, обладающие резким неприятным запахом [4].

Существуют следующие способы обнаружения утечек газа:

- при помощи газоанализатора;
- путем обмыливания;
- по запаху;
- по шуму.

Наиболее часто используемый способ обнаружения утечек в помещениях – обмыливание арматуры, сварных швов и швов труб.

В газовом хозяйстве содержание газа в воздухе проверяют с помощью переносных приборов-индикаторов, называемых также газоопределителями. Существует много различных типов и конструкций газоиндикаторов. В основу их действия положены физические или химические

реакции, возникающие при появлении газа в контролируемом воздухе. Газоиндикаторы бывают диффузионные, электрические, оптические и калориметрические [5].

Безопасное использование и содержание внутридомового и внутриквартирного газового оборудования обеспечиваются путем осуществления следующего комплекса работ (услуг):

- а) техническое обслуживание и ремонт внутридомового и (или) внутриквартирного газового оборудования;
- б) аварийно-диспетчерское обеспечение;
- в) техническое диагностирование внутридомового и (или) внутриквартирного газового оборудования;
- г) замена оборудования.

Стоит отметить, что одной из серьёзных проблем, связанных с оказанием качественных услуг по содержанию внутридомового газового оборудования и внутриквартирного газового оборудования (ВДГО и ВКГО) в многоквартирных домах, является низкий процент попадания представителей специализированных организаций в жилые и нежилые помещения многоквартирных домов для проведения планового технического обслуживания ВДГО и ВКГО.

По данным статистики ООО «Газпром межрегионгаз Йошкар-Ола», по состоянию на 30 сентября 2017 года, на территории Республики Марий Эл, техническое обслуживание не проводилось больше 3 лет более чем у 27 000 потребителей газа.

Утечки газа на газопроводах должны устраняться в аварийном порядке. При обнаружении опасной концентрации газа газопроводы должны быть немедленно отключены. До устранения утечки газа эксплуатация их запрещается.

Выводы

Таким образом, в случае возникновения утечки газа в жилом помещении многоквартирного дома, доступ в которое не был предоставлен, без газа на длительный период может остаться весь дом до устранения этой утечки. На основании вышеизложенного предлагается разработать метод приостановки подачи газа при отсутствии доступа в жилое помещение, основанный на запуске специального зонда с последующей установкой технической заглушки внутри газопровода, который позволит локализовать утечку в недоступном помещении и восстановить подачу газа в остальные жилые помещения, расположенные по стояку.

Список литературы

1. СП 62.13330.2011. Газораспределительные системы. Актуализированная редакция СНиП 42-01-2002. – М., 2014. – 70 с.

2. СП 42-101-2003. Общие положения по проектированию и строительству газораспределительных систем из металлических и полиэтиленовых труб (одобренный постановлением Госстроя РФ от 26 июня 2003 г. № 112). – М.: ЗАО «Полимергаз», 2006. – 182 с.

3. СП 42-102-2004. Проектирование и строительство газопроводов из металлических труб. – М.: ЗАО «Полимергаз», 2006. – 99 с.

4. Правила пользования газом в быту (утв. Приказом ВО «Росстройгазификация» от 26.04.1990 № 86-П).

5. Янович, А.Н. Охрана труда и техника безопасности в газовом хозяйстве / А.Н. Янович, А.Ц. Аствацатуров, А.А. Бусурин. – М.: Недра, 1978. – 320 с.

УДК 629/423

Черепанов Алексей Андреевич

направление Эксплуатация транспортно-технологических машин
и комплексов (магистратура), гр. ЭТМм-12

Научный руководитель **Рябинин Денис Евгеньевич**,
преподаватель кафедры эксплуатации машин и оборудования
*ФГБОУ ВО «Поволжский государственный технологический университет»,
г. Йошкар-Ола*

СПОСОБ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ ЗАРЯДНОЙ СТАНЦИИ

Цель – разработка электростанции с использованием альтернативных источников энергии.

В настоящее время постоянно увеличивается количество автомобилей, что ведет к увеличению потребности в топливе. Все это приводит к загрязнению окружающей среды, нарушению теплового баланса атмосферы.

Актуальность вопроса обуславливается необходимостью уменьшения вредного воздействия автомобилей на окружающую среду.

Одним из возможных направлений в решении вышеизложенных проблем является использование в качестве транспортных средств электромобилей. Но в нашей стране они пока плохо распространены, и это объясняется отсутствием для них развитой инфраструктуры.

Массовая эксплуатация электромобилей приведет к увеличению потребления электроэнергии. Как известно, в настоящее время основная часть электроэнергии производится на тепловых электростанциях. Но опять же, для работы ТЭС необходимо сырье – обычно используются уголь, мазут, газ, а также для ТЭС характерно высокое радиационное и токсичное загрязнение окружающей среды.

Из всего вышесказанного можно заключить, что переход на электромобили в какой-то мере не будет способствовать улучшению экологической обстановки. Так как электромобиль постоянно требуется заряжать, а это приведет к увеличению потребляемого электричества. Но, как было уже показано выше, традиционные источники электроэнергии пагубно влияют на экологию.

Следовательно, чтобы говорить об экологичности электромобилей, необходимо искать такие источники энергии, которые являлись бы экологически чистыми, легко добываемыми и по возможности возобновляемыми.

Поэтому предлагается использовать возобновляемые источники энергии для инфраструктуры подзарядки электромобилей.

На основании этого в качестве основного источника энергии принимается ветер. Так как в течение года наблюдаются штилевые дни, то энергию ветра необходимо дублировать. В этой связи в качестве вспомогательного источника принимается подключение к электросети. Это обуславливает необходимость аккумулирования энергии на периоды отсутствия ветра.

Таким образом, для электроснабжения станции принимаются следующие источники энергии:

- ветер (основной источник);
- электрическая сеть (вспомогательный источник);
- аккумуляторы (резерв).

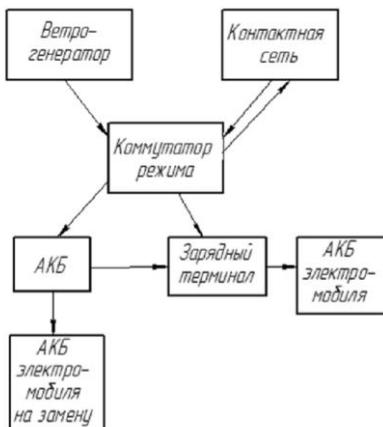
Блок-схема системы электроснабжения станции представлена на рисунке. Система работает следующим образом. При наличии ветра работает ветроэнергетическая установка (ВЭУ), которая через муфту вращает генератор, который заряжает аккумуляторную батарею (АКБ) через коммутатор режимов.

При отсутствии ветра или при сильном ветре ВЭУ останавливается и с помощью муфты отсоединяется от сети станции. Через коммутатор режимов сеть при необходимости переключается к контактной сети. АКБ заряжаются уже от контактной сети. Также коммутатор режимов преобразует переменный ток в постоянный.

При этом коммутатор режима может распределять нагрузку либо напрямую на зарядный терминал, при наличии в нем заряжаемого автомобиля, либо для зарядки АКБ, оставленных на зарядку. Проектируемая станция может работать в двух режимах.

1. В режиме прямой зарядки автомобиля:
 - а) быстрого заряда (в течение 10-30 минут);
 - б) медленного заряда (в течение 3-14 часов).

2. В режиме автоматической замены подсевшего АКБ на заряженный. Выбор режима заряда АКБ остается за клиентом обслуживаемого электромобиля.



Блок-схема электроснабжения станции

Наличие необходимых «излишков» мощности делает возможным организацию пунктов быстрого заряда без увеличения установленной мощности подстанции.

При наличии излишков электроэнергии она может отдаваться в общую сеть.

Выводы

Таким образом, использование возобновляемых источников энергии для инфраструктуры подзарядки электромобилей позволит существенно уменьшить выбросы загрязняющих веществ в окружающую среду.

Данный вид зарядной станции можно использовать в различных регионах нашей страны.

Список литературы

1. Янсон, Р.А. Ветроустановки: учеб. пособие / Р.А. Янсон; под ред. М.И. Осипова. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2007. – 36 с.
2. Кашкаров, А.П. Ветрогенераторы, солнечные батареи и другие полезные конструкции / А.П. Кашкаров. – М.: ДМК Пресс, 2011. – 144 с.
3. Каргиев, В.М. Ветроэнергетика. Руководство по применению ветроустановок малой и средней мощности / В.М. Каргиев, С.Н. Мартиросов. – М.: «Интерсоларцентр», 2001. – 61 с.

Петряков Андрей Владимирович

направление Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов,
ЭТМ-31

Научный руководитель **Капустин Александр Валерьевич**,
канд. техн. наук, доцент кафедры сопротивления материалов
и прикладной механики

*ФГБОУ ВО «Поволжский государственный технологический университет»,
г. Йошкар-Ола*

СТРУКТУРНЫЙ СИНТЕЗ МЕХАНИЗМА ЭКСОСКЕЛЕТА МЕДИЦИНСКОГО НАЗНАЧЕНИЯ*

Цель работы – синтез структурных схем механизма экзоскелета медицинского назначения для создания многообразия технических решений конструкций экзоскелета.

Актуальность темы. Экзоскелет медицинского назначения предназначен для помощи больным с нарушениями опорно-двигательного аппарата, он может быть использован как вспомогательный, так и полностью повторяющий локомоторные движения человека.

Методика и результаты исследования. Для структурного синтеза рассмотрим скелет человека нижней части туловища (рис. 1). Кости человека будем рассматривать как твердые звенья, мышцы – как приводы одностороннего действия (рис. 1а). Заменив сложную конструкцию костей человека прямыми звеньями и сочленив их вращательными кинематическими парами, получим незамкнутую шарнирную схему с шестью степенями свободы.

Посредством вариативной замены вращательных кинематических пар поступательными, изменением формы звеньев, введением дополнительных замкнутых кинематических цепей были получены различные структурные схемы экзоскелета медицинского назначения.

На рисунке 2 представлены структурные схемы экзоскелета в различных вариантах исполнения.

* Работа выполнена в рамках реализации комплексного проекта по созданию высокотехнологичного производства «Создание высокотехнологичного производства многофункционального роботизированного экзоскелета медицинского назначения («РЭМ»)), шифр 2017-218-09-1807, утвержденного Постановлением Правительства Российской Федерации от 9 апреля 2010 г. № 218.

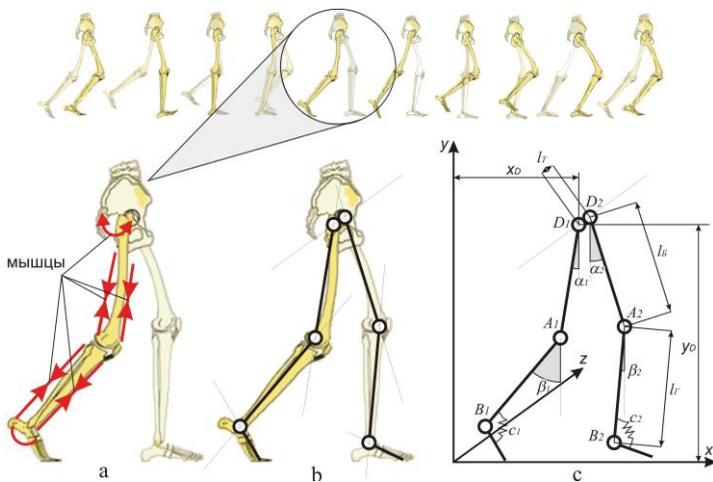


Рис. 1. Этапы перехода от скелета опорно-двигательного аппарата человека к структурной схеме экзоскелета

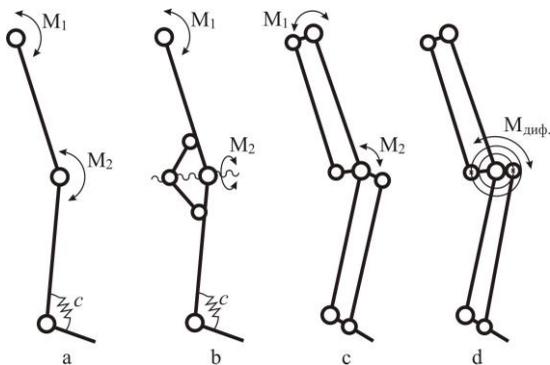


Рис. 2. Структурные схемы механизма экзоскелета человека

На рисунке 2а представлена структурная схема с двумя приводами M_1 и M_2 в тазобедренном и коленном суставах, голеностопный сустав содержит упругую связь c . На рисунке 2б привод в коленном суставе выполнен в виде четырехзвенника. Крутящий момент привода приложен к винтовой кинематической паре между двумя противоположными шарнирами.

Аналогичное исполнение шарнира можно реализовать и для тазобедренного сустава. На рисунке 2с бедренная и берцовые кости пред-

ставлены в виде шарнирного четырехзвенника каждый из которых имеет собственный привод M_1 и M_2 . Схема на рисунке 2d аналогична предыдущей схеме за тем исключением, что привод $M_{диф}$ осуществляется при помощи дифференциального механизма, установленного в коленном суставе. Также возможны и другие варианты исполнения.

Выводы

Созданное многообразие структурных схем позволяет принимать оптимальное решение при выборе конструкции экзоскелета. Каждая схема имеет свои преимущества и недостатки; выбор схемы целиком зависит от назначения и параметров работы экзоскелета.

Список литературы

1. Теория механизмов и механика машин: учеб. для студентов вузов по направлениям подгот. дипломир. специалистов «Машиностроит. технологии и оборудование», «Технол. машины и оборудование» / К. В. Фролов [и др.]; под ред. К. В. Фролова. – Изд. 5-е, стер. – М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2004. – 662 с.: ил. – (Механика в техническом университете; т. 5).
2. Капустин, А.В. Теория механизмов и машин: лабораторный практикум / А.В. Капустин, Ю.Д. Нагибин. – Йошкар-Ола: ПГТУ, 2012. – 55 с.
3. Дубровский, В.И. Биомеханика: учебник для вузов / В.И. Дубровский, В.Н. Федорова. – М.: ВЛАДОС, 2003. – С. 388.

УДК 621.762

Кудрявцев Андрей Александрович

направление Материаловедение и технология материалов,
(бакалавриат) гр. МТМ-41

Научный руководитель **Крашенинникова Надежда Геннадьевна**,
канд. техн. наук, доцент кафедры машиностроения и материаловедения
ФГБОУ ВО «Поволжский государственный технологический университет»,
г. Йошкар-Ола

ТЕРМИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА ПОРОШКОВЫХ СТАЛЕЙ

Цель работы – проанализировать основные проблемы термической обработки порошковых сталей и возможные пути их решения.

Порошковая металлургия является одной из перспективных и быстро развивающихся технологий машиностроительного производства. Одновременно с ростом производства порошковых деталей конструкционного назначения повышаются технические требования к ним.

Часто эти детали предназначены для работы в условиях высоких нагрузок и должны поэтому обладать высоким уровнем механических характеристик, который может быть достигнут посредством термической обработки.

Этой проблемой специалисты, работающие в области порошковой металлургии, занимаются уже достаточно давно, но она не утратила своей актуальности. Связано это с тем, что термическая обработка порошковых сталей имеет ряд особенностей и является поэтому весьма непростой задачей.

Прежде всего, необходимо учитывать, что порошковые стали, полученные холодным прессованием с последующим спеканием, всегда имеют некоторую остаточную пористость и поэтому склонны к окислению и обезуглероживанию. По этой причине нагрев при их термической обработке необходимо осуществлять в защитных средах или вакууме с использованием при необходимости углеродсодержащих засыпок. Без защитных атмосфер можно обойтись, применяя высокоскоростной нагрев, например, токами высокой частоты.

Наличие пористости снижает теплопроводность материала, что надо принимать во внимание при выборе режимов нагрева и охлаждения. Кроме того, поры, являясь концентраторами напряжений, при резком нагреве или охлаждении вызывают появление значительных неравномерно распределенных термических и фазовых напряжений.

По этой причине детали из сложнолегированных сталей под закалку необходимо нагревать с невысокой скоростью, делая остановки для обеспечения равномерного прогрева. Время выдержки должно быть на 20-30 % больше, чем для литых сталей аналогичного состава.

При выборе температуры нагрева под закалку нужно принять во внимание тот факт, что порошковые стали являются наследственно мелкозернистыми, поскольку поры тормозят рост зерна. В связи с этим нагрев под закалку можно проводить до более высоких температур, не опасаясь огрубления структуры. По существующим оценкам, температура закалки для обеспечения максимальной твердости порошковых сталей на 60-120 °С выше, чем для соответствующих литых.

При выборе охлаждающих сред необходимо учитывать, что вследствие пониженной теплопроводности порошковых сталей скорость их охлаждения, а следовательно, и твердость будут ниже, чем для соответствующих компактных сталей в той же охлаждающей среде. С другой стороны, слишком резкое охлаждение, повышая твердость, может приводить к снижению предела прочности из-за охрупчивания материала.

Кроме того, если пористость материала более 8 %, она является открытой, т.е. вода может оставаться в порах, вызывая внутреннюю кор-

розию материала. По этой причине для порошковых сталей масло в качестве охлаждающей среды часто предпочтительнее воды, несмотря на более низкую твердость.

При использовании порошковых сталей для изготовления высокопрочных и износостойких деталей требуется значительная прокаленная зона. За характеристику способности закаливаться на определенную глубину принимается прокаливаемость (глубина проникновения закалки от охлаждаемой поверхности к сердцевине изделия).

При одном и том же режиме закалки изделий одинаковой формы и размеров прокаливаемость их зависит от критической скорости закалки стали, а именно: чем ниже критическая скорость, тем на большую глубину происходит прокаливание. Поэтому факторы, способствующие понижению критической скорости закалки, приводят к увеличению прокаливаемости стали, а факторы, ее повышающие, – к уменьшению. Большинство легирующих элементов значительно понижают критическую скорость закалки и вводятся в сталь именно с целью увеличения прокаливаемости.

При увеличении пористости происходит снижение твердости мартенсита и уменьшение глубины прокаленной зоны, что объясняется не только повышением температуры начала мартенситного превращения, снижением тетрагональности мартенсита, но и уменьшением теплопроводности порошковой стали, понижением теплоотводящей способности закалочной жидкости при охлаждении пористых сталей. Поэтому при закалке порошковых сталей на одном и том же расстоянии от охлаждаемой поверхности образца скорость охлаждения сечения уменьшается с увеличением пористости, что приводит к менее резкой закалке, появлению мартенситно-бейнитной и бейнитно-трооститной структуры, к понижению твердости.

Прокаливаемость несколько увеличивается при повышении содержания углерода в порошковой стали. Наиболее значительное ее увеличение отмечается в легированных сталях. При этом если в углеродистых сталях наблюдается резкое падение твердости при переходе от закаленной зоны к сердцевине, то в легированных сталях этот переход более плавный.

Выводы

Таким образом, термическая обработка порошковых сталей сопряжена со значительными трудностями и требует грамотного учета многих факторов и тщательного выбора технологических параметров. Оптимальным путем решения проблемы является получение материалов с минимальной пористостью, например, с применением методов изостатического прессования, динамического горячего прессования. В целом же этот вопрос требует дальнейшего внимательного изучения.

Список литературы

1. Ермаков, С.С. Порошковые стали и изделия / С.С. Ермаков, Н.Ф. Вязников. – Л.: Машиностроение, 1990. – 319 с.
2. Некоторые особенности термической обработки порошковых материалов на основе железа / Н.Г. Крашенинникова, С.Я. Алибеков, В.И. Капранова, Р.С. Сальманов // Вестник Казанского технологического университета. – 2013. – Т. 21. – С. 128–131.
3. Термохимическая обработка порошковых сталей / В.Н. Анциферов, С.И. Богодухов, В.Я. Буланов, Л.М. Гревнов. – Екатеринбург: УрО РАН, 1997. – 421 с.

УДК 656.138

Дорофеев Александр Алексеевич

направление Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов
(магистратура), гр. ЭТМм-11

Научный руководитель **Ласточкин Денис Михайлович**,

канд. техн. наук, доцент кафедры эксплуатации машин и оборудования
ФГБОУ ВО «Поволжский государственный технологический университет»,
г. Йошкар-Ола

ЭВАКУАТОР С БОКОВОЙ ПОГРУЗКОЙ АВТОМОБИЛЯ

Актуальность. В современном мире число автомобилей с каждым днем увеличивается в сотни и тысячи раз, а соответственно возрастают и загруженность дорог, количество ДТП и эксплуатационных неисправностей.

Автомобильный транспорт вынужден стоять в многокилометровых пробках из-за невозможности вовремя убрать машины с места происшествия. А результатом этого становятся не только значительные экономические потери, вызванные простоем автомобилей, но и нервное перенапряжение водителей и пассажиров, серьезное загрязнение атмосферы, в целом и так не отвечающей нормам в крупных городах.

Особо важную роль приобретает эвакуация автомобилей в крупных мегаполисах (городах-миллионниках). Вызвано это тем, что количество автомобилей на 1000 жителей составляет большое число, а парковочных мест в городах не хватает. Вместе с этим увеличение количества автомобилей приводит к увеличению числа нарушений по парковке. Жители и гости городов оставляют автомобили в местах, где запрещены стоянки автомобилей. В стесненных городских условиях эвакуировать автотранспорт становится все сложнее и сложнее: мешает городская застройка, автомобили припаркованы вплотную к стенам, затруднен доступ к колесам автомобиля и т.д.

Все это обуславливает необходимость модернизации существующих эвакуаторов легковых автомобилей.

Описание конструкции. Выполненный обзор и анализ современных эвакуаторов легковых автомобилей позволил выбрать оптимальную конструкцию автомобильного эвакуатора. Преимуществом проектируемого автомобильного эвакуатора являются следующие показатели: значительное сокращение времени эвакуации за счет полной автоматизации процесса погрузки автомобиля, отсутствие необходимости устанавливать на легковой автомобиль дополнительные приспособления. Время эвакуации автомобиля составляет менее 3 мин.

Проектируемый эвакуатор (рис. 1 и 2) состоит из основания 1, установленного на раме базового автомобиля. К основанию закреплены направляющие 2, по которым происходит движение вертикальной стойки 5 в поперечной плоскости привода 3, трос выдвигается за счет телескопического гидроцилиндра 4. Данный гидроцилиндр установлен внутри рамы автомобиля. Один гидроцилиндр перемещает стойку к одному борту машины, другой – к противоположному борту.

На направляющих 2 установлена вертикальная стойка 5, которая сварена из стандартных профилей, на вертикальной стойке шарнирно установлены два вертикальных рычага 6, снизу которых находятся подъемные лапы 7 эвакуатора.

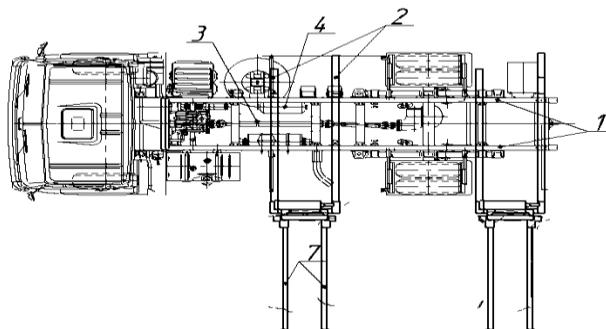


Рис. 1. Конструкция эвакуатора (вид сверху)

Принцип работы эвакуатора. Автомобиль-эвакуатор подъезжает к боку эвакуируемого автомобиля. Оператор эвакуатора опускает вертикальную стойку 5 вниз до соприкосновения с землей. Далее включает мотор-редуктор 9 на выдвижение горизонтальных лап 7 до упора. После

этого включают гидроцилиндр 10 на поджим лап. Лапы упираются в колесо эвакуируемого автомобиля таким образом, чтобы не допускать падения автомобиля.

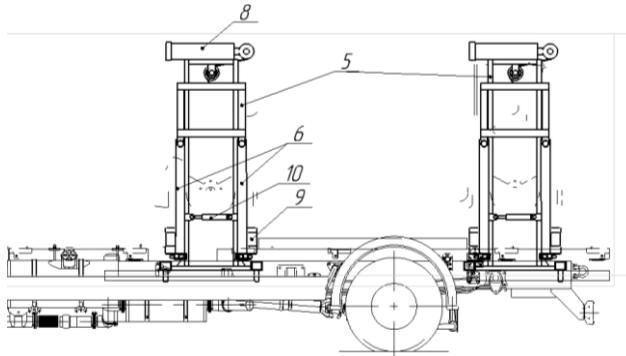


Рис. 2. Конструкция эвакуатора (вид сбоку)

Далее оператор включает телескопический гидроцилиндр на выдвижение, за счёт тросового механизма вертикальная стойка 5 поднимается до верхнего крайнего положения вместе с автомобилем, затем оператор включает механизм передвижения вертикальных стоек в крайнее противоположное положение.

После этого эвакуатор готов к движению. По прибытии на место легковой автомобиль опускается на землю в обратной последовательности.

Выводы

Несомненными преимуществами проектируемого автомобильного эвакуатора являются следующие:

- значительно сокращается время эвакуации за счет полной автоматизации процесса погрузки автомобиля, нет необходимости установки на легковой автомобиль дополнительных приспособлений. Время эвакуации автомобиля составляет 3 мин.;
- оператор эвакуатора постоянно находится в кабине, что улучшает условия его труда;
- в конструкции эвакуатора применены стандартные профили и детали, что позволяет организовать его производство небольшими предприятиями.

Список литературы

1. Герасимов, А.Б. Метод выбора и разработка критериев оценки эффективности эвакуации поврежденных машин / А.Б. Герасимов // Сборник рефератов депонированных рукописей. Серия Б. Выпуск № 38. – М.: ЦВНИ МО РФ, 1997.

2. Першин, В.А. Типаж и техническая эксплуатация оборудования предприятий автосервиса: учебное пособие / В.А. Першин. – Ростов н/Д.: Феникс, 2008. – 413 с.

УДК 621.74

Лаптев Степан Николаевич
направление Машиностроение (бакалавриат), гр. МС-21

Научный руководитель **Алибеков Сергей Якубович**,
д-р техн. наук, профессор кафедры машиностроения и материаловедения
ФГБОУ ВО «Поволжский государственный технологический университет»,
г. Йошкар-Ола

ЭЛЕКТРОШЛАКОВОЕ ЛИТЬЁ: ПРЕИМУЩЕСТВА И ПЕРСПЕКТИВЫ

Производство ответственных деталей в машиностроении (таких как корпуса атомных реакторов, парогенераторы), а также крупногабаритных отливок в металлургии (кузнечные штампы, кокили для литья труб центробежным способом) невозможно традиционными способами литья, так как заготовку можно получить, только выплавляя каждую её часть отдельно. Также можно получить целую отливку, но при этом будет огромное количество отходов металла на стружку. Поэтому прибегают к такому способу, как электрошлаковое литье. В нашей стране данный метод получения отливок, разработанный в Институте электросварки им. Е.О. Патона, стали применять и внедрять в производство в конце 40-х годов двадцатого столетия.

Электрошлаковое литье – это способ получения фасонных отливок в специальной водоохлаждаемой металлической литейной форме, называемой кристаллизатором. Данный способ литья основан на применении электрошлакового переплава используемого электрода. Отливку изготавливают переплавом электродов из металла требуемого химического состава. Источником теплоты данного способа литья является шлаковая ванна, которая нагревается проходящим через нее электрическим током.

Рассматриваемым способом получают металл самого высокого качества. Стоит отметить, что процессы заполнения и затвердевания отливки происходят в одно время и при том, что сама операция не останавливается. В традиционных способах литья эти процессы разделены, что сказывается на качестве отливки, так как при заливке металл поглощает газы, загрязняется формовочной смесью, также повышается вероятность образования усадочных раковин при получении больших отливок.

Процесс электрошлакового литья начинается с заливки заранее расплавленного шлака, который служит источником тепла, очищает металл от вредных примесей, таких как сера и фосфор; защищает его от кислорода и азота, а также предотвращает появления усадочных раковин. Шлак заливается в медный кристаллизатор, который оснащен специальной системой водоохлаждения.

Стоит отметить, что шлак способствует образованию на поверхности отливки пленки, которая обеспечивает чистую поверхность, поэтому получаемые отливки имеют высокие и эксплуатационные свойства. Плавление происходит за счёт электрического тока, который подводится к электродам, а также к нижней части кристаллизатора. Во время прохождения электрического тока через шлаковую ванну выделяется большое количество тепла и температура ванны становится приблизительно равной 1600-1700°C и даже выше, это возможно по той причине, что шлак имеет плохую электропроводность. Сами же электроды, которые погружены в разогретую шлаковую ванну, начинают плавиться.

Капли жидкого металла просачиваются через шлак, и под шлаковым слоем начинает образовываться металлическая ванна. Как было отмечено выше, к верхней части непрерывно поступает расплавленный металл, и в то же время нижняя часть начинает затвердевать, что связано с отводом тепла от металла к стенкам кристаллизатора. Так как в процессе электроды плавятся, то их концы должны медленно опускаться вниз. Для того чтобы получить полость в отливке, используют специальный водоохлаждаемый стержень, движение которого направленно вверх от отливки.

К преимуществам электрошлакового литья можно отнести: высокое качество полученной отливки и вследствие этого значительную экономию металла (с каждой тонны готовых отливок возможная экономия металла составляет около 2 тонн).

Но помимо того, что данный способ имеет свои достоинства, он включает в себя ряд недостатков. Хотя для получения отливки не тре-

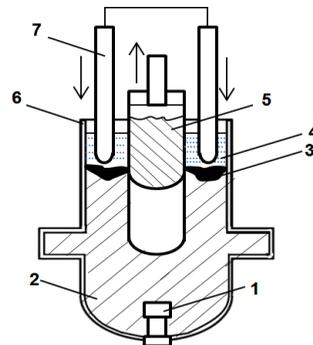


Схема получения отливки электрошлаковым литьём: 1 – затравка; 2 – отливка; 3 – металлическая ванна; 4 – расплавленный шлак; 5 – металлический стержень; 6 – кристаллизатор (литейная форма); 7 – электрод

буются формовочная смесь, разливочный ковш и плавильные агрегаты, сам процесс получения отливок является достаточно затратным, так как для электрошлакового способа литья нужны сложный и дорогой кристаллизатор (литейная форма) и электроды, полученные предварительно литьем или из проката.

Выводы

Подводя итоги, можно сказать, что процесс электрошлакового литья выгоднее и целесообразнее применять для получения крупногабаритных отливок и деталей ответственного назначения, которые должны обладать высокими механическими свойствами.

Список литературы

1. Медовар, Б.И. Электрошлаковые технологии в XXI веке / Б.И. Медовар, Л.Б. Медовар, В.Я. Саенко // Проблемы специальной электрометаллургии. – 2001. – № 1. – С. 12-17.
2. Применение электрошлаковой технологии в производстве валков холодной прокатки / Б.Е. Патон, Б.И. Медовар, Л.М. Ступак и др. // Рафинирующие переplавы. – Киев: Наук. думка, 1974. – С. 75-84.

УДК 621.981

Храмов Максим Анатольевич

направление Машиностроение и обработка металлов давлением (бакалавриат),
гр.ОМбд-41

Научный руководитель **Рогова Татьяна Николаевна**,
канд. экон. наук, доцент кафедры экономики и организации производства
ФГБОУ ВО «Ульяновский государственный технический университет»,
г. Ульяновск

ИЗГОТОВЛЕНИЕ ШПАНГОУТОВ И СТРИНГЕРОВ С ПРОДОЛЬНОЙ КРИВИЗНОЙ ИЗ ГНУТЫХ ПРОФИЛЕЙ

Цель работы – изучение процесса продольной гибки профильных из алюминиевых сплавов с применением эффекта пластического шарнира.

В самолетостроении гнутые профили из высокопрочных авиационных сплавов начали широко применяться в 60-х годах прошлого века, и в настоящее время они активно используются в современных самолетах Boeing Company, Lockheed Corporation, Airbus S.A.S. и др. для изготовления таких деталей фюзеляжа, как стрингеры и шпангоуты, а также в интерьере и других частях самолета.

Продольная гибка профилей из авиационных материалов традиционно на авиационных заводах осуществляется с растяжением, при этом используются обтяжные пуансоны и специальные профилегибочные станки [1]. Наряду с высокими затратами на технологическую оснастку, продольная гибка с растяжением предполагает термообработку профилей для придания необходимой пластичности труднодеформируемым авиационным материалам.

В судостроении, автомобилестроении и других отраслях машиностроения, а также в строительстве, для продольной гибки профилей успешно используются методы ротационно-локального деформирования с приложением к профилям в дополнение к изгибающим нагрузкам радиальных сжимающих напряжений роликами.

Положительное влияние радиальных напряжений в процессах продольной гибки авиационных конструкций отмечается и в работах профессора В. И. Ершова, а именно: на внешнем растянутом волокне уменьшается опасность образования трещины при гибке с радиальным сжатием по малому радиусу, а увеличение гидростатического давления повышает пластичность металла, что особенно актуально для высокопрочных алюминиевых сплавов [2].

Успешной реализацией методов продольной гибки труб с радиальным сжатием на станках с ЧПУ достигла компания Sharp, однако их технология не предполагает деформацию тонкостенных профилей из листовых заготовок авиационных материалов.

Актуальность проекта обусловлена необходимостью уменьшения расходов на оснастку при гибке, а также необходимостью увеличения производительности и уменьшения трудоёмкости.

Реальным внедрением в самолетостроении перспективных методов продольной гибки с радиальным сжатием может служить разработанная в ОАО «Ульяновский НИАТ» технология совмещенных процессов формообразования (профилирования) методом стесненного изгиба (СИ) и продольной гибки тонкостенных профилей из листовых авиационных материалов на гибочно-прокатных станках серии ГПС.

На рисунке представлена схема продольной гибки профиля с радиальным сжатием на станке ГПС, оснащённом дополненным гибочным модулем 2. В последней клетке 1 станка ГПС осуществляется окончательное формообразование сечения профиля методом стеснённого изгиба за счет осадки выгнутых полок 3 полуфабриката профиля, поступающего на клетку 1.

Осадка полок и смещение металла в места изгиба методом СИ решает задачи по созданию сложных форм поперечных сечений, повы-

шению жесткости и прочности тонкостенных профилей из труднодеформируемых листовых авиационных материалов [3].

Одновременно в клетке 1 станка ГПС за счет радиального сжатия и тангенциального смещения металла создаются условия образования пластического шарнира для продольной гибки и правки профиля роликами 5 гибочного модуля 2.

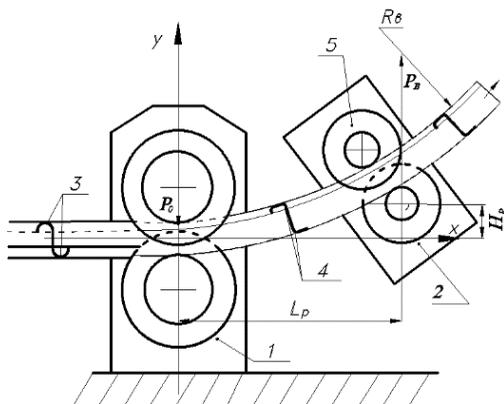


Схема продольной гибки тонкостенного профиля с радиальным сжатием на станке ГПС

При подготовке к производству современных российских самолетов в ОАО «Ульяновский НИАТ» проведены опытно-технологические работы по изготовлению предполагаемых гнутых профилей для стрингеров и шпангоутов из алюминиевых сплавов.

Профили изготавливались из листовых заготовок толщиной 1,5, 1,8 и 2 мм, при этом внутренние радиусы мест изгиба составляли от 2 до 4 мм с утолщением стенки профиля в месте изгиба. Отработка технологии изготовления Z-образных гнутых профилей выполнена для шпангоутов с высотой стенки до 78 мм, а для стрингеров – до 27 мм.

Продольная гибка и правка профилей производились на станке с формообразованием поперечного сечения по схеме, представленной на рисунке, при этом продольный радиус кривизны профиля R_b обеспечивался изменением положения (размеры H_p и L_p , см. рисунок) гибочного модуля 2 и относительно клетки окончательного формообразования 1 станка ГПС [4].

При проведении экспериментальных исследований измерялись геометрические параметры поперечного сечения, контролировалось возникновение гофр на полках и стенках профиля, характеризующих потерю устойчивости. Наряду с вышеприведенными параметрами определялись вертикальные усилия P_v , возникающие на роликах 5 гибочного модуля 2. Радиусы продольной кривизны R_v , полученные в ОАО «Ульяновский НИАТ» на гнутых профилях из авиационных алюминиевых сплавов для стрингеров, составляли до 400 мм, а для шпангоутов – до 600 мм.

Характер возникающих при продольной гибке и правке энергосило-вых нагрузок в гибочном модуле позволяет утверждать о возникновении в клети окончательного формообразования 1 станка ГПС «пластического шарнира», что позволяет осуществить значительные бездефектные деформации стенок и полок тонкостенного профиля без потери их устойчивости с приложением незначительных усилий P_v .

Выводы

Полученные при проведении опытно-технологических работ результаты по формообразованию и продольной гибке профилей из алюминиевых сплавов в ОАО «Ульяновский НИАТ» доказывают перспективность использования при изготовлении стрингеров и шпангоутов современных российских самолетов гнутых профилей с заданной продольной кривизной, полученной в процессе гибки-прокатки профиля на станках ГПС.

Предлагаемая технология позволит значительно сократить трудоемкость и себестоимость изготовления большого числа деталей фюзеляжа самолета.

В процессе дальнейшей модернизации возможно получение широкой номенклатуры профиля. Профиль с переменной кривизной, профиль с переменной скруткой, с переменным углом малки, профиль гнутый в нескольких плоскостях.

В Ульяновском государственном техническом университете уже долгое время реализуется проект по модернизации универсального гибочного модуля, разработанного в ОАО «Ульяновский НИАТ».

Проект модернизации подразумевает оснащение универсального гибочного модуля системой ЧПУ. Она основывается на датчиках положения профиля, которые установлены перед последней гибочной клетью. Они, анализируя скорость движения профиля, на основе заданной программы изменяют положение гибочного модуля в 3-х плоскостях.

Фактически при развитии данной технологии возможно на одном станке получать профиль любой необходимой формы без применения дополнительных операций. Это позволит значительно удешевить производство и расширить сферу применения гнутых профилей.

Список литературы

1. Лысов, М.И. Формообразование деталей гибкой / М.И. Лысов, Н.В. Сосов. – М.: Машиностроение, 2001. – 388 с.
2. Ершов, В.И. Гибка листа с дополнительным нагружением очага деформации / В.И. Ершов, И.А. Кийко // Изв. вузов. Сер. Авиационное. – 1976. – № 1. – С. 41–48.
3. Марковцев, В.А. Формообразование стесненным изгибом в роликах и правка гнутых тонкостенных профилей / В.А. Марковцев, В.И. Филимонов. – Ульяновск: Изд-во УлГТУ, 2006. – 244 с.
4. Марковцев, В.А. Технология и техника процессов изготовления шпангоутов и стрингеров с продольной кривизной из гнутых профилей / В.А. Марковцев, А.Г. Попов, М.А. Храмов. – Санкт-Петербург: Изд-во СПбГПУ, 2015. – 197 с.

УДК 621.65.03

Маргин Андрей Николаевич,

Маргина Анастасия Алексеевна

направление Машиностроение (бакалавриат), гр. МС-21

Научный руководитель **Царев Евгений Михайлович,**
д-р техн. наук, профессор кафедры лесопромышленных
и химических технологий,

*ФГБОУ ВО «Поволжский государственный технологический университет»,
г. Йошкар-Ола*

ШНЕКОВЫЙ НАСОС С МОКРЫМ ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЕМ

Цель работы – новый подход в проектировании, улучшение охлаждения обмоток ротора, снижение веса насоса при сохранении тех же размеров электродвигателя, увеличение срока эксплуатации, достижение равномерной подачи жидкости.

Актуальность проекта обусловлена тем, что шнековые насосы имеют широкую область применения благодаря своим особенностям конструкции, способностям перекачки разнородных жидкостей и другим весомым преимуществам перед прочими видами насосов.

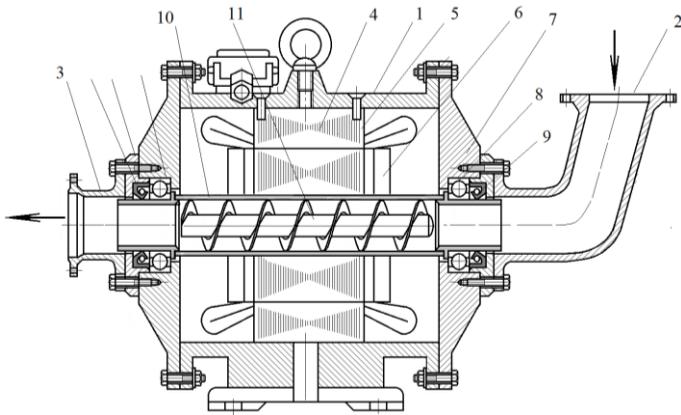
Однако наряду с преимуществами эти насосы имеют и недостатки, в первую очередь большие размеры и вес.

В ходе проведения литературных и патентных исследований были найдены аналоги, близкие к нашей конструкции, в частности насос с мокрым электродвигателем, у которого статор и ротор электродвигателя для исключения попадания перекачиваемой жидкости в обмотку электродвигателя закрыт гильзой, выполненной из нержавеющей стали или других материалов [1-4].

Существенными недостатками такой конструкции являются низкий ресурс работы насоса, поскольку при перекачивании воды из-за отложения ухудшается работа подшипников [1].

Указанный технический результат достигается тем, что в корпусе центробежного насоса размещен электродвигатель, вал ротора которого выполнен полым, при этом внутри вала жестко закреплен шнек, размещенный между подводящим трубопроводом насоса и напорным патрубком.

Предлагаемое устройство поясняется чертежом, на котором изображен общий вид центробежного моноблочного насоса с мокрым электродвигателем в разрезе рисунка.



Общий вид центробежного моноблочного насоса

с мокрым электродвигателем: 1 – корпус; 2 – подводящий трубопровод;

3 – напорный патрубок; 4 – электродвигатель; 5 – статор; 6 – ротор; 7 – крышка;

8 – подшипники качения; 9 – уплотнения; 10 – вал; 11 – шнек

Насос содержит корпус 1 с подводящим трубопроводом 2 и напорным патрубком 3, внутри которого размещен электродвигатель 4, содержащий статор 5, ротор 6, крышки 7 с подшипниками качения 8 и торцевыми уплотнениями 9. При этом вал 10 ротора 6 выполнен полым,

внутри вала 10 жестко закреплен шнек 11, размещенный между подводным трубопроводом насоса 2 и напорным патрубком 3.

Центробежный моноблочный насос с мокрым электродвигателем работает следующим образом.

Жидкость по подводящему трубопроводу 2 подается к валу 10 ротора 6, подхватывается шнеком 11 и поступает в приемную камеру смешения к патрубку 3. Создание напора нагнетаемой жидкости осуществляется за счёт вытеснения жидкости шнеком, жестко закрепленным внутри вращающегося полого вала электродвигателя [5].

Выводы

Таким образом, основные преимущества предлагаемого шнекового насоса с мокрым электродвигателем заключаются в следующем:

- 1) насос компактен, проще конструктивно, технологичен в изготовлении;
- 2) долговечен при эксплуатации;
- 3) у насоса равномерная подача жидкости;
- 4) хорошая сбалансированность насоса и, как следствие, – низкий уровень шума при работе.

Список литературы

1. Ануриев, В.И. Справочник конструктора-машиностроителя: в 3-х т. Т. 1. – 9-е изд., перераб. и доп. / В.И. Ануриев; под ред. И.Н. Жестковой. – М.: Машиностроение, 2006. – 928 с.
2. Гжиров, Р.И. Краткий справочник конструктора / Р.И. Гжиров. – Ленинград: Машиностроение, 1983. – 464 с.
3. Гуревич, Д.Ф. Справочник конструктора трубопроводной арматуры / Д.Ф. Гуревич, О.Н. Шпаков. – Л.: Машиностроение, 1987. – 518 с.
4. Пат. 2405974 Российская Федерация, МПК F04D13/06 Центробежный насос с мокрым электродвигателем / Винокуров А. Ф., Языков Ю. А.; заявитель и патентообладатель ЗАО «ПОМПА». – № 2009114017, заявл. 15.04.2009; опублик. 10.12. 2010, Бюл. № 34.
5. Пат. 2470189 Российская Федерация, МПК F04D13/06 Центробежный насос с мокрым электродвигателем / Царев Е.М.; заявитель и патентообладатель Поволжский государственный технологический университет (RU). – № 2011124416, заявл. 16.06.2011; опублик. 20.12. 2012, Бюл. № 35.

СОДЕРЖАНИЕ

Предисловие	3
Хайбрахманова Т. Ф., Вичужанина Н. Г. Автоматизация получения дегтя	4
Коновалова О. Р. Анализ вариантов модернизации нагревателя вакуумной печи ООО «Наномет».....	8
Катаргина Я. Е. Анализ и использование причинно-следственной диаграммы Исикавы	10
Семекеев В. Л. Анализ надежности солнечно-энергетической системы теплоснабжения жилого дома	12
Ихонькин А. В. Анализ причин отказов силовых трансформаторов	14
Фурзиков А. А. Анализ работы системы теплоснабжения д. Люльпаны в аварийных режимах	16
Шабалин А. Ю. Анализ способов транспортировки легковых автомобилей	18
Куприянов Д. А. Анализ технологий определения мест повреждения кабельных ЛЭП..	21
Семенов Р. А. Анализ эффективности использования конденсата греющего пара на Йошкар-Олинской ТЭЦ-2	23
Маковеева Д. Е. Аппаратно-программный комплекс оценки зрительного утомления операторов вычислительных систем.....	26
Москвичёв А. С. Варианты применения активных систем олнечного теплоснабжения.....	30
Веселов Е. А. Разработка аппаратно-программного комплекса для определения вязкости нефти в нефтепроводе	33

Семенов Д. А. Анализ эффективности возврата конденсата греющего пара мазутного хозяйства в основной цикл Йошкар-Олинской ТЭЦ-2	35
Уртминцева А. С. Восстановление изношенных деталей хромированием	38
Домрачев Т. Б., Яшиметов К. С. Кинематика локомоций человека при вставании из седа и посадке на опору.....	40
Фахрутдинова Р. Р. Восстановление изношенных деталей методом наплавки	42
Волкова Е. Г. Газопламенное напыление порошковых полимерных покрытий.....	45
Захарова Д. Д. Изучение инструментальных средств управления для повышения качества производства продукции	48
Михайлов А. Э. Изучение особенностей работы электронагревательных устройств	51
Мустафин Д. В. Исследование особенностей применения пассивных солнечных систем теплоснабжения	53
Андрианов Д. Ю. Исследования опасных зон при движении беспилотной транспортной платформы.....	56
Семенов Д. И. Конструирование и исследование почвообрабатывающей машины	59
Петухова Е. В. Исследование конструкции активной зоны реакторов ВВЭР-1000	62
Вичужанина Н. Г. Ленточная посадочная машина	65
Лаптев С. Н. Литье по газифицируемым моделям	67
Лебедев С. В. Модернизация водогрейной котельной АО «ММЗ»	70

Фролов И. Н. Модернизация угольной отопительной котельной с. Шулка (РМЭ)	72
Тарбеев А. А. Определение стратегии замены рукавов высокого давления	74
Ивличева Е. А. Основные методы диагностики нефтепроводов	78
Апъялиев М. Р., Лебедев Г. В., Хорошавина Т. А. Особенности биомеханических параметров ходьбы человека по лестнице.....	80
Давлятишина А. Р. Основные операции технологического процесса при перегонке нефти.....	83
Ермакова А. В. Оценка эффективности использования регулируемого пароводяного струйного аппарата в котельной	85
Винокуренко Н. Г. Перспективы использования парогенераторных установок для автономного электрообеспечения торфобрикетных производств..	87
Пекпулатова Н. А. Перспективы применения плакирования металлов	90
Винокуренко Н. Г. Повышение энергоэффективности торфобрикетного производства с использованием газогенераторных установок	93
Васильева Н. В. Повышение эффективности Йошкар-Олинской ТЭЦ-2 путём внедрения парогазовой установки	95
Филосов Н. А. Подходы к моделированию солнечно-энергетической системы теплоснабжения с концентраторами солнечного излучения	98
Кузнецова Е. А. Получение и характеристика мембранных фракций бактерий <i>Glucanobacter Oxydans</i>	100
Сухинин П. Э. Портативный дозиметр на платформе операционной системы Android	104

Васенева Н. А. Пути повышения качества гальванических хромовых покрытий	108
Андреанов Д. Ю. Размеры второй опасной зоны при движении беспилотной транспортной платформы.....	111
Семенова Р. Р., Ятманов И. М. Создание АПК динамического управления силовой установки электромобиля.....	115
Смышляева К. И., Шаклеина В. С., Коноплин Р. Р., Рудко В. А. Разработка судовых маловязких топлив с улучшенными низкотемпературными характеристиками.....	117
Илетова М. А. Сертификация в системе управления качеством	121
Настас А. А. Совершенствование систем автоматики паровых котлов с целью повышения их теплоотдачи	124
Ливанова Т. С., Коновалов С. Н. Когерентный электропривод для экзоскелета медицинского назначения	127
Спиридонова Т. Э. Современные инструментальные материалы.....	129
Кокорина О. И. Современные области применения энергетических установок с двигателями Стирлинга	133
Щеглов А. С. Состояние и проблемы эксплуатации внутридомового и внутриквартирного газового оборудования	136
Черепанов А. А. Способ электроснабжения зарядной станции	139
Петряков А. В. Структурный синтез механизма экзоскелета медицинского назначения	142
Кудрявцев А. А. Термическая обработка порошковых сталей	144

<i>Дорофеев А. А.</i> Эвакуатор с боковой погрузкой автомобиля	147
<i>Лаптев С. Н.</i> Электрошлаковое литьё: преимущества и перспективы	150
<i>Храмов М. А.</i> Изготовление шпангоутов и стрингеров с продольной кривизной из гнутых профилей	152
<i>Маргин А. Н., Маргина А. А.</i> Шнековый насос с мокрым электродвигателем	156

Научное издание

ИНЖЕНЕРНЫЕ КАДРЫ – БУДУЩЕЕ ИННОВАЦИОННОЙ ЭКОНОМИКИ РОССИИ

Материалы III Всероссийской студенческой конференции

Йошкар-Ола, 21-24 ноября 2017 г.

Часть 1

ИНЖИНИРИНГОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ – ВЗГЛЯД В БУДУЩЕЕ СОВРЕМЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА

Ответственный за выпуск

В. Н. Белогусев

Редактор

Л. С. Емельянова

Компьютерная верстка

С. Н. Эштыкова

Дизайн обложки

И. В. Малинкина

Подписано в печать 11.12.2017. Формат 60×84^{1/16}.

Бумага офсетная. Печать офсетная.

Усл. печ. л. 9,53. Тираж 100 экз. Заказ №

Поволжский государственный технологический университет
424000 Йошкар-Ола, пл. Ленина, 3

Отпечатано в типографии ООО «Вертикаль»
424030 Республика Марий Эл, г. Йошкар-Ола, ул. Мира, 21