

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«ПОВОЛЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»



ИНЖЕНЕРНЫЕ КАДРЫ – БУДУЩЕЕ ИННОВАЦИОННОЙ ЭКОНОМИКИ РОССИИ

Материалы VI Всероссийской
студенческой конференции

Йошкар-Ола, 10-13 ноября 2020 г.

Часть 1

ИНЖИНИРИНГОВЫЕ
ТЕХНОЛОГИИ – ВЗГЛЯД В БУДУЩЕЕ
СОВРЕМЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА

Йошкар-Ола
2020

УДК 378:62
ББК 74.48:30
И 62

Редакционная коллегия:

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

Ласточкин Д.М., канд. техн. наук, доцент, зам. директора по научной работе Института механики и машиностроения ПГТУ;

Алибеков С.Я., д-р техн. наук, профессор, зав. кафедрой машиностроения и материаловедения;

Медяков А.А., канд. техн. наук, доцент, зав. кафедрой энергообеспечения предприятий;

Костромин Д.В., канд. техн. наук, доцент, зав. кафедрой эксплуатации машин и оборудования;

Павлов А.И., д-р техн. наук, профессор, зав. кафедрой транспортно-технологических машин

И 62 **Инженерные кадры – будущее инновационной экономики России:** материалы VI Всероссийской студенческой конференции (Йошкар-Ола, 10-13 ноября 2020 г.): в 8 ч. *Часть 1: Инжиниринговые технологии – взгляд в будущее современного производства.* – Йошкар-Ола: Поволжский государственный технологический университет, 2020. – 172 с.

ISBN 978-5-8158-2217-7
ISBN 978-5-8158-2218-4 (Ч 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 378:62
ББК 74.48:30

ISBN 978-5-8158-2218-4 (Ч 1)
ISBN 978-5-8158-2217-7

© Поволжский государственный
технологический университет, 2020

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 10-13 ноября 2020 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;
- транспортные технологии;
- 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.

Аверьянова Анна Алексеевна, Абасев Юрий Васильевич
*ФГБОУ ВО «Казанский государственный энергетический университет»,
г. Казань, Республика Татарстан*

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОТЫ СЕТЕВЫХ ПОДОГРЕВАТЕЛЕЙ ТЕПЛОВЫХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СТАНЦИЙ

Сетевые подогреватели тепловых электрических станций предназначены для отпуска тепловой энергии в теплотрассу – с теплоносителем в виде горячей воды, направляемой на отопление и горячее водоснабжение внешних потребителей.

Основной проблемой сетевых подогревателей, которая зависит от эксплуатационных и конструктивных факторов, является повышенное значение недогрева сетевой воды, которое может достигать 25-30 °С [1]. Недогрев – разница между температурой насыщения греющего отборного пара турбины и температурой сетевой воды на выходе из подогревателя. Наиболее экономичная работа турбоустановки достигается при обеспечении минимальных недогревов сетевой воды в подогревателях.

К основным эксплуатационным проблемам, из-за которых происходит повышенный недогрев, можно отнести: неплотность задвижки на обводе сетевого подогревателя или группы подогревателей; повышенные присосы воздуха в подогревателях, работающих под разрежением; уменьшение рабочей поверхности подогревателя из-за большого числа заглушенных трубок или затопления части поверхности при повышении уровня; ухудшение теплообмена в связи с загрязнением поверхности нагрева [2].

В процессе эксплуатации подогревателей сетевой воды на внутренней поверхности трубной системы образуются отложения. Состав и количество отложений зависят от качества сетевой воды, поступающей в подогреватели, температурных условий и длительности эксплуатации. Отложения ухудшают коэффициент теплопередачи, что приводит к увеличению температурного напора. К тому же, коэффициент теплопередачи ухудшается воздухом и неконденсирующимися газами, попадающими в подогреватель через неплотности соединений и с паром из отборов турбины.

Нормы и контроль качества сетевой воды прописаны в [3]. Несмотря на применение водоподготовительных установок, и деаэраторов, качество сетевой воды зачастую отклоняется от требуемых параметров.

Одной из распространенных причин данной проблемы является применение стальных труб в системах теплоснабжения, которые имеют высокую прочность, низкий коэффициент линейного расширения, но отличаются низкой коррозионной стойкостью.

Для повышения эффективности работы сетевого подогревателя специалистами УрФУ и НПО ЦКТИ были применены поверхности теплообмена из профильно-витых труб вместо гладких [4]. Испытания подтвердили, что данное решение позволило увеличить коэффициент теплопередачи и снизить значение недогрева примерно в 2 раза.

Также повысить тепловую эффективность подогревателя можно за счет его реконструкции. Специалистами НПО ЦКТИ была разработана новая схема, в которой была усовершенствована система сбора и непрерывного отвода из зон конденсации конденсата пара и паровоздушной смеси, а на входе пара в трубный пучок был добавлен вертикальный раздающий коллектор, способствующий выравниванию скоростей пара по длине теплообменных труб. Данная модернизация позволила увеличить коэффициент теплоотдачи в 1,5 раза.

Эффективность от повышения коэффициентов теплопередачи и снижения температурных напоров сетевых подогревателей может быть выражена в снижении топливных затрат и, соответственно, снижении тарифов на тепловую энергию, поэтому задача улучшения эксплуатации и модернизация конструкции таких теплообменников является актуальной.

Список литературы:

1. Теплообменное оборудование для промышленных энергоустановок и систем теплоснабжения. Промышленный каталог 04-04. - М.: ФГУП ВНИИАМ, НПО ЦКТИ, 2004 – 115 с.
2. РД 34.40.503-94. Типовая инструкция по эксплуатации установок подогрева сетевой воды на ТЭЦ и КЭС.
3. РД 24.031.120-91. Методические указания. Нормы качества сетевой и подпиточной воды водогрейных котлов, организация водно-химического режима и химического контроля.
4. Сафонов Л.П., Пермяков В.А., Ратнер Ф.З., Бродов Ю.М. Внедрение профильных труб в теплообменные аппараты паровых турбин// Энергомашиностроение. 1987. № 7. - С. 44—47.

Андрианов Денис Юрьевич,

Оператор научной роты ФГАУ Военный инновационный технополис «ЭРА»
(г. Анапа)

Научный руководитель

Искандеров Юрий Марсович,

доктор технических наук, профессор, заведующий лабораторией
информационных технологий на транспорте

СПб ФИЦ РАН, СПИИРАН,

г. Санкт-Петербург

МОДЕЛЬ УПРАВЛЕНИЯ БЕСПИЛОТНОЙ СНЕГОХОДНОЙ ТРАНСПОРТНОЙ ПЛАТФОРМОЙ

Актуальность: Развитие новых информационных технологий позволяет создавать все более сложные и совершенные беспилотные транспортные средства, способные обеспечивать решение разнородных практических задач в сложных условиях, в том числе климатических условиях Крайнего Севера. К указанным средствам относится беспилотная снегоходная транспортная платформа (БСТП), предложенная в [1-2]. На основе БСТП может быть разработано целое семейство транспортных средств. В зависимости от класса решаемых задач подобные транспортные средства могут управляться дистанционно оператором, иметь автономную систему управления, а также систему, реализующую комбинированное управление.

Для того чтобы БСТП могла выполнять комплекс различных практических задач, она должна иметь релевантную систему управления (СУ). Создание СУ является нетривиальной проблемой, поскольку необходимо учитывать значительно количество факторов, обладающих высокой степенью неопределенности. Для решения этой проблемы необходимо использовать подход, основанный на применении интеллектуальной системы (ИС). Так как база знаний (БЗ) является ключевым элементом ИС, то от высокого качества ее построения, в том числе от ее безопасности, зависит эффективность функционирования СУ в целом.

Эффективным средством реализации указанного подхода является построение защищенных мультиагентных инфраструктур, обеспечивающих адаптацию инструментальных средств и СУ к изменяющимся условиям функционирования БСТП.

Основополагающей характеристикой мультиагентных систем (МАС) является мобильность. В конечном итоге защищенные мобильные информационные системы обладают способностью функционировать в гетерогенном окружении, эволюционно развиваться и адаптироваться к окружающей обстановке и изменениям в структуре и составе объекта управления [3-5].

Для решения задач управления БСТП модель класса интеллектуального программного агента (ПА) может быть представлена совокупностью следующих элементов: - множество информационных атрибутов (идентификатор, имя, местоположение и т.д.); - коммуникационная модель (язык и методы для общения); - поведенческая модель (способы обработки сообщений); - множество онтологий; - множество дополнительных функций, необходимых для выполнения поставленных задач и/или формирования ответных сообщений; - множество внутренних структур агента, описывающих его функциональное устройство, в зависимости от его основного назначения.

На основе предложенного подхода рассмотрим мультиагентную модель управления БСТП при решении практических задач.

При управлении БСТП, независимо от того каким образом реализуется управление, можно выделить следующие основные классы задач (рис.1):



Рис.1. Основные классы задач при управлении беспилотной снегоходной транспортной платформой.

Очевидно, что процесс решения задач управления БСТП имеет определенную структуру, характер которой зависит от функционирования СУ. Поэтому для каждой функциональной задачи в МАС присваиваются ПА, которые реализуют информационный обмен между собой. На рис.2 представлена мультиагентная инфраструктура СУ БСТП. Ключевыми элементами СУ, или главными агентами, являются координатор ПА, менеджер онтологий и коммуникатор ПА.

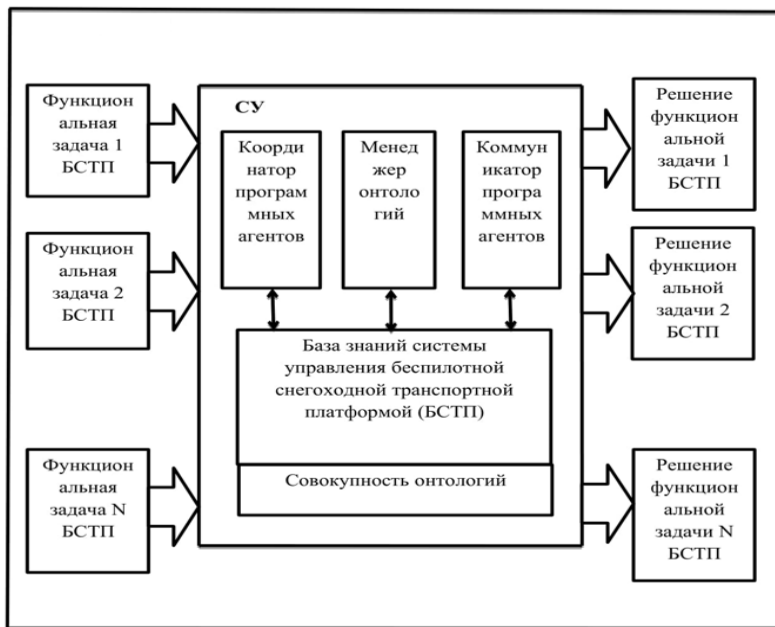


Рис.2.Мультиагентная инфраструктура системы управления беспилотной снегоходной транспортной платформой

Выводы

Развитие новых информационных технологий позволяет совершить качественный скачок в области создания СУ транспортных систем различного назначения. Применение принципа действия мультиагентных управляющих систем позволяет выполнить декомпозицию сложнейшей задачи управления БСТП на множество локальных задач, возлагаемых на агентов, распределение этих задач между агентами, планирование коллективного поведения агентов, координацию взаимодействия агентов на основе кооперации,

реконфигурации, коммуникации и разрешения конфликтных ситуаций, а также использовать онтологии - специализированные БЗ о предметной области в работе агентов.

Формирование предложенной мультиагентной модели СУ БСТП позволит значительно уменьшить затраты на сетевое взаимодействие, сократить время решения задач, обеспечить простоту и удобство использования системы за счет автономности, мобильности и интеллектуальности программных агентов, что показывает перспективность использованного подхода. Дальнейшие исследования необходимо направить на формирование БЗ СУ БСТП, реализующей эффективное взаимодействие главных агентов, т.е. координатора ПА, менеджера онтологий и коммуникатора ПА, а также на разработку агентных платформ, обеспечивающих решение функциональных задач, которые могут быть возложены на БСТП.

Список литературы:

1. Андрианов Д.Ю. Разработка конструкционного решения беспилотного снегохода для обеспечения ледовой разведки и определение условия его боковой устойчивости / Д.Ю. Андрианов // Инженерные кадры – будущее инновационной экономики России: материалы V Всероссийской студенческой конференции (Йошкар-Ола, 5-8 ноября 2019 г.): в 8 ч. Часть 1: Инжиниринговые технологии – взгляд в будущее современного производства. – Йошкар-Ола: Поволжский государственный технологический университет, 2019. – с. 4-9.
2. Андрианов Д.Ю. Снегоходная беспилотная транспортная платформа со смещенным центром тяжести/ Д.Ю. Андрианов, И.А. Кудрявцев, П.А. Фищенко // Север России: стратегии и перспективы развития: материалы III Всерос. Науч.-практ. Конф.. (Сургут, 26 мая 2017 г.): в 3т.-Сургут. гос. ун-т.-Сургут: ИЦ СурГУ, 2017.- с.185-187.
3. Искандеров Ю.М. Построение моделей интегрированной информационной системы транспортной логистики на основе мультиагентных технологий. В сборнике: "НОВАЯ ЭКОНОМИКА" И ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ ЕЕ ФОРМИРОВАНИЯ. Сборник статей Международной научно-практической конференции. Под общ. ред. А.В. Яковлевой. 2016. - С. 62-69.
4. Искандеров Ю.М., Ершов А.А. Об интеллектуальном проектировании АСУ для транспортно-логистических систем. В сборнике: Логистика: современные тенденции развития. Материалы XVII Международной научно-практической конференции. 2018. - С. 203-206.
5. Искандеров Ю.М. Мультиагентные системы для управления логистическими функциями в цепях поставок. В сборнике: Логистика: современные тенденции развития. Материалы XVIII Международной научно-практической конференции. 2019. - С. 219-221.

Андрианов Денис Юрьевич,
Оператор научной роты Военного инновационного технополиса «Эра»

Долгополов Константин Александрович,
направление Конструкторско-технологическое обеспечение
машиностроительных производств (магистратура), гр. КТМм-11

Научный руководитель
Кудрявцев Игорь Аркадьевич,
ведущий инженер сектора интеллектуальной собственности
*ФГБОУ ВО «Поволжский государственный технологический университет»,
г. Йошкар-Ола*

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРИМЕНЕНИЯ БЕСПИЛОТНОГО КАМАЗА «ОДИССЕЙ» В АРКТИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ

Актуальность: на современном этапе особое внимание уделяется освоению арктических территорий, в том числе добыче полезных ископаемых и решение хозяйственных задач с использованием беспилотных систем на базе автомобильного транспорта. Основным российским производителем тягачей является Камский автомобильный завод, который успешно реализует свои машины на беспилотной системе управления.

Цель: рассмотреть потенциальную расчетную эффективность использования беспилотных транспортных средств, которые позволяют повысить безопасность грузоперевозок, а также оптимизировать снабжение труднодоступных регионов.

Для данного эксперимента были выдвинуты ряды следующих **задач**:

- умение передвигаться по заданным маршрутам с высокой точностью;
- возможность обмена информацией через дублируемые системы связи;
- способности распознавания препятствия за доли секунды и прогнозирование траектории движения с учетом дорожной обстановки в реальном времени.

«Газпром нефть» и группа компаний «КАМАЗ» успешно провели испытания беспилотных грузовых автомобилей на Восточно-Мессояхском месторождении (ЯНАО, Гыданский полуостров) (рис. 1) при поддержке правительства Ямало- Ненецкого автономного округа в арктической автономии и сложных природно-климатических условиях Заполярья.



Рис.1. Гыданский полуостров

На рисунке 2 изображен КамАЗ «Одиссей», который участвовал в данном эксперименте. Это беспилотник малой грузоподъемности, собранный на базе дизельной модели КамАЗ-4308.



Рис.2. КамАЗ «Одиссей»

Из технических характеристик можно отметить дизельный двигатель объемом 6,7 литров, полную массу в 11,5 тонн, высокую грузоподъемность, низкую погрузочную высоту и экономный расход топлива (14л/100 км) [1].

Машина оснащена следующими видами сенсоров:

- Радары – системы обнаружения объектов и определения их размеров на расстоянии. Их работа основана на излучении радиоволн и фиксации их отражений от объектов.
- Лидары – лазерные дальномеры.
- Видары – сканеры рентгенографического действия в функции которых заложена также обработки изображений и их переводение в режим цифры.
- Сонары – прибор, который фиксирует расположение предметов в воде.
- Камеры видео регистрации.

В беспилотнике установлены следующие системы связи:

- 4G;
- Wi-Fi;
- аварийный канал связи с УКВ-диапазоном, он начинает работать тогда, когда другие каналы внезапно отключаются.

Все типы датчиков обеспечивают автороботу навигацию высокой точности. Данные с датчиков поступают в мозг машины – компьютер, где будет происходить анализ входящей информации о параметрах движения (Рис.3).



Рис. 3. Схема движения в колонне

Погрешность определения местоположения не превышает 5 см [2].

Данный эксперимент похож на фантастический рассказ. По дороге следуют друг за другом несколько КАМАЗов, в кабинах отсутствуют люди, а руль периодически поворачивается и направляет машину в нужное направление. Такие эксперименты еще никто не проводил, поэтому Россия в этом плане опередила всех. «Газпром нефть» планирует в перспективе использовать беспилотные технологии для северных месторождений, а также обещают их развивать [3].

Контроль за перемещением беспилотников на всем протяжении пути, - по тундре, зимним дорогам, территории нефтепромысла - осуществляется из общего центра управления, а всего таким способом

могут соединяться до 20 автомобилей. Кроме того, за колонной на всякий случай следовала машина сопровождения с людьми, но она не понадобилась. Схема данного процесса перемещения предоставлена на рисунке 3 [4].

В сравнении с пилотируемыми аналогами оснащенные системой автономного управления "КамАЗы" на 50% более безопасны и позволяют на 10-15% снизить издержки при грузоперевозках [5].

Все поставленные задачи были выполнены. Во время арктического теста грузовики безаварийно проделали путь длиной в 2,5 тысячи километров, при этом не произошло никаких нареканий, в том числе и поломок.

По словам самих участников эксперимента, они продемонстрировали весь потенциал своего цифрового ресурса. Смогли за доли секунды распознавать дорожные препятствия, прогнозировать траекторию движения с учетом актуальной дорожной обстановки, обмениваться информацией через дублируемые системы связи, и двигаться по заданным маршрутам с высокой точностью.

Исходя из всего этого можно сделать **выводы**, что беспилотный КамАЗ является более безопасным средством передвижения, чем его аналоги с водителями, также значительно уменьшаются затраты на грузоперевозки. Грузовик способен перемещаться по заданным маршрутам с высокой точностью, обменивается информацией через системы связи, умеет распознавать препятствия за доли секунды и прогнозировать траектории движения с учетом дорожной обстановки в реальном времени. В будущем беспилотная система может с легкостью заменить водителя.

Список литературы:

1. КамАЗ-4308: технические характеристики [Электронный ресурс]. - URL: <https://trucksreview.ru/kamaz/kamaz-4308-tehnicheskie-harakteristiki.html>.
2. Беспилотные КамАЗы – виды и особенности прототипов [Электронный ресурс]. - URL: <https://trucksbus.ru/gruzoviki/bespilotnye-kamazy>.
3. Как тестируют беспилотные автомобили на Крайнем Севере [Электронный ресурс]. - URL: <https://rg.ru/2020/07/27/reg-urfo/testirovanie-bespilotnyh-avtomobilej.html>.
4. Проект Ермак: беспилотные КАМАЗы испытали в Арктике [Электронный ресурс]. - URL: <https://autoreview.ru/articles/gruzoviki-i-avtobusy/proekt-ermak-kamazpilotniki-ispytali-v-arktike>.
5. «Газпром нефть» может начать использовать беспилотные грузовики на месторождениях Арктики [Электронный ресурс]. - URL: <https://tass.ru/ekonomika/8315525>.

Андрианов Денис Юрьевич,
Оператор научной роты Военного инновационного технополиса «Эра»

Долгополов Константин Александрович,
направление Конструкторско-технологическое обеспечение
машиностроительных производств (магистратура), гр. КТМм-11

Научный руководитель
Кудрявцев Игорь Аркадьевич,
ведущий инженер сектора интеллектуальной собственности
*ФГБОУ ВО «Поволжский государственный технологический университет»,
г. Йошкар-Ола*

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРИМЕНЕНИЯ НАЗЕМНЫХ ТРАНСПОРТНЫХ СИСТЕМ, ПРЕДНАЗНАЧЕННЫХ ДЛЯ ЭКСПЛУАТАЦИИ В АРКТИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ

Актуальность работы: в Арктике далеко не каждый автомобиль справится с бурей, мерзлотой и такими непроходимыми участками. Поэтому люди веками создавали вездеходы, способные справиться с этим. Арктические условия очень суровы, для них нужны специальные машины.

Цель исследования: рассмотреть транспортные средства для арктических условий.

Арктика сегодня является стратегическим направлением – здесь находятся богатые залежи полезных ископаемых, а также места, богатые рыбой. Сейчас для осуществления возможностей покорения Арктики имеется крайне ограниченное число техники и оборудования.

Для осуществления передвижения и транспортировки грузов и людей по арктическому побережью требуется не обычное транспортное средство, а особое средство передвижения, способное длительное время работать в суровых условиях.

Нами были изучены и отобраны несколько вариантов грузовой техники для таких условий, рассмотрим некоторые из них: «Бурлак», КамАЗ «Арктика», Arctos Craft.

1. «Бурлак»

За основу автомобиля взята концепция БТР-60, так же типовые детали взяты у внедорожника Toyota Land Cruiser, в том числе и 145-сильный дизельный двигатель. Кажется, что мощности не так уж много,

но на самом деле ее вполне хватает. Двигатель, трансмиссия и раздаточная коробка являются собственной разработкой [1].

Корпус состоит из стальной рамы, к ней крепятся алюминиевые панели обшивки толщиной в 1 мм. Корпус разделен на 2 части-верхнюю и нижнюю. Верхняя часть предусмотрена для пассажирского отсека с кабиной, а в нижней располагаются двигатель и трансмиссия. У этого аппарата еще имеется и гребной винт, который позволяет не только держаться на плаву, но и маневрировать в разломах льда.

Для того, чтобы сохранять тепло на длительное время, салон обшит утеплителем и синтетическим войлоком. Комфортная температура регулируется подачей тепла от двигателя в салон. В пассажирском отсеке достаточно комфортно, там есть все самое необходимое – несколько спальных мест, кухня с газовыми горелками, умывальник и даже душ. Все это рассчитано для комфортного отдыха экипажа из четырех человек. Для того, чтобы не вылезать на мороз в суровых полярных условиях, доступ к силовой установке осуществляется прямо из салона, т.е. можно производить ремонт не покидая автомобиль.



Рис.1. Бурлак

Машина передвигается на шести колесах с шинами низкого давления размером 175 сантиметра в высоту и 72 в ширину. Благодаря таким колесам вездеход способен преодолевать любые препятствия, грязь, снег и даже плыть по воде, для особо сложных ситуаций в передней части вездехода установлена лебедка. [2]

В марте 2016 года вездеход прошел полномасштабные тесты на приполярном Урале и в Карском море. За 16 дней испытатели проехали 2800 км. За все это время не случилось ни единого отказа техники [1].

2. КамАЗ «Арктика»

Является новым интересным вариантом вездехода для суровой зимы. Имеет шестиколесный полный привод, способен выдерживать

температуры до -60. На нем установлены огромные шины низкого давления, каждая из которых достигает веса в четверть тонны. Оснащен V-цилиндровым дизельным двигателем, скорость машины достигает 50-ти км в час, заявленный клиренс – 70 см. [3]



Рис.2. КамАЗ «Арктика»

Для обеспечения максимальной проходимости машины также установлены специальные огромные шины низкого давления шириной более метра, каждая из которых весит четверть тонны.

Представленный арктический вездеход «КамАЗ-Арктика» будет интересен не только сотрудникам МЧС, работникам медицинской сферы, но и исследователям и первопроходцам, машина заинтересовала ученых и геологов. Со временем к данной разработке могут проявить интерес военные и представители различных российских силовых ведомств.

Еще одной уникальной особенностью «Арктики» является установленный за кабиной отдельный жилой модуль. В своеобразном купе имеется резервуар с запасом воды, электрический генератор, спальные места, туалет, умывальник, душ, холодильник и даже телевизор. Для связи с остальным миром предусмотрен спутниковый телефон. С такой экипировкой экипаж способен продержаться минимум трое суток [4].

3. Arctos Craft

Вездеходы «ARKTOS» уже доказали возможности всестороннего применения. Испытания показали высокий уровень мобильности при переходах с воды на лед и наоборот. Благодаря своей конструкции, он обладает высокой маневренностью при движении по льду, пересечению неровностей и склонов. Секции выполнены из армированного пластика. Каждая секция имеет отдельное питание от дизельного двигателя.



Рис.3. Arctos Craft

Данный аппарат способен эвакуировать или переместить до 52 человек или около 5 тонн габаритного груза в труднодоступные места или до 10 тонн по относительно ровной поверхности или воде.

Вездеходы производятся в разных версиях для выполнения разных задач. Вариант вездехода для береговой охраны имеет немного уменьшенные секции, но стал обладать большей мобильностью.

Кроме данного вездехода, на мероприятии был представлен амфибийный вездеход, разработанный компанией «Alaska Amphib» совместно с «Tyler Rentals». Он меньше вездехода «ARKTOS». «AmphibAlaska» длиной 6 метров и весом, не превышающим 8 тонн. Он предназначен для выполнения задач на суше и воде со скоростью 30 км/ч. Корпус - амфибийного вездехода корабельного типа, 12 дюймовые гусеницы при движении по воде поднимаются вверх.

Основные характеристики вездехода «ARKTOS»:

- длина – 15 метров;
- вес – 32 тонны;
- максимальная полезная нагрузка до 10 000 килограмм;
- вместимость до 52 человек. [5]

Вывод

Данная зона играет очень важную экономическую и военную роль для любого государства, поэтому Россия заинтересована в этой территории не меньше других., т.к. примерно 20 процентов российской территории расположены за полярным кругом. Работать в Арктике нелегко: огромная территория, суровый – несмотря на все изменения - климат, большая разбросанность населенных пунктов, отсутствие коммуникаций, нормальных условий для жизни. В первую очередь для освоения данной территорий требуется специальная техника, поэтому создаются эффективные средства передвижения для таких условий, которые были рассмотрены выше.

Список литературы:

1. Вездеход «Бурлак»: лучшая машина для снежных пустынь [Электронный ресурс].- URL: <https://www.zr.ru/content/articles/919854-snegobolotokhod-burlak/>.
2. Вездеход «Бурлак» [Электронный ресурс].- URL: <http://russoauto.ru/auto/drugie/burlak>.
3. 10 арктических машин [Электронный ресурс].- URL: <https://www.poromech.ru/vehicles/533424-klemmy-na-minus-10-arkticheskikh-mashin/>.
4. Технические характеристики [Электронный ресурс].- URL: <https://allautopark.ru/vezdehod-arktika-arkticeskij-kamaz-tehniceskie-harakteristiki/>.
5. Арктический вездеход «Арктос» - транспортное средство гражданского и военного назначения [Электронный ресурс].- URL: <https://topwar.ru/19211-arkticheskij-vezdehod-arktos-transportnoe-sredstvo-grazhdanskogo-i-voennogo-naznacheniya.html>.

УДК 621.642.6

Апташев Родион Юрьевич

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

Научный руководитель

Гаджиев Гасан Магамедрасулович,

к.т.н., доцент кафедры эксплуатации машин и оборудования
ФГБОУ ВО «Поволжский государственный технологический университет»,
г. Ишкар-Ола

**СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ МЕТОДОВ КОНТРОЛЯ УРОВНЯ
ЖИДКОСТИ В ВЕРТИКАЛЬНОМ СТАЛЬНОМ РЕЗЕРВУАРЕ (РВС) НА
ОБЪЕКТАХ НЕФТЕПРОДУКТООБЕСПЕЧЕНИЯ**

Цель работы – анализ методов контроля уровня нефти и нефтепродуктов в стальном цилиндрическом резервуаре (РВС) используемых для хранения и нефтепродуктов на объектах нефтепродуктообеспечения, например нефтебаз.

Актуальность работы обусловлена тем, что согласно разделу 8.1 ПБ 03-605-03 «Правил устройств вертикальных цилиндрических стальных резервуаров для нефти и нефтепродуктов», предусматривают обязательное оснащение резервуаров (РВС) оборудованием для безопасной их эксплуатации: например, дыхательной аппаратурой; приборами контроля уровня; устройствами пожарной безопасности; устройствами молниезащиты.

Контроль уровня жидкости в нефтехранилищах может быть местным или дистанционным. Местный контроль уровня характеризуется тем, что показания прибора снимаются по месту, непосредственно у контролируемого резервуара с целью учёта количества хранимого нефтепродукта, что является трудоёмким процессом. Дистанционный вариант предполагает, что все показания прибора выводятся непосредственно на пульт управления оператора, такой вариант даёт возможность оперативно вести учёт хранимого нефтепродукта и сэкономить время обслуживающего персонала [5].

Осуществлять необходимые мероприятия по учёту и контролю на сегодняшний день вполне возможно посредством специализированных зондов глубиномеров, принцип которых основан на измерении силы, с которой столб жидкости давит на чувствительный элемент. На выходе формируется аналоговый сигнал, пропорциональный уровню нефтепродукта.

Зонды могут погружаться на определённую глубину резервуара или скважины с малым диаметром, что обеспечивает надёжность их работы в труднодоступных местах и на больших глубинах [1].

Процедура непрерывного измерения и контроля уровня нефти и нефтепродуктов в резервуаре можно осуществлять при помощи бесконтактного радарного и ультразвукового уровнемеров, контактного волноводного уровнемеров, ёмкостного, поплавкового типа и т.д.

Принцип действия бесконтактного радарного уровнемера основан на измерении времени распространения волны испускаемого датчиком до поверхности контролируемого нефтепродукта и обратно. Отличительной особенностью бесконтактного радарного уровнемера заключается в том, что они не соприкасаются с хранимым продуктом в резервуаре, погрешность измерения не зависит от параметров плотности и температуры хранимого продукта, не требуют метрологической поверки, поэтому они получили наибольшее распространение. Однако, как недостаток – это высокая стоимость, и чем выше класс точности прибора, тем выше стоимость.

Принцип работы ультразвуковых уровнемеров схожи с радарными уровнемерами. Однако, в отличие от радарных уровнемеров, на точность их измерения влияет температура, давление паров воздуха внутри резервуара, т.к. скорость распространения волны с концентрацией насыщенных паров углеводородов меняется, что является большим препятствием на пути их повсеместного применения. Тем не менее, возможность их использования для измерения уровня в различных средах даёт им большие преимущества.

Принцип работы контактных волноводных уровнемеров предназначенные для контроля уровня жидкости в резервуаре, основан на том, что распространение волны происходит по зонду, который в дальнейшем погружается в нефтепродукт. Преимуществом таких приборов является то, что они могут измерять различные уровни по плотности фазовых границ жидкостей, а как недостаток укажем, наличие электромагнитных помех в резервуарах, могут вызывать погрешность измерения, а также высокая стоимость прибора и т.д.

Принцип работы ёмкостного датчика уровня заключается в изменении электрической ёмкости конденсаторного преобразователя в зависимости от изменения уровня, и в дальнейшем преобразуется в электрический сигнал. Преимущество: измерения можно производить при различных средах. Недостаток в том, что данный прибор производит измерение при непосредственном контакте с жидкостью, что сказывается на погрешности измерений, параметры температуры и диэлектрической проницаемости жидкости.

Принцип работы поплавкового типа уровнемера заключается в определении положения поплавка, плавающего на поверхности жидкости, при изменении уровня нефтепродукта. Преимуществом является простота, возможность измерения в различных температурах, давлениях воздуха внутри резервуара, а также в различных средах жидкости. Недостаток уровнемера: малый срок эксплуатации, износ трущихся деталей, погрешность измерения. Это только самые используемые уровнемеры, на самом деле усовершенствованных, модифицированных уровнемеров множество.

Специальные сигнализаторы применяются для контроля уровня нефтепродукта. В вертикальных резервуарах предусматриваются сигнализаторы уровня ультразвукового типа, предназначенные для контроля высоты разлива и нижнего уровня нефтепродукта. В соответствии с «Правилами устройства вертикальных цилиндрических стальных резервуаров для нефти и нефтепродуктов», раздел 8.3 п.8.3.1 «Приборы контроля уровня должны обеспечивать оперативный контроль уровня продукта (местный или дистанционный). Максимальный уровень продукта должен контролироваться минимум двумя сигнализаторами уровня, передающими сигнал на отключение насосного оборудования. В резервуарах с плавающей крышей или понтоном следует устанавливать на равных расстояниях не менее трех сигнализаторов уровня, работающих параллельно». Вне зависимости от модификации, эксплуатация всех контрольно-измерительных систем и приборов

должна осуществляться в строгом соответствии со всеми требованиями стандартизации, инструкциями изготовителя [3].

Выводы

1. Сравнительный анализ методов контроля уровня жидкости в вертикальном стальном резервуаре (РВС) на объектах нефтепродуктообеспечения, позволил выявить преимущества дистанционного способа, который даёт возможность автоматизировать процессы контроля и дистанционно вести учёт хранимого продукта, значительно снизить трудоёмкость операций, расширить возможности внедрения информационных технологий на производстве.

2. Сравнительный анализ средств контроля и учёта уровня хранимого продукта в резервуарах показал, что наиболее предпочтительной является бесконтактные радарные уровнемеры, отличающиеся высокой точностью и малой погрешностью, универсальностью, не зависимостью измерений от таких параметров, как температуры, давления и концентрации углеводородных паров внутри ёмкости, а также возможность их использования различных средах, например такие как сыпучие вещества, нефтепродукты, химические жидкости и т.д.

Список литературы:

1. МИ 3171-2008 Государственная система обеспечения единства измерений. Резервуары стальные вертикальные цилиндрические. Методика калибровки геометрическим методом с применением лазерных сканирующих координатно-измерительных систем / Рекомендация. Разработана ЗАО «Центр МО». Москва. 2008. - 52 с.

2. О применении наземного лазерного сканирования в нефтегазовой отрасли / Васильев Г.Г., Лежнев М.А., Сальников А.П., Леонович И.А., Катанов А.А., Лиховцев М.В. // Наука и технологии трубопроводного транспорта нефти и нефтепродуктов. 2014. № 4 (16). - С. 47–51.

3. О проведении работ по трехмерному лазерному сканированию рвсп 20000 / Васильев Г.Г., Лежнев М.А., Сальников А.П., Леонович И.А., Катанов А.А., Лиховцев М.В. // Наука и технологии трубопроводного транспорта нефти и нефтепродуктов. 2015. № 1 (17). - С. 54–59.

4. Руководство по стандартам измерений в нефтяной промышленности /Американский институт нефти // Вашингтон, округ Колумбия; 1983г.

5. Справочное руководство инженера по учету в резервуарах и защите от перелива / Emerson, 2017.- 76 с.

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

Научный руководитель
Ласточкин Денис Михайлович,
к.т.н., кафедры эксплуатации машин и оборудования
*ФГБОУ ВО «Поволжский государственный технологический университет»,
г. Йошкар-Ола*

АНАЛИЗ МЕТОДОВ И ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ ДИАГНОСТИРОВАНИЯ КОТЛОВ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫХ ЦИСТЕРН

Цель работы – повышение выявляемости и быстродействия контроля течеискания на железнодорожном транспорте и в разработке методики проведения контроля технического состояния цистерн тепловым методом на различных этапах ремонта в депо.

Проблема обеспечения безопасной эксплуатации резервуаров и сосудов, предназначенных для хранения и транспортировки взрывопожароопасных и вредных жидкостей и газов, в частности железнодорожных вагонов-цистерн, является **актуальностью проекта**.

Большинство перевозимых грузов в цистернах легковоспламеняемы и взрывоопасны, в ряде случаев в нагруженном состоянии вагона невозможно выполнить даже незначительный ремонт котлов, поэтому все работы, связанные с ремонтом, стараются выполнить до подачи цистерн под налив со строгим соблюдением мероприятий по охране труда и защите окружающей среды.

В парке прибытия осмотрщики вагонов выявляют неисправности, не требующие отцепки вагона от состава и требующие отцепочного ремонта с предварительной подготовкой цистерн к ремонту. В качестве такой подготовки производится очистка и дегазация котлов на промывочно-пропарочных пунктах.

При проведении контроля в условиях депо применяются газовые и гидравлические методы контроля, рекомендуют использование ультразвукового дефектоскопа ДУ-101.9.

К методам первой группы относятся манометрический и пузырьковый методы контроля герметичности, основанные на подаче в котел цистерны сжатого воздуха.

В манометрическом методе регистрацию утечек воздуха сквозь дефект фиксируют по изменению общего давления в котле цистерны, что затрудняет локализацию дефекта.

В пузырьковом методе проводят опрессовку, с последующим обмыливанием наружной поверхности котла, регистрацию дефектов осуществляют по пузырькам воздуха, выходящего сквозь течь. В связи с особенностью геометрических размеров котла цистерны данный способ контроля характеризуется высокой трудоемкостью, связанной с нанесением мыльного раствора на поверхность котла.

Работа дефектоскопа ДУ-101.Б (ДУ-101.5, ДУ-101.9) основана на бесконтактном ультразвуковом методе, позволяющем выявлять сквозные дефекты котла цистерны – в основном материала и сварных швах, а также неплотности сливного прибора.

Также на железнодорожном транспорте применяют феррозондовые методы контроля. Данными методами осуществляется контроль сварных швов, вставок и накладок, крепления фасонных лап к котлу, приварки лестницы. Для создания магнитного поля в контролируемых зонах используют переносные намагничивающие устройства (МСН), которые создают локальные магнитные поля в контролируемой зоне. Данный метод сложен в реализации, так как намагничивающие устройства имеют небольшую зону действия и поэтому необходимо постоянно перемещать его по длине сварного шва.

Рассматривая опыт в области диагностики котлов цистерн в мировой практике, выявлено, что в вагоноремонтном хозяйстве США и Европы для контроля сварных швов широко применяются магнитные методы контроля. В частности, на предприятиях США, применяется магнитопорошковый метод контроля с использованием люминесцентного порошка и суспензии [2].

Также применяются методы ультразвукового, вихретокового контроля, широкое распространение получил метод контроля проникающими веществами. На некоторых предприятиях контроль котлов осуществляется с использованием методов акустической эмиссии.

При контроле крупногабаритных сосудов, например, котлов железнодорожных цистерн для перевозки нефтепродуктов, все методы, перечисленные выше имеют один общий недостаток – большие трудозатраты при проведении контроля, а так как на сегодняшний день владелец не заинтересован в простое вагона, необходимо оперативно произвести осмотр на наличие дефектов и в случае их присутствия устранить. К тому же возникают дополнительные опасные

производственные факторы, например, осмотр верхней поверхности котла и сварных швов в зоне горловины связан с работой на высоте.

В вагоноремонтном хозяйстве нашей страны помимо ультразвуковых бесконтактных методов используется широкий спектр различных видов неразрушающего контроля, но эпизодически и не на всех предприятиях. Кроме того, в существующей документации не оговорены предельные пороги чувствительности, что позволяет вольно толковать результаты контроля. К тому же применение данных методов связано с большими трудозатратами, что увеличивает время проведения контроля одной подвижной единицы.

В силу данных обстоятельств в депо «прижился» оптико-визуальный метод контроля, заключающийся в осмотре наружной и внутренней поверхностей котла цистерны, в местах наиболее подверженных дефектообразованию, используя при этом дополнительные средства контроля в виде осветительной лампы и увеличительного стекла. Однако данный вид контроля достаточно субъективен, на организм человека постоянно воздействует ряд опасных факторов как производственных, так и технологических, что влечет за собой ухудшение здоровья человека.

Эмоциональный фон и самочувствие человека сказываются на результате контроля. Именно от этих факторов зависит восприимчивость глаза, приемника излучения света от дефекта. К тому же минимальный размер раскрытия трещины, который способен выявить глаз, составляет 100 мкм, в плохо освещенном помещении чувствительность глаза уменьшается. Данный факт определяет чувствительность контроля. При перевозке опасных, горючесмазочных и ядовитых веществ, обладающих высокой текучестью, даже трещина менее 100 мкм, может привести к утечке веществ, а при переходных сезонах возможен резкий и интенсивный рост трещин [3-5].

В результате проведенного анализа выявлено:

- применение манометрического и пузырькового методов контроля не позволяет локализовать дефект в первом случае, связано с высоким уровнем трудозатрат во втором;
- применение ультразвукового бесконтактного метода контроля посредством дефектоскопа ДУ-101.5 усложняется отсутствием порогов чувствительности и высоким уровнем трудозатрат;
- применение в вагоноремонтном хозяйстве оптико-визуальных методов контроля котлов имеет субъективный характер и малую чувствительность;

Список литературы:

1. Коллакот Р. Диагностика повреждений: Пер. с англ. / Р. Коллакот; Под ред. П. Г. Бабаевского. - М. : Мир, 1989. - 516 с.
2. Неразрушающий контроль: Справочник: В 8 т. / Под общ. ред. В.В. Клюева. Т. 5: В 2 кн. Кн. 1: В.П. Вавилов. Тепловой контроль. Кн. 2: К.В. Подмастерьев, Ф.Р. Соснин, С.Ф. Корндорф, Т.И. Ногачева, Е.В. Пахолкин, Л.А. Бондарева, В.Ф. Мужижкий. Электрический контроль. – 2-е изд., испр. – М.: Машиностроение, 2006. – 679 с.
3. ПР НК В1. Правила по неразрушающему контролю вагонов, их деталей и составных частей при ремонте. Общие положения. – М.: НИИ мостов, 2017.
4. ПР НК В2. Правила неразрушающего контроля деталей и составных частей колесных пар вагонов при ремонте. Специальные требования. – М.: НИИ мостов, 2017.
5. ПР НК В5. Правила неразрушающего контроля сварных соединений при ремонте вагонов. Специальные требования. – М.: НИИ мостов, 2017.

УДК 62-237

Белоусов Кирилл Сергеевич

направление Фотоника (аспирант), гр. ФПОБСТ-11,

Научный руководитель

Егоров Алексей Васильевич,

д.т.н., профессор кафедры транспортно-технологических машин
ФГБОУ ВО «Поволжский государственный технологический университет»,
г. Йошкар-Ола

Смикулис Ю.Е., Игнатьев А.В.

соискатели кафедра транспортно-технологических машин
ФГБОУ ВО «Поволжский государственный технологический университет»,
г. Йошкар-Ола

**ДИНАМИЧЕСКИЙ МЕТОД КОНТРОЛЯ МАССЫ ГРУЗА
ПОДЪЕМНОЙ МАШИНЫ**

Аннотация: проблема повышения безопасности использования грузоподъемных кранов особенно актуальна для регионов, в которых осуществляется интенсивное промышленное и гражданское строительство. К настоящему времени выполнено значительное количество работ, призванных на теоретическом уровне обосновать конструкцию и безопасные режимы работы грузоподъемных кранов. Однако существующие методы контроля полной массы груза транспортируемой подъемной машиной базируются преимущественно

на тензометрических методах измерения, разработанных во второй половине XX века. Основным недостатком систем, реализующих тензометрический метод измерения, является необходимость интеграции весоизмерительного модуля непосредственно в конструкцию грузоподъемной машины. Значительное количество аварий грузоподъемных машин говорит о нечеткости срабатывания систем защиты грузоподъемных машин от перегрузки, выполненных на базе тензометрических методов. Как показывают результаты исследований при работе различных типов электродвигателей под нагрузкой возникают колебания крутящего момента на номинальной частоте вращения. Использование этой закономерности позволяет осуществить взвешивание массы, транспортируемой подъемной машиной динамическим методом. Настоящая статья посвящена разработке и научно-техническому обоснованию метода динамического контроля массы груза, транспортируемого подъемной машиной, на основе анализа динамики линейных ускорений поднимаемого груза.

Проблема повышения безопасности использования грузоподъемных кранов особенно актуальна для регионов, в которых осуществляется интенсивное промышленное и гражданское строительство [1,2].

К настоящему времени выполнено значительное количество работ, призванных на теоретическом уровне обосновать конструкцию и безопасные режимы работы грузоподъемных кранов [3,4].

Однако существующие методы контроля полной массы груза транспортируемой подъемной машиной базируются преимущественно на тензометрических методах измерения [5,6], разработанных во второй половине XX века. Основным недостатком систем, реализующих тензометрический метод измерения, является необходимость интеграции весоизмерительного модуля непосредственно в конструкцию грузоподъемной машины. Значительное количество аварий грузоподъемных машин говорит о нечеткости срабатывания систем защиты грузоподъемных машин от перегрузки, выполненных на базе тензометрических методов.

Таким образом, к настоящему времени актуальной является задача развитие методов контроля массы груза транспортируемого подъемной машиной, в том числе выполненных на базе новых физических принципов.

Как показывают результаты исследований [7-9] при работе различных типов электродвигателей под нагрузкой возникают колебания крутящего момента на номинальной частоте вращения. Использование этой закономерности позволяет осуществить

взвешивание массы, транспортируемой подъемной машиной динамическим методом.

На рис. 1 изображена схема реализации предлагаемого динамического метода контроля массы груза подъемной машины.

Подъемная машина 1 снабжена устройством фиксации груза 2, на котором зафиксирован груз неизвестной массы 3.

Реализуется предлагаемый динамический метод контроля массы груза подъемной машины следующим образом.

На начальном этапе на устройстве фиксации груза 2 не происходит фиксирование груза неизвестной массы 3. Устройство фиксации груза 2 массой $m_{\text{ф}} \text{ тфу}$ при подъеме в заданном интервале высот при конкретном законе изменения частоты питающего приводной электродвигатель подъема напряжения сообщают ускорение a .

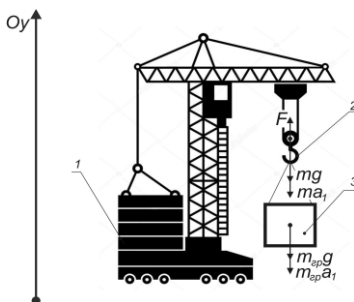


Рис.1. Динамический метод контроля массы груза подъемной машины: 1 - Подъемная машина; 2 - Устройство фиксации груза; 3 – Груз

Затем устройство фиксации груза 2 массой $m_{\text{ф}}$ возвращают на высоту начала осуществления начального этапа и фиксируют на нем груз неизвестной массы 3 массой $m_{\text{сп}}$. Устройство фиксации груза 2 и жестко зафиксированному на нем грузу неизвестной массы 3 при подъеме в том же заданном интервале высот при том же конкретном законе изменения частоты питающего приводной электродвигатель подъема напряжения сообщают ускорение a_1 .

Силу, прикладываемую к устройству фиксации груза 2 и грузу неизвестной массы 3, со стороны приводного электродвигателя подъема обозначим через F .

Запишем проекции действующих сил на ось Oy для первого и второго подъемов:

$$F = m_{\text{ф}} \cdot (a + g) \quad (1)$$

$$F = (m_{\text{ф}} + m_{\text{гр}}) \cdot (a_1 + g) \quad (2)$$

где g - ускорение свободного падения.

Так как закон изменения напряжения питающей сети в процессе первого и второго подъемов был идентичным, то сила, прикладываемая стороны приводного электродвигателя подъема F развивалась при первом и втором подъеме одна и та же.

Приравнявая (1) к (2), определяем неизвестную массу $m_{гр}$:

$$m_{гр} = m_{\phi} \frac{(a-a_1)}{(a_1+g)} \quad (3)$$

Вывод: динамический метод контроля массы груза подъемного устройства позволит сигнализировать о превышении допустимой массы груза непосредственно при начале подъема груза.

Список литературы:

1. Huang, Y., Huang, J. (2018). Study on safety monitoring system of construction cranes in Guangzhou, China. 39th International Annual Conference of the American Society for Engineering Management, ASEM 2018: Bridging the Gap Between Engineering and Business. с. 816-823.
2. Sun, G.-F., Huang, J.-X. (2006). Research on dynamic behavior of construction crane during luffing motion with payload. Shenyang Jianzhu Daxue Xuebao (Ziran Kexue Ban)/Journal of Shenyang Jianzhu University (Natural Science) 22(3), с. 524-528.
3. Sun, G., Liu, J. (2006). Dynamic responses of hydraulic crane during luffing motion. Mechanism and Machine Theory 41(11), с. 1273-1288.
4. Sun, G., Kleeberger, M. (2003). Dynamic responses of hydraulic mobile crane with consideration of the drive system. Mechanism and Machine Theory 38(12), с. 1489-1508. DOI: 10.1016/S0094-114X(03)00099-5.
5. Jones, W.H. (1971). Electronic overload indicating system for mobile construction cranes. SAE Technical Papers. DOI: 10.4271/710705.
6. Rosenfield, Myer J., Wendler, Bruce H. (1975). Evaluation of load-indicating devices (LIDS) for mobile construction cranes. Constr Eng Res Lab Tech Rep M-188.
7. Zhongbin Wu, Bin Xie, Zhen Li, Ruijuan Chi, Zhiyong Ren, Yuefeng Du, Eiji Inoue, Muneshi Mitsuoaka, Takashi Okayasu, Yasumaru Hirai (2019). Modelling and verification of driving torque management for electric tractor: Dual-mode driving intention interpretation with torque demand restriction. Biosystems Engineering Volume 182, June 2019, Pages 65-83. DOI: 10.1016/j.biosystemseng.2019.04.002.
8. Bowen Ning, Shanmei Cheng, Baokang Yan, Fengxing Zhou (2018). Examination and implementation for direct torque controlled permanent magnet synchronous motor with space vector modulation. First Published July 18, 2018, Volume: 233 issue: 2, page(s): 153-163. DOI: 10.1177/0959651818787006.
9. Ortega, R., Barabanov, N., Valderrama, G.E. (2001). Direct torque control of induction motors: Stability analysis and performance improvement. IEEE Transactions on Automatic Control, 46 (8), pp. 1209-1222. DOI: 10.1109/9.940925.

Гатауллина Илюза Мансуровна, Кондратьев Александр Евгеньевич
направление Теплоэнергетика и теплотехника (магистратура), гр. ПТМ-1-19

Научный руководитель
Кондратьев Александр Евгеньевич,
к т. н., доцент кафедры промышленная теплоэнергетика и системы
теплоснабжения
*ФГБОУ ВО «Казанский государственный энергетический университет»,
г. Казань*

ПРИМЕНЕНИЕ СНЕГОПЛАВИЛЬНОЙ УСТАНОВКИ С ТЕПЛОВЫМ НАСОСОМ

Цель работы – анализ эффективности применения тепловых насосов в комбинации со снегоплавильной станцией для утилизации снежной массы.

Для борьбы со снегом применяют снегоплавильные установки. Снегоплавильные установки предназначены для утилизации снега на территориях различного назначения. Оборудование может использоваться в любом месте и не требует каких-либо специальных условий для своего размещения. Единственное требование — наличие ливневой канализации или же другого способа для утилизации талой воды [1].

Снегоплавильные установки бывают 3 видов:

1. транспортабельные (перевозимые),
2. мобильные,
3. стационарные [2].

Снегоплавильные машины могут работать на различных видах топлива – дизельное топливо, природный газ, отработанное масло и мазуты, горячая вода или пар из центральных систем отопления и теплоснабжения. Существуют также снегоплавилки с комбинированной системой. Но при этом мобильность возможно обеспечить только при использовании снегоплавильных, работающих на жидком топливе. Такие установки имеют собственный топливный бак с подогревом топливной магистрали и шасси для транспортировки.

Снегоплавильная машина – технически сложное изделие, и для ее работы необходима электроэнергия [4].

Для работы снегоплавильной станции в качестве источника можно рассмотреть применение теплового потенциала сточных вод. В

результате можно получить плавление снега в снегоплавильной станции с помощью тепла сточных вод.

В любом городе есть система отвода сточных вод, а их температура даже в самое холодное время не опускается ниже 10°C . Именно эту теплоту можно использовать для работы теплового насоса, т.е. можно отнять тепло сточных вод и с помощью этой теплоты растопить снег [5].

Одним из перспективных источников теплоты для тепловых насосов являются стоки промышленных предприятий и городские сточные воды, прошедшие обработку на очистных сооружениях. Температура промышленных стоков может достигать $30\text{--}40^{\circ}\text{C}$. Однако количество промышленных стоков обычно невелико, часто эти стоки содержат агрессивные компоненты и требуют специальной обработки, что значительно повышает стоимость подключения теплового насоса для утилизации теплоты. Городские стоки несут значительно больше теплоты за счет высоких расходных характеристик, хотя температурный потенциал стоков в зимний период обычно не выше $10\text{--}15^{\circ}\text{C}$. После переработки сточных вод на очистных сооружениях их качественные показатели вполне удовлетворяют эксплуатационным условиям специализированных тепловых насосов [2].

Принцип действия мобильной снегоплавильной установки с тепловым насосом на сточных водах заключается в следующем. Снег, собранный из городских улиц и дорог, выгружается в машину и привозится в станцию отвода сточных вод, где установлен тепловой насос. Благодаря теплоте, отобранной из сточных вод тепловым насосом, снег можно растопить прямо в кузове машины. После этого, воду, которая образовалась в кузове, можно слить обратно в сток, но пропуская через фильтр, так как в составе снега много нерастворимых элементов. Такое сочетание позволяет экономить на использовании машин для подвоза и места складирования убранного снега [3].

Пример расчёта.

Очищаемая площадь - $20\,000\text{ м}^2$. Толщина снежного покрова (за сезон) - 1 м . Получается, что объем убираемого снега - $20\,000\text{ м}^3$, с учетом уплотнения - $15\,000\text{ м}^3$.

На вывоз этого объема нужно затратить $15\,000 * 300 = 4\,500\,000\text{ руб.}$

Затраты на плавление (без учета уплотнения):

- на дизельном топливе - $20\,000 * 120 = 2\,400\,000\text{ руб.}$
- на сетевой воде - $20\,000 * 40 = 800\,000\text{ руб.}$
- на газовом топливе - $20\,000 * 20 = 400\,000\text{ руб.}$

В заключении можно отметить, что применение такой аппаратуры, как снегоплавильная станция, экономит финансы и время утилизации, а

также улучшает экологическую обстановку в городских условиях. Применение таких станций значительно упрощает работу коммунальных служб и прогон грузовых снегоуборочных машин, мешающих свободному передвижению на дорогах.

Список литературы:

1. Гатауллина, И.М. Технология устройства снегоплавильных станций на основе применения тепловых насосов / И.М. Гатауллина // V Всероссийский студенческий форум «Инженерные кадры – будущее инновационной экономики России». – 2019. – №Ч.1 – С. 38-41.
2. Гатауллина, И.М. Использование тепловых насосов в системах теплоснабжения зданий / И.М. Гатауллина // XIII Международная молодежная научная конференция по естественнонаучным и техническим дисциплинам "Научному прогрессу – творчество молодых". – 2018. - №Ч.2 – С. 71-74.
3. Гатауллина, И.М. Особенности утилизации снежной массы в городских условиях с применением теплового насоса / И.М. Гатауллина // XIV Международная молодежная научная конференция по естественнонаучным и техническим дисциплинам "Научному прогрессу – творчество молодых". – 2019. – №Ч.2 – С. 101-104.
4. Храменков, С.В. Система удаления снега с использованием городской канализации / С.В. Храменков, А.Н. Пахомов, М.В. Богомолочи // Водоснабжение и санитарная техника. - 2018. - № 10. – С.50.
5. Борисюк, Н.В. Снег, снежная масса, утилизация / Н.В. Борисюк // Строительная техника и технологии. – 2017. – С. 56-60.

УДК 622.69

Глазырин Дмитрий Александрович

направление Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов (бакалавриат), гр. ЭТМ-41

Научный руководитель

Ласточкин Денис Михайлович,

к.т.н., доцент кафедры эксплуатации машин и оборудования
ФГБОУ ВО «Поволжский государственный технологический университет»,
г. Йошкар-Ола

**РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ АВТОНОМНОГО ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ
УЧАСТКА МАГИСТРАЛЬНОГО ГАЗОПРОВОДА**

Цель работы - изучить способ автономного электроснабжения линейных участков газопровода.

Актуальность работы заключается в разработке схемы, структуры

и обоснование параметров автономного электрогенерирующего комплекса с применением установок прямого преобразования тепловой и солнечной энергии в электрическую для гарантированного электроснабжения систем перекачки, обнаружения утечек из нефтепроводов, проложенных в различных климатических условиях [2].

Главная задача новой разработки — бесперебойное, круглосуточное, круглогодичное электроснабжение оборудования с низким потреблением в условиях отсутствия внешних электросетей. Это актуально особенно для удаленных технологических объектов источников энергии. Транспортировка электрической энергии на дальние расстояния влечет за собой значительное увеличение стоимости строительства и обслуживания объекта. Существуют территории, на которых строительство ЛЭП невозможно — болото, мерзлота, скалистый грунт, земли заповедника. Система автономного электроснабжения обеспечивает бесперебойную работу оборудования при отсутствии ЛЭП, в отдаленных регионах при суровых климатических условиях. Так же система должна быть автономной, чтобы можно было быстро и без проблем перевезти устройства электроснабжения из одной точки в другую. Это система, в которой используются несколько источников электроэнергии — солнечная, тепловая и химический источник тока [3].

Виды систем автономного электроснабжения:

1) источник электроэнергии: например: различные источники энергообеспечения, в том числе ветрогенераторы, газогенератор, (автономный генератор с надежной транспортировкой для него топлива, которым выступает сам магистральный газ), бензо- дизельную электростанцию или генератор, обязательно с электростартером, а также автономные источники питания от солнца или ветра.

2) систему преобразования электроэнергии: инвертор (обычно двунаправленный), служит для преобразования постоянного тока в переменный (220/380 В), а также для подзарядки батарей.

3) систему автоматического пуска генератора (САП): (также называется: «устройство автоматического пуска», система автозапуска генератора) — прибор для запуска генератора при пропадании внешней сети, либо по команде;

- блок коммутации: автоматика управления и слежения за системой;
- аккумуляторные батареи: для накопления электрической энергии;
- подвод внешней электроэнергии из сети;
- стабилизатор напряжения [1].

Выводы

Таким образом, все вышеуказанные способы – эффективный способ поддержания автономного электроснабжения, при котором строительство системы линий электропередач невозможно. Комплексный подход к организации на всех стадиях создания нового высокотехнологичного автоматизированного оборудования автономного энергоснабжения — залог эффективной эксплуатации и его надежной работы магистральных газопроводов.

Список литературы:

1. Электроснабжения и автоматизации //promoilservices.ru: оборудования и системы. 2019 г. URL: <http://promoilservices.ru/oborudovanie-i-sistemy/yelektrosnabzheniya-i-avtomatizacii/> (дата обращения: 10.11.2020).
2. Инновации в ТЭК // in.minenergo.gov.ru: ТЭК: Приоритеты: Критические технологии: Разработка комплекса автономного электроснабжения систем обнаружения утечек нефти на трубопроводах. 2019 г. URL: <https://in.minenergo.gov.ru/tek/prioriteti/kriticheskie-tekhnologii/razrabotka-kompleksa-avtonomnogo-elektrosnabzheniya-sistem-obnaruzheniya-utechek-nefti-na-truboprovoda> (дата обращения: 10.11.2020).
3. ГАЗПРОМ //www.gazprom.ru: о «Газпроме»: Подконтрольные организации/ Новости проектов и регионов/ В «Газпром трансгаз Самара» прошли испытания системы автономного электроснабжения. 2015 г. URL: <https://www.gazprom.ru/about/subsidiaries/news/2015/august/article244710/> (дата обращения: 10.11.2020).

УДК 656.13

Граховский Алексей Александрович

направление Фотоника (аспирант), гр. ФПОБСТ-11,

Научный руководитель

Егоров Алексей Васильевич,

д.т.н., профессор кафедры транспортно- технологических машин
ФГБОУ ВО «Поволжский государственный технологический университет»,
г. Йошкар-Ола

ДИНАМИЧЕСКИЙ МЕТОД КОНТРОЛЯ МАССЫ ГРУЗА И МАССЫ КОЛЕСНОГО АВТОТРАНСПОРТА

Цель работы – разработка динамического метода и средства контроля массы груза и массы колесного автотранспорта по средству измерения развиваемой тяги автомобиля.

Актуальность работы заключается в том, что в отрасли грузоперевозок автомобильным транспортом (особенно коммерческих) всегда была проблема несоответствия загрузки подвижного состава его полной номинальной массе. Некоторые перевозчики осознанно перегружают автомобили, так как в этом случае увеличивается транспортная работа и, соответственно, прибыль. Но, с другой стороны, движение нагруженного сверх меры автомобиля не соответствует нормативным требованиям к осевым нагрузкам [1, 2], значительно ускоряет разрушение дорожного полотна, вызывает повышенный износ двигателя, трансмиссии, ходовой части и всего автомобиля в целом. Это влечет за собой штрафы на весовом контроле, увеличенные затраты на ремонт автомобиля, топливо и т. д. Зачастую эти расходы перекрывают дополнительную прибыль от перевозки груза.

Существующие методы контроля полной массы колесных машин базируются преимущественно на тензометрическим методах измерения и реализуются в виде мобильных или стационарных весоизмерительных платформ, [1-6]. Основным недостатком подобных систем является необходимость въезда колесной машины на весоизмерительную платформу. Существующие системы тензометрического взвешивания, размещенные непосредственно на автомобиле, имеют тенденцию ухудшения точности взвешивания в течение определенного времени эксплуатации [7]. В работах [8-10] описан метод динамического контроля массы колесной машины и поезда. Однако метод не содержит четкого теоретического научного обоснования и базируется на экспериментальных данных.

Теоретическое обоснование метода:

На рисунке 1 изображена схема реализации предлагаемого динамического метода контроля массы колесной машины. Колесная машина 1 содержит груз неизвестной массы 2.

Реализуется предлагаемый динамический метод контроля массы колесной машины следующим образом.

На начальном этапе колесная машина 1, изменение положения органов управления работой двигателя которой осуществляется по определенному закону, разгоняется на конкретной передаче на горизонтальном участке без пробуксовки с известным пятном контакта колес и известной розе и скорости ветра, при этом неизвестная масса колесной машины составляет m , а ускорение колесной машины при скорости V составляет $a(V)$.

Затем на колесную машину 1 помещается груз известной массы 2 и колесная машина 1, изменение положения органов управления работой

двигателя которой осуществляется по тому же определенному закону, разгоняется на конкретной передаче в нагруженном состоянии на горизонтальном участке без пробуксовки при том же известном пятне контакта каждого из колес и известной розе и скорости ветра, при этом неизвестная масса колесной машины составляет m , общая масса груза составляет $m_{гр}$, а ускорение колесной машины с грузом при скорости V составляет $a_1(V)$.

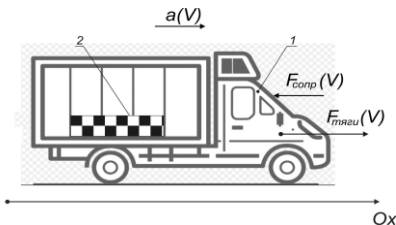


Рис. 1 Схема реализации динамического метода контроля

Тягу, развиваемую ведущими колесами колесной машины при скорости V обозначим через $F_{тяги}(V)$, сумму лобового сопротивления и сопротивления качению со стороны колес колесной машины при скорости V обозначим через $F_{сопр}(V)$.

Запишем проекции на ось Ox действующих на колесную машину сил во время первого и второго разгона при скорости V :

$$F_{тяги}(V) = ma(V) + F_{сопр}(V) \quad (1)$$

$$F_{тяги}(V) = (m + m_{гр}) \cdot a_1(V) + F_{сопр}(V) \quad (2)$$

Так как первое и второе ускорение колесной машины осуществлялось по одному и тому же определенному закону изменения положения органов управления работой двигателя на одной конкретной передаче на горизонтальном участке без пробуксовки и том же пятне контакта каждого из колес и известной розе и скорости ветра, то, соответственно, тяга ведущих колес развивалась каждый раз одна и та же.

Приравнявая (1) к (2) определяем неизвестную массу колесной машины m :

$$m = m_{гр} \frac{a_1(V)}{(a(V) - a_1(V))} \quad (3)$$

Возможно и обратное решение задачи, зная известную массу m колесной машины можно определить неизвестную массу груза $m_{гр}$.

Зная $m_{гр}$ и m определяют общую массу колесной машины.

Выводы. Динамический метод контроля массы колесной машины позволит осуществлять оперативный контроль непосредственно во время движения колесной машины по дорогам общего пользования при реализации идентичных ускорений в идентичных условиях. Алгоритм реализации метода может быть интегрирован в систему управления работой колесной машины с автоматической подкачкой колес и при реализации не потребует создания специализированной аппаратной части.

Список литературы:

1. Правила перевозок грузов автомобильным транспортом: утв. Пр-вом РФ 15.04.11.: введ. в действие с 13.03.12. Екатеринбург: ИД Ажур, 2013. - 160 с.
2. ГОСТ 30414-96 Весы для взвешивания транспортных средств в движении. Общие технические требования. Введ. 1998-07-01. - М.: Стандартинформ, 2007. - 7 с.
3. Kondratjevs, K., Kunicina, N., Patlins, A., Zabasta, A., Galkina, A. (2016). Vehicle weight detection sensor development for data collecting in sustainable city transport system. 2016 57th International Scientific Conference on Power and Electrical Engineering of Riga Technical University, RTUCON 2016. DOI: 10.1109/RTUCON.2016.7763136.
4. Maraini, D., Shahidi, P., Hopkins, B.M., Seidel, A. (2014). Development of a bogie-mounted vehicle on-board weighing system. 2014 Joint Rail Conference, JRC 2014. DOI: 10.1115/JRC2014-3717.
5. Potapovs, A., Avotins, A., Apse-Apsitis, P., Gorobetz, M., Ceirs, P. (2019). Continuous crop weight measurement sensor calibration algorithm for industrial greenhouse. 2018 IEEE 59th Annual International Scientific Conference on Power and Electrical Engineering of Riga Technical University, RTUCON 2018 - Proceedings 8659852. DOI: 10.1109/RTUCON.2018.8659852.
6. Trischuk, D., Berthelot, C., Taylor, B. (2002). Weigh-in-motion applications for intelligent transportation systems-commercial vehicle operations: Evaluation using WESTA. Transportation Research Record (1816), c. 87-95. DOI: 10.3141/1816-10.
7. Newton, W.H. (1989). Methods of monitoring the overloading of goods vehicles. Research Report - Transport and Road Research Laboratory (193).
8. Yuan, Y., Han, W., Huang, P., Li, Y., Zhang, J. (2017). Structure safety assessment under heavy traffic based on weigh in motion and simulation analysis. Advances in Structural Engineering 20(12), c. 1864-1878. DOI: 10.1177/1369433217695623.
9. Haugen, T., Levy, J.R., Aakre, E., Tello, M.E.P. (2016). Weigh-in-Motion Equipment - Experiences and Challenges. Transportation Research Procedia 14, c. 1423-1432. DOI: 10.1016/j.trpro.2016.05.215.
10. Niedzwiecki, M., Wasilewski, A. (1996). Application of adaptive filtering to dynamic weighing of vehicles. Control Engineering Practice. 4(5), c. 635-644. DOI: 10.1016/0967-0661(96)00045-7.

Губин Максим Андреевич., Спиридонова Татьяна Эдуардовна
направление Конструкторско-технологическое обеспечение
машиностроительных производств (бакалавриат), гр. КТМ-41

Научный руководитель
Мелетьев Геннадий Андреевич,
к.т.н., профессор кафедры машиностроения и материаловедения
*ФГБОУ ВО «Поволжский государственный технологический университет», г.
Йошкар-Ола*

ВЛИЯНИЕ ДЕФЕКТОВ НА СОБСТВЕННЫЕ ЧАСТОТЫ И ФОРМЫ КОЛЕБАНИЙ

Имеется ряд работ, в которых исследуется влияние различных неоднородностей (инерционных, геометрических, жесткостных дефектов) на спектры собственных частот как продольных, так и поперечных колебаний материальных тел. Недостатками этих работ являются именно конструкция (упрощенная форма) дефектов, доступных математическому описанию, малое количество сопоставлений теоретических и экспериментальных результатов, а также отсутствие указаний на то, какие требования должны предъявляться к экспериментам, в частности к используемым образцам и измерительной аппаратуре.

Основным математическим инструментом является задача Штурма – Лиувилля с краевыми условиями второго рода (условия Неймана):

$$\frac{d}{dx}\left(p(x)\frac{d}{dx}u\right) + \lambda r(x)u = 0 \quad (1)$$

для продольных колебаний стержня, где λ – безразмерное собственное число, пропорциональное квадрату собственной частоты, u – форма колебаний.

Так же была введена математическая классификация дефектов: инерционные дефекты, упругие дефекты и дефекты поперечного сечения.

Рассмотрим случай продольных колебаний, который проще реализуется в эксперименте. Краевая задача решается методом ускоренной сходимости, определяется влияние одиночных дефектов всех трех типов на собственные частоты. Получены зависимости собственных частот и форм колебаний от параметров дефектов.

Произведено сопоставление теоретических и экспериментальных результатов, которые были получены на установке резонансного типа, специально сконструированной для этих исследований. Дополнительным результатом теоретических и экспериментальных исследований является получение возможности динамического определения масс образцов твердых и упругих тел: 1) геометрически небольших частей, соединенных с колеблющимся телом; 2) стержней большой протяженности с неизвестной массой при заданной массе элементов. Относительная погрешность определения массы посредством «динамического взвешивания» составляет величину порядка 1-2%. Теоретически установлено, что в условиях небольшой невесомости является адекватным способом определения массы. Установлено также, что экспериментально определяется «дефект упругости» при его расположении в узловой точке колебаний.

Основные результаты исследований: 1. Разности собственных частот стержня, имеющего дефекты, и частот материального тела без дефектов в зависимости от положения дефекта имеют осцилляционный характер. 2. При наличии нескольких дефектов между этими осцилляциями происходит интерференция. Осцилляции могут либо усиливаться, либо ослабляться. В окрестности расположения «дефектов упругости» или поперечного сечения производная $\partial u / \partial x$ имеет весьма большие значения и соответственно возникают большие локальные напряжения. 3. Если имеются несколько дефектов, то при высоких частотах наблюдается своеобразное разделение колебаний различных участков стержня.

Список литературы:

1. Краснобаев И.А., Потапенко Э.Н., Щербак Е.Н. Определение параметров неоднородностей стержня по резонансным частотам его продольных колебаний // Изв. - РГСУ, 1998. - № 2. - С. 67–73
2. Постнов В.А. Определение повреждений упругих систем путем математической обработки частотных спектров, полученных из эксперимента // Изв. РАН. - МТТ, 2000. - № 6. - С. 155–160
3. Работнов Ю.Н. Механика деформируемого твердого тела. - М.: Наука, 1988. - 712 с.

Дмитриев Константин Анатольевич

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

Научный руководитель

Анисимов Павел Николаевич,

к.т.н., доцент кафедры энергообеспечение предприятий

ФГБОУ ВО «Поволжский государственный технологический университет»,

г. Йошкар-Ола

АНАЛИЗ РАБОТЫ ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ ПОДОГРЕВА СЕТЕВОЙ ВОДЫ НА ЙОШКАР-ОЛИНСКОЙ ТЭЦ-2

Установленная мощность Йошкар-Олинской ТЭЦ-2:

- Электрическая 195 МВт.

- Тепловая 660 Гкал/ч.

В 2018 году Йошкар-Олинской ТЭЦ-2 выработано 643,190 млн кВт·ч электроэнергии. По сравнению с аналогичными показателями прошлого года выработка электрической энергии сократилась на 1,0%. Выработка электрической энергии осуществлялась ТЭЦ в соответствии с диспетчерским графиком, задаваемым системным оператором – Филиалом АО «СО ЕЭС» Нижегородское региональное диспетчерское управление.

Так же вырос отпуск тепловой энергии, за 2018 год он составил 991,8 тыс. Гкал, в то время как в 2017 показатель 914,3 тыс. Гкал. Увеличение отпуска тепловой энергии связано с более низкой температурой наружного воздуха в феврале-марте и ноябре-декабре 2018 года по сравнению с аналогичными периодами 2017 года, увеличением объема потребления пара промпредприятиями города Йошкар-Ола.

Состав основного генерирующего оборудования:

- Паровая турбина ПТ-80/100-130/13 мощностью 80 МВт.

- Паровая турбина ТП-115/125-130-1 мощностью 115 МВт.

- 2 паровых котла ТПЕ-430А производительностью 500 т/ч.

- 3 водогрейных котла КВГМ-100/150 производительностью 100 Гкал/ч.

Паровая турбина ПТ-80/100-130/13 имеет следующие регулируемые отборы пара: производственный с абсолютным давлением $(1,275 \pm 0,29)$ МПа и два отопительных отбора: верхний с абсолютным давлением в пределах 0,049-0,245 МПа и нижний с давлением в пределах 0,029-0,098 МПа.

Регулирование давления отопительного отбора осуществляется с помощью одной регулирующей диафрагмы, установленной в камере верхнего отопительного отбора. Регулируемое давление в отопительных отборах поддерживается: в верхнем отборе - при включенных обоих отопительных отборах, в нижнем отборе - при включенном одном нижнем отопительном отборе. Сетевая вода через сетевые подогреватели нижней и верхней ступеней подогрева пропускается последовательно и в одинаковом количестве. Расход воды, проходящей через сетевые подогреватели, контролируется.

Турбоагрегат № 2 Йошкар-Олинской ТЭЦ-2 типа Тп-115/125-130-1 ТП ПО ТМЗ является двухцилиндровой теплофикационной турбиной с конденсацией пара, двухступенчатым теплофикационным отбором и дополнительным производственным отбором пара, оборудован сопловым парораспределением цилиндра высокого давления (ЦВД) и дроссельным парораспределением части низкого давления (ЧНД). Давление пара в камере теплофикационного отбора регулируется с помощью поворотной диафрагмы, а давление пара производственного отбора - с помощью запорно-регулирующего клапана, установленного непосредственно на паропроводе отбора.

В котле ТПЕ-430/А отсутствует трубчатый воздухоподогреватель и подогрев воздуха осуществляется в двух регенеративных воздухоподогревателях. Процессы питания котлов, горения и регулирования температуры перегрева пара полностью автоматизированы.

Конвективная поверхность нагрева котла КВГМ-100/150, расположенная в вертикальном, полностью экранированном газоходе, состоит из U-образных ширм из труб диаметром 28х3 мм. Несущий каркас у котла КВ-ГМ-100-150 (КВ-ГМ-116,3-150) отсутствует. Каждый блок (топочный и конвективный) имеет опоры, приваренные к нижним коллекторам. Опоры, расположенные на стыке конвективного блока и топочной камеры, неподвижны.

Котлы КВ-ГМ-100-150 (КВ-ГМ-116,3-150) выполняются в облегчённой натрубной обмуровке. Оборудуются одной горелкой газомазутной типа РГМГ. Горелка устанавливается на воздушном коробе котла, который крепится на фронтальном экране к вертикальным коллекторам.

На Йошкар Олинской ТЭЦ-2 установлено достаточно устаревшее оборудование. Первый водогрейный котел был запущен в 1983 году, второй в 1984, а третий в 1990. Но запуск ТЭЦ-2 произвели только в 1994 году. Кожухотрубчатые теплообменники которые на данный

момент установлены работают уже 25 лет, в скором времени им потребуется дорогостоящий ремонт и техническое обслуживание. Более целесообразным решением будет заменить бойлеры на теплообменное оборудование нового поколения с более высоким КПД и коэффициентом теплопередачи.

Список литературы:

1. Теплообменные аппараты и методы их расчета : учебное пособие / Л. В. Таранова. – 2-е изд., перераб. и доп. – Тюмень : ТюмГНГУ, 2014. – 198 с
2. Булатов, А. С. Экономика: учебник / под ред. д-ра наук, проф. А.С. Булатова. – М. : Экономистъ, 2017. – 831 с. – ISBN 5 – 98118 – 124 - 9.
3. Бухмиров В.В., Ракутина Д.В., Солнышкова Ю.С., Пророкова М.В. Тепловой расчет рекуперативного теплообменного аппарата / ФГБОУ ВПО «Ивановский государственный энергетический университет имени В.И. Ленина». – Иваново, 2014. – 124 с.
4. Банных, О.П. Основные конструкции и тепловой расчет теплообменников: учебное пособие/ О.П. Банных.- СПбНИУ ИТМО, 2012.- 42 с.

УДК 629.373-656.078

Долгополов Константин Александрович
направление Конструкторско-технологическое обеспечение
машиностроительных производств (магистратура), гр. КТМм-11

Антрианов Денис Юрьевич,
оператор научной роты Военного инновационного технополиса «Эра»

Научный руководитель
Кудрявцев Игорь Аркадьевич,
ведущий инженер сектора интеллектуальной собственности
ФГБОУ ВО «Поволжский государственный технологический университет»,
г. Йошкар-Ола

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ АВТОНОМНЫХ НЕОБИТАЕМЫХ ПОДВОДНЫХ АППАРАТОВ ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ АРКТИКИ

Актуальность: наше время характерно тем, что в Арктике начинают активно работать подводные аппараты, в том числе и аппараты-роботы.

Арктическая зона была открыта более 90 лет назад, ее освоение и изучение длится до сих пор. Эта зона играет очень важную экономическую и военную роль для любого государства. Проведение полярных исследований затруднено наличием обширных и большой

толщиной ледяных покровов, характерных для этих областей АНПА оказывает существенную помощь в изучении этого вопроса.

Задачей исследования является определение области применения автономных необитаемых подводных аппаратов для арктических условий.

Автономный подводный аппарат - робот, который перемещается под водой с целью получения информации о рельефе дна, о наличии на нем предметов и препятствий. На вид чем-то напоминает подводную лодку или торпеду. В основном питание осуществляется за счет литий-ионных аккумуляторов или батарей иного типа.

Данные проекты служат в научных, экономических, военных и геополитических **целях**. На сегодняшний день современные проекты (АНПА) способны выполнять все эти задачи, т.е. являются многоцелевыми.

Самое главное из научных факторов – возможность глубже понять и оценить влияние процессов, происходящих в Арктике и Антарктике из-за возможного глобального потепления, а также на изменения климатической земной и морской экологической системы.

Экономический фактор интереса, в особенности приарктических государств, в проведении морских полярных исследований связан с надвигающимся неизбежным глобальным энергетическим кризисом и огромными богатыми сырьевыми ресурсами территорий северных морей, покрытых льдом. Например, для большинства арктических регионов Российской Федерации освоение углеводородных энергоресурсов является базовым сектором экономики, а судоходный коридор «Севморпуть» – транспортной инфраструктурой для разработки и реализации энергопроектов. Данный путь сильно сокращает время транспортировки из Китая в Европу. Если взглянуть на рисунок 1, то можно заметить разницу маршрутов, сравнивая расстояние Северного морского пути с маршрутом через Суэцкий канал.

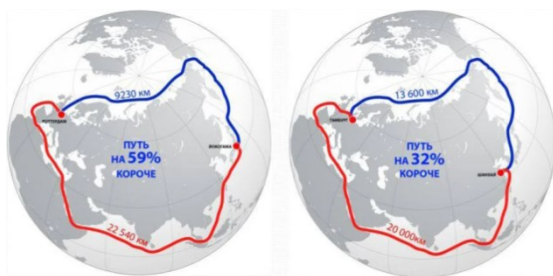


Рис.1. Разница маршрутов

Не менее важны военные и геополитические факторы. Появление беспилотных аппаратов в строю очень перспективно и имеет большой боевой потенциал. Такие средства служат для ведения подводной разведки, для проведения полярных исследований в условиях борьбы за обладание арктических ресурсов [1].

Принцип движения таких подводных аппаратов впервые предложил океанограф Генри Стоммелом в 1989 году, который аналогичен с движением рыб и китообразных. Основным источником движения - изменение плавучести. Аппарат регулирует свою плавучесть так же, как это делают рыбы, которые изменяют объём корпуса. Насосы выкачивают из расположенного в хвосте машины «плавательного пузыря» гидравлическую жидкость, когда надо занырнуть, и закачивают обратно, если требуется всплыть.

Вертикальный импульс погружения и всплытия преобразуется в горизонтальный путем смещения центров (тяжести, плавучести, давления).

Такой принцип движения сокращает расход энергии, что увеличивает дальность плавания. Сейчас же создаются планеры с дальностью автономного плавания в тысячи километров.

Рассмотрим несколько вариантов автономных подводных аппаратов:

1. Одним из самых ярких примеров является аппарат «Explorer» (рис. 1). Он снабжен гидролокаторами и многолучевыми эхолотами для 3D-картографирования морского дна, на нем стоит современная система навигации. Так же имеется особенность - наличие выдвижной телескопической мачты с антенными устройствами высотой 1 м.

Длина аппарата варьируется от 4,5 до 6 м, диаметр корпуса – от 0,69 до 0,74 м, вес в диапазоне от 750 до 1250 кг. Литий-ионные батареи являются источником питания, обеспечивающий дальность хода 120, 240 или 360 км, скорость 3 узла [1].

Данный аппарат создан конкретно для работы в ледовых условиях Арктики и Антарктики.



Рис.1. «Explorer»

2. «Клавесин-2Р-ПМ» (рис. 2) является одной среди самых новых разработок РФ. Он представляет собой аппарат длиной 6,5 м, диаметром корпуса - 1 м, массой около 3,7 т. Оснащен четырьмя моторами, которые обеспечивают скорость до 3 узлов. Аппарат способен погружаться на 6000 метров в глубину, имеет дальность хода 50 км.

Управление осуществляется автономно с помощью судна-носителя.

Цель данного аппарата - выполнение различных задач на разных глубинах. Данная разработка интересна как для научных организаций, так и для военных структур. Предназначен для выполнения обзорно-поисковых работ, изучения окружающей обстановки и отдельных объектов в условиях открытой воды на заданных глубинах [2].



Рис.2. «Клавесин-2р-ПМ»

Аппарат «Slocum» (рис. 3) с перевернутым штатным однолучевым эхолотом, установленным в носу под углом 26° к вертикальной оси, запускался несколько раз с различными пересечениями под айсберг. Получаемые результаты позволяют иметь необходимую информацию о форме и размерах подводной части айсберга [3].



Рис.3. Slocum

Таким образом, имеющийся более чем 30-летний мировой опыт использования АНПА для работы в ледовом окружении, показал их уникальные возможности. Возрастающий интерес к освоению арктического шельфа, научные, экономические, военные и

геополитические цели диктуют необходимость для Российской Федерации иметь аппараты ледового класса и дальше развиваться в этом направлении. Исходя из всех этих факторов, для России арктическая зона является не менее важной, чем для других стран.

Список литературы:

1. Использование автономных необитаемых подводных аппаратов для исследования Арктики и Антарктики [Электронный ресурс].- URL: http://www.nsgf.narod.ru/trudu_6/txt/11_nomer.pdf.
2. Проекты необитаемых подводных аппаратов семейства «Клаесин» [Электронный ресурс].- URL: <https://topwar.ru/101467-proekty-avtonomnyh-neobitaemyh-podvodnyh-apparatov-semeystva-klavesin.html>.
3. Slocum – каталог подводных роботов [Электронный ресурс].-URL: <http://robotrends.ru/robopedia/slocum-glider>.

УДК 621.923.74

Забродин Николай Геннадьевич

Научный руководитель

Алибеков Сергей Якубович,

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

**ИССЛЕДОВАНИЕ ОСОБЕННОСТЕЙ РАБОТЫ ЭЛЕКТРОД-
ИНСТРУМЕНТА ПРИ ЭЛЕКТРОЭРОЗИОННОЙ ОБРАБОТКЕ**

Цель работы - проверка адекватности разработанных моделей электроэрозионной обработки.

Актуальность проекта обусловлена исследованием особенностей работы электрод-инструмента при электроэрозионной обработке на многофункциональном настольном станке с числовым программным управлением при поддержке Фонда содействия инновациям.

Электроды-инструменты (ЭИ) являются одними из основных элементов, участвующих в электроэрозионном процессе. Параметры их оказывают существенное влияние на стабильность электроэрозионного процесса, его эффективность и область использования. Производительность и качество электроэрозионной обработки (ЭЭО) также находятся в зависимости от материала ЭИ.

Электрод-инструмент должен изготавливаться из эрозионностойкого материала, обеспечивать стабильную работу во всем диапазоне рабочих режимов ЭЭО и максимальную производительность, имея малый износ.

Конструкция ЭИ должна быть достаточно жесткой и противостоять различным усилиям деформации (усилиям прокатки) и температурным деформациям [1]. Суммарная деформация не должна превышать 0,3 % допуска на основные размеры обрабатываемого изделия. Конструкция ЭИ должна быть технологически выполнимой и не оказывать влияния на быстрдействие следящего привода, а стоимость изготовления - ниже стоимости основного изделия (штампа, пресс-формы и т. д.) не менее чем в три раза.

При обработке углеродистых и инструментальных сталей, а также жаропрочных сплавов на никелевой основе широко используются углеграфитовые и медные ЭИ. Для черновой обработки этих материалов могут применяться ЭИ из алюминиевых сплавов и чугуна, а при обработке сквозных отверстий - из латуни. В случае обработки твердого сплава и тугоплавких материалов на основе вольфрама, молибдена и ряда других материалов наиболее широко, особенно в последние годы, применяются прессованные ЭИ из порошка, содержащего медь и вольфрам. Это вызвано тем, что при обработке этих материалов использование углеграфитовых ЭИ не обеспечивает высокой производительности из-за низкой стабильности электроэрозионного процесса, а ЭИ из меди имеет большой износ, достигающий десятка процентов, и высокую стоимость [2].

Износ зависит не только от материала ЭИ, но и от параметров рабочего импульса, свойств рабочей среды, вибрации и площади обрабатываемой поверхности.

Материал обрабатываемого изделия, размеры обрабатываемой полости, сложность формы полости, требования к точности изготавливаемого изделия, серийность изделия определяют выбор материала ЭИ, его конструкцию и метод изготовления.

В ходе экспериментов использовались электрод инструменты, выполненные из латуни и меди.

При обработке латунным электродом наблюдалась наибольшая неравномерность износа рабочих поверхностей электрода-инструмента.

При обработке медным электродом износ был минимальным. Образования нароста не наблюдалось. Процесс ЭЭО характеризовался стабильным искрообразованием. Поэтому экспериментальные данные, необходимые для сравнения с данными, полученными в ходе

математического моделирования, были получены с использованием медного электрод-инструмента.

Выбранные результирующие переменные производительности съёма материала (ПСМ), коэффициент износа инструмента и шероховатость поверхности определяются следующим образом:

Производительность съёма материала рассчитывалась по разнице веса заготовки до и после процесса обработки.

$$ПСМ = \frac{W_i - W_f}{\rho_s \cdot t} \text{ мм}^3/\text{мин},$$

где W_i – это начальный вес заготовки в граммах; W_f – вес заготовки после обработки в граммах; t – время обработки в минутах, а ρ_s – плотность стали ($7,8 \cdot 10^{-3}$ г/мм³).

Износ медного электрода рассчитывали по разнице массы электрода до и после обработки и выражали как:

$$ИИ = \frac{E_i - E_f}{\rho_{Cu} \cdot t} \text{ мм}^3/\text{мин},$$

где E_i – начальный вес электрода в граммах; E_f – масса электрода после механической обработки в граммах; t – время обработки в минутах, а ρ_{Cu} – плотность меди ($8,9 \cdot 10^{-3}$ г/мм³). Вес заготовки и инструмента измерялся с помощью высокоточных цифровых весов (Essae-Teraoka), которые имеют точность 10^{-4} грамм и, таким образом, исключают возможность большой ошибки. Значение шероховатости поверхности, Ra измерялось с профилометра-профилографа «Абрис-ПМ7.2». Отключение аппарата было установлено на $2,5 \times 5$ мм с длиной выемки 12,5 мм, а значения шероховатости были средними из 5 измерений на образец. При измерении шероховатости поверхности единственным параметром, который должен быть оценен, был Ra , поскольку он является наиболее широко используемым параметром в промышленных приложениях.

В таблице 1 показана матрица эксперимента, разработанная для предложенной модели, а также значение характеристик обработки, полученное в экспериментах для шероховатости поверхности, производительности съёма материала и коэффициента износа инструмента.

Для проверки адекватности разработанных моделей были проведены подтверждающие эксперименты в заданном диапазоне параметров процесса. Для подтверждения моделей, разработанных для шероховатости поверхности, производительности съёма материала и коэффициента износа инструмента, были проведены подтверждающие

эксперименты с комбинациями параметров, которые не использовались при разработке моделей. Было проведено пять наборов экспериментов для различных уровней тока, настроек включения и отключения импульсов. Для оценки точности моделей прогнозирования использовались критерии процентной ошибки и средней процентной ошибки.

Таблица 1. Матрица экспериментов и характеристик обработки

№ эксперимента	Продолжительность эксперимента, мин	I, А	T _{вкл} , мкс	T _{выкл} , мкс	ШП (Ra)	ПСМ (мм ³ /мин)	ИИ (мм ³ /мин)
1	20	12	500	500	17,43	15,476	0,1167
2	1	12	1000	500	10,49	8,4353	0,0671
3	9	12	500	10	15,61	22,437	0,1742
4	4	6	750	750	5,83	1,5535	0,0248
5	18	3	500	500	3,09	0,3095	0,01
6	19	12	500	500	17,13	13,436	0,1256
7	17	18	200	200	20,64	32,03	0,5348
8	14	6	200	750	10,28	2,9114	0,0401
9	16	18	200	750	21,04	18,604	0,5131

Ошибка прогноза (ОП) была определена следующим образом:

$$ОП(\%) = \frac{|Прогнозируемое значение - экспериментальное значение|}{Прогнозируемое значение} \times 100$$

Прогнозируемые значения и фактические экспериментальные значения сравнивались, и вычислялась ошибка и процентная ошибка. Установлено, что средние ошибки прогнозирования этих проверок модели составляют 6,48%, 6,78% и 9,53% для шероховатости поверхности, производительности съема материала и коэффициента износа инструмента соответственно.

Выводы

Процентная ошибка коэффициента износа инструмента, кажется, немного выше из-за очень небольшого изменения значения коэффициента износа инструмента, и в то же время абсолютное значение коэффициента износа инструмента также очень мало. Таким образом, можно сделать вывод, что при помощи разработанной математической модели можно контролировать шероховатость поверхности, производительность съема материала и коэффициент износа инструмента при ЭО.

Список литературы:

1. Румянцев Е.М., Давыдов А.Д. Технология электрохимической обработки металлов: учеб. пособие. - М.: Высш. шк., 1984. - 159 с.
2. Справочник по электрохимическим и электрофизическим методам обработки // Г.Л. Амитан, И.А. Байсупов, Ю.М. Барон и др.; под общ. ред. В.А. Волосатова. - Л.: Машиностроение. Ленингр. отделение, 1988. - 719 с.

УДК 004.942

Забродин Николай Геннадьевич

Научный руководитель

Алибеков Сергей Якубович,

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

**РАЗРАБОТКА МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ
ЭЛЕКТРОЭРОЗИОННОЙ ОБРАБОТКИ**

Цель работы - разработка первичной математической модели электроэрозионной обработки.

При электроэрозионной обработке (ЭЭО) материал удаляется, когда происходит несколько последовательных разрядов между инструмент-электродом и электродом заготовки, которые погружены в диэлектрическую среду. Описание физических процессов сфокусировано на моделировании плазменного канала, производительности съёма материала (ПСМ) и износа инструмента.

Актуальность проекта обусловлена исследованием особенностей работы электрод-инструмента при электроэрозионной обработке на многофункциональном настольном станке с числовым программным управлением при поддержке Фонда содействия инновациям.

Для моделирования производительности съёма материала ЭЭО обычно описывается на основе электротермического механизма [1]. В этом случае материал удаляется из-за высоких температур, достигаемых в плазменном канале во время разряда (высокая плотность электрического тока). В большинстве модельных подходов рассчитывается распределение температуры внутри заготовки из-за определенного смоделированного источника тепла, приложенного к заготовке, и предполагается, что объём материала, который достигает температур, превышающих температуру плавления, будет удален.

Таким образом, обычно моделируются одиночные разряды, и производительность съёма материала рассчитывается на основе расплавленного материала на один разряд. В этом контексте были рассмотрены аналитические и численные модели для описания ЭЭО.

Одной из особенностей, которая отличает разные модели, - это способ определения источника тепла. Например, можно использовать точечный источник тепла. В этом случае аналитические решения, которые описывают фронт плавления, могут быть легко получены. Однако формы моделируемых кратеров, как правило, значительно отличаются от измеренных. В нескольких моделях [2] дисковый источник тепла используется для моделирования теплового потока к заготовке. С другой стороны, получены аналитические решения, которые описывают ванну расплава, но в целом обнаруживаются значительные различия между моделируемыми и измеренными кратерами. Луис и соавторы [3] предложили использовать распределенный по Гауссу источник тепла на аноде для расчета распределения температуры и предложили аналитическое решение для уравнения в частных производных, которое описывает теплопроводность. Результаты моделирования лучше коррелируют с интенсивными разрядами, где применяются более высокие токи и более длинные импульсы. Однако для менее частых разрядов были обнаружены большие расхождения между результатами моделирования и эксперимента.

Другой характеристикой, которая отличает различные модели, является то, как учитываются свойства материала. В общем, рассматриваются постоянные теплофизические свойства заготовки, то есть её зависимость от температуры не учитывается. Более того, подавляющее большинство моделей эрозии не учитывает скрытые теплоты плавления и испарения.

Основываясь на вышеупомянутых проблемах, это исследование было направлено на оценку влияния типа источника тепла на моделирование отдельных разрядов, а также влияния свойств материала, зависящих от температуры, и скрытых теплот плавления и испарения на результаты моделирования.

Для моделирования передачи тепла, создаваемого при единичном разряде на заготовку/анод, предполагалось явление теплопроводности. Уравнение 1 описывает уравнение в частных производных для теплопроводности в декартовых координатах, уравнение 2 описывает температуропроводность:

$$\frac{\partial^2 T}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 T}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 T}{\partial z^2} + \frac{\dot{q}}{k} = \frac{1}{\alpha} \cdot \frac{\partial T}{\partial t} \quad (1)$$

$$\alpha = \frac{k}{\rho \cdot C_p} \quad (2)$$

где T - температура, x , y и z - декартова система координат, $\dot{q}$ - скорость генерации тепловой энергии на единицу объема (Вт/м³), k - теплопроводность, α - коэффициент температуропроводности, t - время, ρ – плотность вещества и C_p - удельная теплоемкость.

Аналитические методы могут быть использованы для решения уравнения 1, но скорее применяются для устойчивых двумерных задач теплопроводности. Численные методы могут быть распространены на трехмерные задачи теплопроводности и могут лучше справляться с более сложной геометрией и граничными условиями. Метод конечных разностей является численным методом, который используется в качестве основы для моделирования процесса механической обработки электрическим разрядом в данной работе. Метод конечных разностей, где время и пространство дискретизируются, позволяет рассчитывать температуру в различных дискретных узловых точках внутри заготовки.

Источник тепла моделируется на основе трех различных форм: точечный источник тепла, дисковый источник тепла и не зависящий от времени источник тепла. В последнем случае источник тепла растёт от точечного к дисковому источнику тепла в течение времени разряда. Отдельные разряды затем моделируются на основе нескольких входов модели.

Согласно формуле 1, распределение температуры можно определить, зная скорость генерации тепловой энергии на единицу объема $\dot{q}$, коэффициент температуропроводности α и время t . Таким образом, параметры эрозии и теплофизические свойства заготовки должны использоваться в качестве входных данных модели. Кроме того, энергия, связанная с фазовыми изменениями материала, также принимается во внимание, то есть скрытые теплоты плавления и испарения.

Выводы

Была проведена оценка влияния типа источника тепла на моделирование отдельных разрядов, а также влияния свойств материала, зависящих от температуры, и скрытых теплот плавления и испарения на результаты моделирования.

Список литературы:

1. Артамонов Б.А., Волков Ю.С., Дрожалова В.И. Электрофизические и электрохимические методы обработки материалов: учеб. пособие / Под ред. В.П. Смоленцева (в 2-х томах). Т. 1. Обработка материалов с применением инструмента. - М.: Высшая школа, 1983. - 247 с.
2. Елисеев Ю.С., Саушкин Б.П. Электроэрозионная обработка изделий авиационно-космической техники. - М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2010. - 437 с.
3. C.J. Luis and I. Puertas, - Methodology for developing technological tables used in EDM process of conductive ceramics, Journal of Material Processing Technology, vol. 89, No. 1-3, pp. 301-309, 2007.

УДК 621.6

Зайцев Александр Петрович

направление Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов
(бакалавриат), гр. ЭТМ-41

Научный руководитель

Каменских Александр Дмитриевич,

ст. преподаватель кафедры эксплуатации машин и оборудования
ФГБОУ ВО «Поволжский государственный технологический университет»,
г. Йошкар-Ола

**РАЗРАБОТКА ЭНДОСКОПА ДЛЯ ДИАГНОСТИКИ ГАЗОПРОВОДА В
МНОГОКВАРТИРНЫХ ДОМАХ**

Газ довольно широко используется в бытовых целях. Его утечка способна привести не только к отравлению, но и к взрыву, приводящему к многочисленным жертвам. Для того чтобы этого избежать следует соблюдать правила, установленные для пользования газовыми приборами и знать, также наряду с соблюдениями правил следует проводить своевременную диагностику труб [1].

Для упрощения действий газовых служб мы поставили задачу разработать гибкий эндоскоп для диагностики газовых труб и дальнейшей установки заглушек в многоквартирных домах, в случаях если не был предоставлен доступ в помещение с газовым оборудованием или в случае, если абонент имеет большую задолженность за пользование газом.

На верхние этажи многоквартирных зданий поднять трос, для проверки целостности газопровода, довольно проблематично. Для решения

данной проблемы было принято установить привод, для продвижения троса гибкого эндоскопа

Механизм пульта управления гибкого эндоскопа представляет собой набор шестеренок, заключенных в корпус (рис. 1.). На самом пульте имеются входы для вывода картинки на экран, а также предусмотрено специальное место для установки его. В начинке корпуса имеются такие элементы как: катушки, на которые наматывается трос, ручка управления гибкого конца имеющего угол обзора от 0° до 180° . Для переключения механизма выталкивания троса на поворот гибкого конца используется рычаг. Питание подает электродвигатель после нажатия красной кнопки вкл/выкл через ремни.

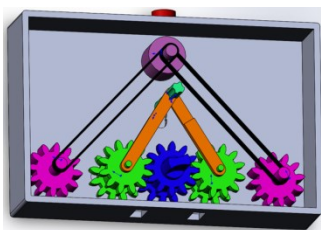


Рис. 1. Пульт управления эндоскопом для диагностики газопроводов

Основное преимущество гибкого эндоскопа его управляемый дистальный конец. В данном устройстве он состоит из двух зубчатых сегментов круга, выделены они красным и синим цветом. При повороте вправо или влево один из тросов натягивается, ослабляя при этом другой трос, далее происходит поворот гибкого конца. На конце расположен объектив, освещающий элемент и, устройство для установки заглушки.

Разработка данного устройства является актуальной задачей. За счет использования его можно снизить процент утечек газа в жилых помещениях, аварий газа, а также устройство позволит облегчить работу газовым службам.

Список литературы:

1. Зайцев А.П. Обоснование необходимости разработки устройства для отключения подачи природного газа физическим лицам без доступа в помещения // Инженерные кадры – будущее инновационной экономики России: материалы V Всероссийской студенческой конференции (Йошкар-Ола, 5-8 ноября 2019 г.): в 8 ч. Часть 1: Инжиниринговые технологии – взгляд в будущее современного производства. – Йошкар-Ола: Поволжский государственный технологический университет, 2019. – С. 55-57.

Ивличева Екатерина Александровна

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

Научный руководитель

Ласточкин Денис Михайлович,

к.т.н., доцент кафедры эксплуатации машин и оборудования
*ФГБОУ ВО «Поволжский государственный технологический университет»,
г. Йошкар-Ола*

ПРОВЕДЕНИЕ ДИАГНОСТИКИ РЕЗЕРВУАРА С ПРИМЕНЕНИЕМ МЕТОДА ЛОКАЛЬНОГО НИЗКОТЕМПЕРАТУРНОГО НАГРУЖЕНИЯ МАТЕРИАЛОВ

Цель работы - изучить способ локального низкотемпературного нагружения материалов.

Актуальность работы заключается в том, что обеспечение эксплуатационной надежности вертикальных стальных резервуаров для хранения нефти и нефтепродуктов является одной из главных задач предприятий. Данная задача может быть упрощена путем повышения выявляемости труднообнаруживаемых дефектов, с использованием низкотемпературного нагружения при акустико-эмиссионном (АЭ) методе технического обследования. Далее рассмотрим данный метод.

Оценка технического состояния резервуаров при высоком уровне накопления дефектов и повреждений представляет собой комплексную задачу, решение которой включает определение степени опасности тех или иных дефектов в сварных соединениях резервуаров с учетом влияния низких температур. Главным недостатком традиционных методов контроля является невозможность определения за короткое время реальную степень опасности дефекта [2].

В отличие от традиционного метода АЭ контроля, в котором напряженное состояние материала получают путем нагружения всего объекта, в усовершенствованном методе АЭ контроля, исследуемый материал предлагается нагружать локально, а именно на опасных участках объекта, указанных в работах [3]. В данном случае нет необходимости нагружать весь объект соответственно, не теряя возможностей стандартного АЭ контроля, можно существенно повысить производительность диагностирования с понижением экономических затрат АЭ диагностирования, за счет исключения дорогостоящего нагружения всего объекта с изменениями штатных

эксплуатационных характеристик. Для достижения указанных преимуществ, в предлагаемом методе контроля, используются нагружение локального участка материала путем воздействия на контролируемую поверхность низкими температурами, которые отвечают требованиям взрывопожаробезопасности, что является важнейшим аспектом в опасных производственных объектах как нефтехимических, газовых и т.д. производствах [1].

Выбор способа локального нагружения участка листа осуществляется из позиций: безопасность, минимальный расход материалов и производительность процесса. Этим критериям преимущественно соответствует способ низкотемпературной деформации с использованием охладителя в виде сухого льда (диоксид углерода). Обработка и анализ данных источников АЭ должен показать, что зоны повышенной концентрации (кластеры) индикаций АЭ соответствуют фактическому местонахождению дефекта. Проще говоря, при резком охлаждении поверхности и возвращении ее температуры близкой к начальной, дефекты будут находиться в напряженном состоянии, и, благодаря такому переходу, обнаружение их будет более точным.

Выводы

В результате анализа данной темы можно сделать вывод о том, что проведение предложенный способ низкотемпературного нагружения, при проведении акустико-эмиссионного контроля с использованием хладагента, позволяет повысить выявляемость дефектов акустико-эмиссионным методом, за счет локализации контроля и уменьшения побочных акустических шумов

Список литературы:

1. Андреев Я.М. Способ низкотемпературного локального нагружения объекта при акустико-эмиссионном методе неразрушающего контроля, Изобретение №2614190, март 23, 2017.
2. Ермолов И.Н. Неразрушающий контроль. Акустические методы контроля: Практическое пособие. / И.Н. Ермолов, Н.П. Алешин, А.И. Потапов // В 5 кн. Кн. 2. – Под ред. В.В. Сухорукова. – М.: Высшая школа, 1991 – 283 с.
3. Большаков А.М. Характер дефектов и виды отказов резервуаров, работающих в условиях Севера / А.М. Большаков, Я.М. Андреев // Газовая промышленность. – 2012. – №3. – С. 90–92.

Ильдюков Михаил Васильевич

направление Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов
(магистратура), гр. ЭТМм-21

Научный руководитель

Гаджиев Гасан Магамедрасулович,

к.т.н., доцент кафедры эксплуатации машин и оборудования

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

ПРИНЦИПЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ МАЛОГО АВТОТРАНСПОРТНОГО ПРЕДПРИЯТИЯ И ПЛАНИРОВОЧНЫЕ РЕШЕНИЯ

Цель работы – анализ принципов проектирования малых автотранспортных предприятий и планировочных решений.

Актуальность исследования. Транспортная сфера является одной из стратегически значимых отраслей, связывающей воедино не только экономическое пространство страны, но, и во многом определяя социальную стабильность в обществе и качество жизни населения.

Процесс проектирования предприятия включает разработку проекта, его реализацию и ввод предприятия в эксплуатацию. При этом предприятие необходимо рассматривать как целостную систему, которая характеризуется местом размещения производства, планом застройки и структурой процессов производства на установленных площадях и помещениях. Анализ литературных источников показал, что основные принципы проектирования предприятий АТП основывается на таких параметрах, как надежность, вариативность и комплексность, которые в свою очередь включают следующие принципы:

Объем ТО и ТР распределяется по месту его выполнения по технологическим и организационным признакам. ТО и ТР выполняются на постах и производственных участках. К постовым относятся работы по ТО и ТР, выполняемые непосредственно на автомобиле. Работы по проверке и ремонту узлов, механизмов и агрегатов, снятых с автомобиля, выполняются на участках.

Постовые работы по ТО-2 выполняются на отдельных универсальных постах, а ТР обычно производятся в общей зоне. В ряде случаев ТО-2 выполняется на постах линии ТО-1, но в другую смену.

Работы по диагностированию Д-1 проводятся на самостоятельных постах или совмещаются с работами, выполняемыми на постах ТО-1. Диагностирование Д-2 обычно выполняется на отдельных постах.

При организации ТО-2 на отдельных универсальных постах, а ТО-1 – на поточной линии смазочные работы, учитывая их специфику, целесообразно выполнять на постах линии ТО-1, которая в период работы зоны ТО-2 обычно свободна, так как ТО-1 проводится во время нахождения подвижного состава на АТП.

Для формирования объемов работ, выполняемых на постах зон ТО, ТР и производственных участках, а также для определения числа рабочих по специальности производится распределение годовых объемов работ ТО-1, ТО-2 и ТР по их видам в процентах, а затем в человеко-часах [1].

К технологическому оборудованию относятся стационарные и переносные станки, стенды, приборы, приспособления и производственный инвентарь, необходимые для обеспечения производственного процесса АТП. Технологическое оборудование по производственному назначению подразделяется на основное, комплектное, подъемно-осмотровое и подъемно-транспортное, общего назначения и складское. Количество оборудования, которое используется периодически, устанавливается комплектом по таблице оборудования для данного участка. Количество подъемно-осмотрового и подъемно-транспортного оборудования определяется числом постов ТО, ТР и линий ТО, их специализацией по видам работ. Количество производственного инвентаря, который используется в течение всей рабочей смены, определяют по числу работающих в наиболее загруженной смене. Количество складского оборудования определяется номенклатурой и объемом складских запасов.

Рассмотрим общие требования и положения к планировочным решениям зон ТО и ТР на малых АТП.

Планировочное решение зон ТО и ТР разрабатывается с учетом требований ОНТП и Ведомственных строительных норм предприятий по обслуживанию автомобилей (ВСН).

Посты уборочно-моечных работ обычно располагаются в отдельных помещениях, что связано с характером выполняемых операций. Посты мойки для автомобилей I категории, располагаемые в камерах, допускается размещать в помещениях постов ТО и ТР.

Посты диагностирования располагают или в обособленных помещениях, или в общем помещении с постами ТО и ТР. При

организации диагностирования на поточной линии ее располагают обычно в самостоятельном помещении.

Посты общего диагностирования (Д-1) тормозов, углов установки управляемых колес, приборов освещения и сигнализации допускается размещать в одном помещении с постами ТО и ТР.

При размещении постов Д-1 и Д-2 необходимо учитывать месторасположение роликов соответствующих стендов.

Посты ТО-1 могут располагаться в общем помещении с постами ТО-2 и ТР. При поточной организации ТО-1 линии располагают в обособленных помещениях.

Посты ТО-2 можно располагать в общем помещении с постами ТО-1 и ТР. При поточной организации ТО-2 линии следует располагать или в обособленном помещении, или в общем помещении с линиями ТО-1. В последнем случае ТО-1 и ТО-2 желательно выполнять на одной линии.

Посты ТР можно располагать в общем помещении с постами ТО-1 и ТО-2.

Планировочное решение и размеры зон ТО и ТР зависят от выбранной строительной сетки колонн, обустройства постов, их взаимного расположения и ширины проезда в зонах. Размеры осмотровых канав проектируются с учетом соответствующих требований. При оборудовании постов гидравлическими одноплунжерными подъемниками двух или более параллельных постов расстояние между ними должно обеспечивать возможность полного поворота поднятого автомобиля [2].

По взаимному расположению посты могут быть прямоточными и тупиковыми. Прямоточное расположение нескольких постов используется для ЕО, ТО-1 и ТО-2 при поточном методе обслуживания автомобилей, а прямоточные одиночные (проездные и тупиковые) посты – для ТО и ТР при выполнении работ на отдельных постах. (Рис.1)

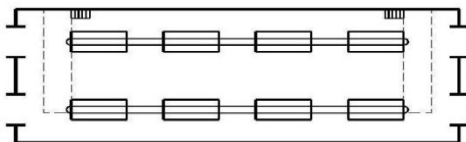


Рис. 1. Схема планировки зоны ТО при прямоточном расположении постов

При тупиковом расположении постов в зонах ТО и ТР расстановка постов может быть прямоугольной однорядной (рис. 2, а) и двухрядной (б), косоугольной (в), а также комбинированной однорядной (г) и двухрядной (д).

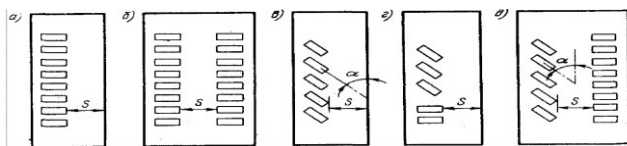


Рис. 2. Схемы планировки зоны ТО и ТР при тупиковом расположении постов: S – ширина проезда; α – угол установки относительно проезда

Ширина внутри гаражных проездов при обслуживании подвижного состава зависит от угла расстановки к оси проезда. Для отечественных легковых автомобилей при напольных постах с дополнительным маневрированием и угле расстановки к оси проезда 60° ширина проезда равна 5 м [3].

Выводы

Планировочное решение зон ТО и ТР разрабатывается с учетом требований ОНТП и Ведомственных строительных норм предприятий по обслуживанию автомобилей (ВСН).

Технологическое оборудование АТП по производственному назначению подразделяется на основное, комплектное, подъемно-осмотровое и подъемно-транспортное, общего назначения и складское.

Технические решения на малых АТП предусматривает специализированные посты для сварочных и окрасочных работ. Из четырех постов ремонтной зоны два поста оборудованы гидравлическими подъемниками, один пост – ремонтной канавой и один пост – специализированный по проверке и регулировке колес и тормозов легковых автомобилей.

Список литературы:

1. Автосервис: станции технического обслуживания автомобилей : учеб. для студентов вузов / под ред. В. С. Шуплякова, Ю. П. Свириденко. – М. : Альфа-М : ИНФРА-М, 2009. – 480 с. – ISBN 978-5-16-003244-3 (Альфа-М). – ISBN 978-5-98281-131-8 (ИНФРА-М).
2. Денисов, И. В. Основы проектирования сервисных предприятий : учеб. пособие к курсовому проектированию / И. В. Денисов ; Владимирский гос. ун-т им. А. Г. и Н. Г. Столетовых. – Владимир: Изд-во ВлГУ, 2015. – 127 с. – ISBN 978-5-9984-0595-2.
3. Бортников, С. П. Основы проектирования предприятий автомобильного транспорта: учебное пособие / С. П. Бортников. – Ульяновск: УлГТУ, 2008. – 63 с. ISBN 978-5-9795-0391-2.

Казанцев Георг Генрихович

направление Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов
(магистратура), гр. ЭТМм-21

Научный руководитель

Шамшуров Дмитрий Николаевич,

к.т.н. доцент кафедры эксплуатации машин и оборудования
*ФГБОУ ВО «Поволжский государственный технологический университет»,
г. Йошкар-Ола*

ПРОВЕДЕНИЕ ДИАГНОСТИКИ ПРИСПОСОБЛЕННОСТИ АВТОМОБИЛЕЙ-РЕФРИЖЕРАТОРОВ К ПЕРЕВОЗКЕ СКОРОПОРТЯЩИХСЯ ГРУЗОВ

Цель работы – повышение эффективности работы автомобилей-рефрижераторов путем установления закономерностей влияния условий эксплуатации на температурный режим грузового отсека автомобиля.

Актуальность работы заключается в том, чтобы обеспечить повышение эффективности использования автомобилей, уменьшить величину порожних пробегов транспортных средств при мелкопартионных перевозках. Ведь в условиях рыночной экономики важнейшим элементом при организации перевозок становится сохранение качества перевозимого груза, что особенно актуально при перевозке продуктов питания. Большую часть таких продуктов составляют скоропортящиеся грузы, требующие при транспортировке защиты от негативного воздействия окружающей среды.

Характерной особенностью перевозки скоропортящихся грузов (СГ) является соблюдение определённого температурного режима грузового отсека (ГО) автомобиля-рефрижератора, который существенно зависит от температуры окружающего воздуха.

Вопросы обеспечения сохранности СГ при перевозке рассмотрены в монографии Д.А. Захарова, С.А. Сидорова, П.А. Козлова [1]. В данной работе установлено, что на температуру воздуха в ГО автомобиля-рефрижератора оказывает влияние температура окружающего воздуха, как основного фактора условий эксплуатации. При повышении времени погрузо-разгрузочных работ, температура воздуха в ГО автомобиля-рефрижератора значительно изменяется. Для совершенствования эксплуатации автомобилей рефрижераторов нужно внедрять в практику различные методики, основанные на использовании закономерностей влияния условий эксплуатации на температуру воздуха в ГО

автомобиля-рефрижератора.

При умеренном влиянии условий эксплуатации на температуру воздуха в ГО автомобиля-рефрижератора грузоперевозчик организует доставку СГ по оптимальным развозочным маршрутам. В этом случае технико-эксплуатационные показатели (ТЭП) имеют оптимальные значения. Однако в условиях высоких температур окружающего воздуха при работе автомобиля-рефрижератора на развозочном маршруте с частыми и длительными остановками для разгрузки не обеспечивается необходимый температурный режим. Это заставляет грузоотправителей уменьшать размер партии груза, что ведёт к увеличению холостого пробега, снижению коэффициента использования грузоподъёмности и эффективности использования автомобилей-рефрижераторов. Автоперевозчик может поддерживать заданный температурный режим за счет увеличения времени работы холодильной установки при движении автомобиля с грузом. Однако это ведет к увеличению общего пробега, увеличению времени работы автомобиля-рефрижератора на маршруте, и как следствие – к увеличению затрат на перевозку СГ [2].

При выборе подвижного состава для перевозки СГ учитываются характер маршрута, количество пунктов разгрузки на развозочном маршруте, тип холодильной установки автомобиля-рефрижератора. Так, при междугородных перевозках, в основном, используют автономные холодильные установки, размещённые на автомобилях и полуприцепах, которые позволяют поддерживать заданный температурный режим, независимо от работы двигателя автомобиля. При городских и пригородных перевозках используют холодильные установки с приводом компрессора холодильного оборудования от двигателя автомобиля, либо от внешнего источника питания [3].

Выводы

В результате анализа данной темы можно сделать вывод о том, что повышение эффективности эксплуатации автомобилей-рефрижераторов на развозочных маршрутах перевозки скоропортящегося груза в летний период основан на установлении практического использования закономерностей изменения температуры воздуха в грузовом отсеке при различных условиях эксплуатации.

Установлена закономерность изменения температуры воздуха в грузовом отсеке от температуры окружающего воздуха, времени разгрузки, времени движения.

Список литературы:

1. Захаров Д.А. Снижение энергоёмкости и повышение эффективности

перевозок скоропортящихся грузов автомобилями-рефрижераторами: монография / Д.А. Захаров, С.А. Сидоров, П.А. Козлов. // Политранспортные системы: материалы 4-ой всероссийской научнотехнической конференции – Тюмень: ТюмГНГУ, 2016. – 120 с.

2. Сидоров С.А. Конкурентоспособность грузовых автомобилей в условиях эксплуатации / С.А. Сидоров, Д.А. Захаров // Проблемы эксплуатации и обслуживания транспортно-технологических машин. Доклады международной научно-технической конференции – Тюмень: ТюмГНГУ, 2006. – С. 69 – 73.

3. Сидоров С.А. Учёт приспособленности автомобилей при выборе подвижного состава для перевозки скоропортящихся грузов / С.А. Сидоров, Д.А. Захаров // Проблемы и достижения автотранспортного комплекса. Материалы 5-й всероссийской научно-технической конференции. - Екатеринбург: УГТУ-УПИ, 2007. – С. 68 – 72.

УДК 621.18

Кобзарь Полина Александровна

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

Научный руководитель

Анисимов Павел Николаевич,

к.т.н., доцент кафедры энергообеспечение предприятий
*ФГБОУ ВО «Поволжский государственный технологический университет», г.
Йошкар-Ола*

ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ПЕРЕВОДА УГОЛЬНОЙ ОТОПИТЕЛЬНОЙ КОТЕЛЬНОЙ №0101 УЛ.МЫШИНО Г.ЙОШКАР-ОЛА РМЭ НА СЖИГАНИЕ ПРИРОДНОГО ГАЗА

Цель работы – провести технико-экономическое обоснование перевода угольной отопительной котельной №0101 ул. Мышино г. Йошкар-Ола РМЭ на сжигание природного газа.

В статье рассматриваются преимущества использования природного газа перед каменным углем в котле для выработки тепловой энергии и обеспечения ею потребителей.

Актуальность темы обусловлена тем, что значительная часть выработки тепловой энергии приходится на долю пылеугольных котельных, оборудование которых уступает современному из-за низких параметров пара и по причине значительного физического износа и морального старения. Поэтому самым простым и экономным вариантом

До недавнего времени котельная №0101, расположенная в г. Йошкар-Ола ул. Мышино, работала на твердом топливе. Там были установлены котлы, работающие на каменном угле марки КСВ-0,4 в количестве 2 штук. В 2019г. была утверждена инвестиционная программа по реконструкции системы теплоснабжения г. Йошкар-Олы, ул. Мышино на 2020г.

С начала отопительного периода 2020-2021г. котельная №0101 будет работать на газообразном топливе. Сейчас в котельной уже установлены газовые котлы, работающие на природном газе RS-A-150 в количестве 2 шт., а один угольный котел КСВ-0,4 остался в качестве резервного (рис.1).



По проведенным расчетам усредненные по предприятию ООО «Маркоммунэнерго» тарифы на теплоэнергию в разрезе теплосетевых районов равны: на газовых теплоисточниках - 683,33 руб/Гкал; на угольных теплоисточниках - 1197,82 руб/Гкал.

Перевод угольных котельных на сжигание природного газа при существующих ценах на энергоносители обеспечит снижение издержек энергоснабжающей организации на 60309,76 тыс. руб.

Издержки энергоснабжающей организации на газовых теплоисточниках могут быть существенно снижены за счет снижения затрат на оплату труда. При снижении коэффициента оплаты труда на газовых котельных с 13,07 до 7,7 экономия издержек составит 15866 тыс. руб.

Список литературы:

1. Руководство по проектированию тепловых пунктов/ Всесоюз. гос. н. и. и проект. – изыскат. Ин-т «Атомтеплоэлектропроект» и др. – М.: Стройиздат, 1983 – 72 с.
2. Своды правил по проектированию и строительству. Система нормативных документов в строительстве. Проектирование тепловых пунктов: СП 41-01-95. – Изд. Офиц. – М.: Минстрой России: ГУПП ЦПП, 1997 – 78 с.
3. Строительные нормы и правила. Отопление, вентиляция и кондиционирование. СНиП 2.04.05-91. (Взамен СНиП 2.04.07-86) Изд. Офиц. – М.: АПП ЦИТП, 1992 – 44 с.
4. Строительные нормы и правила. Тепловые сети: СНиП 2.04.07 – 86 (Утв. Госстроем СССР 30.12.86) – Изд. Офиц. – М.: Минстрой России, 1996 – 44 с.
5. Строительные нормы и правила. Строительная климатология и геофизика. СНиП 2.01.01-82. Изд. Офиц. (Утв. Гос. ком. СССР по делам строительства 21.07.82). – М.: Стройиздат, 1987. – 136 с.

УДК 532.5 (075.8)

Козырев Игорь Сергеевич

направление Теплоэнергетика и теплотехника (бакалавриат) гр. ТТ-21

Научный руководитель

Поздеев Анатолий Геннадиевич,

д-р. техн. наук, профессор кафедры энергообеспечения предприятий
ФГБОУ ВО «Поволжский государственный технологический университет»,
г. Йошкар-Ола

**АВТОМАТИЗАЦИЯ ВЫЧИСЛЕНИЯ ПАРАМЕТРОВ ИСТЕЧЕНИЯ
ВОЗДУХА ИЗ ВОЗДУХОПРОВОДА ЗАВОДСКОЙ МАГИСТРАЛИ**

Актуальность: Характерной особенностью производства работ в заводских условиях, связанных с работой потребителей или приемников сжатого воздуха, является применение пневматических инструментов, механизмов и устройств, расходующих сжатый воздух для различных производственных операций.

Для решения подобных задач, как правило, используются различные насадки, и, прежде всего, насадки конического типа [2]. Расчет подобных устройств вызывает необходимость решения задач газовой динамики с применением газодинамических функций [3]. Существенное упрощение решения таких задач достигается применением информационных технологий. Таким образом, разработка информационно-технологического обеспечения расчета кинематических параметров истечения воздуха из воздухопроводов заводской магистрали является актуальной задачей.

Цель работы состоит в информационно-технологическом обеспечении вычисления скорости истечения и массового расхода воздуха из воздухопровода заводской магистрали через конический насадок в атмосферу.

Анализ состояния вопроса показывает, что наиболее распространенной постановкой задачи расчета параметров истечения воздуха из воздушной заводской магистрали является вычисление скорости истечения и массового расхода через конический насадок в атмосферу. При этом полагаются известными давление p_0 и температура t_0 торможения, а также площадь выходного отверстия конического патрубка s_1 [2].

Для дальнейшего расчета примем давление и температуру торможения равными $p_0 = 0,7$ МПа и $t_0 = 300$ К, а также площадь выходного отверстия $s_1 = 2$ см².

Приведенный ниже автоматизированный расчет выполнен в прикладной среде MathCad [4].

Выводы

1. Произведен автоматизированный расчет скорости истечения и массового расхода воздуха из воздухопровода заводской магистрали через конический насадок в атмосферу с применением встроенных функций среды MathCad.

2. Для расчета приняты исходные давление и температура торможения $p_0 = 0,7$ МПа и $t_0 = 300$ К, а диаметр выходного отверстия $d = 10$ мм.

2. Установлено, что массовый расход газа принимает максимальное значение $Q_{\max} = 0,092$ кг/с, а поскольку выходное сечение является критическим, и скорость равна скорости звука $v_{\text{кр}} = 317,2$ м/с.

Температура торможения воздуха, °C		$t_0 := 27$
Температура торможения воздуха, K	$T_0 := 273.5 + t_0$	$T_0 = 300.5$
Показатель адиабаты		$k := 1.4$
Газовая постоянная, Дж/(кг град)		$\underline{\underline{R}} := 287$
Давление торможения, Па		$p_0 := 0.5 \cdot 10^6$
Диаметр выходного сечения конического патрубка, мм		$d := 10$
Площадь выходного сечения, м ²	$s_1 := \frac{\pi \cdot d^2}{4} \cdot 10^{-6}$	$s_1 = 7.854 \times 10^{-5}$
Площадь выходного сечения, м ²	$s_1 := \frac{\pi \cdot d^2}{4} \cdot 10^{-6}$	$s_1 = 7.854 \times 10^{-5}$
Для определения расхода нужно знать соотношение между критическим давлением $p_{кр}$ и внешним $p_1 = p_a$.		
Атмосферное давление воздуха, мм рт. ст.		$Ва_{рт} := 760$
Атмосферное давление воздуха, Па		
$Ва := \frac{Ва_{рт}}{760} \cdot 1.0308 \cdot 10^5$		$Ва = 1.031 \times 10^5$
Давление воздуха в первом сечении, Па	$p_1 := Ва$	$p_1 = 1.031 \times 10^5$
Число Маха		$M := 1$
Параметр давления торможения, выраженный через числа Маха, полученный по ссылке на автоматизированную таблицу газодинамических функций при $k=1.4$		
$\underline{\underline{\pi}} := \pi_1(M)$		$\pi = 0.528$

В этой части программы по внешней ссылке вызывается информация о параметрах торможения воздуха из автоматизированной таблицы газодинамических функций.

Критическое давление, Па	$p_{кр} := \pi \cdot p_0$	$p_{кр} = 2.64 \times 10^5$
Так как $p_1 = p_a < p_{кр}$, то массовый расход газа принимает максимальное значение, кг/с		
$Q_{max} := 4.05 \cdot 10^{-2} \cdot s_1 \cdot \frac{p_0}{\sqrt{T_0}}$		$Q_{max} = 0.092$
Выходное сечение является критическим, и скорость равна скорости звука, м/с		
$v_{кр} = a_{кр} = \sqrt{k \cdot R \cdot T_{кр}} = \sqrt{\frac{2 \cdot k \cdot R \cdot T_0}{k + 1}}$	$v_{кр} := \sqrt{\frac{2 \cdot k \cdot R \cdot T_0}{k + 1}}$	$v_{кр} = 317.2$

Список литературы:

1. Астрахан И.М. Сборник задач по гидравлике и газодинамике для нефтегазовых вузов: Учеб. пособие/ И.М. Астрахан, В.Г. Иванников, В.В. Кадет: Под ред. В.В. Кадета. - М.: РГУ (НИУ) нефти и газа, 2017. - 295 с.
2. Давидсон В.Е. Основы газовой динамики в задачах/ В.Е. Давидсон. М.: Высшая школа, 1965. - 208 с.
3. Евдокимов О.А. Механика жидкости и газа: Учебное пособие с указаниями к решению задач Часть 1. Газодинамика/ О.А. Евдокимов, С.В. Веретенников. Под общ. ред. Ш.А. Пиралишвили. - Рыбинск: Изд-во Рыбинского ГАТУ, 2017. - с.
4. Макаров, Е.Г. Инженерные расчеты в Matchcad: учебный курс / Е.Г. Макаров. – СПб.: Питер, 2003. – 448 с.

УДК 536.24

Кокорина Ольга Ивановна

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

Научный руководитель

Медяков Андрей Андреевич,

к.т.н., заведующий кафедрой энергообеспечение предприятий
ФГБОУ ВО «Поволжский государственный технологический университет»,
г. Йошкар-Ола

ИНТЕНСИФИКАЦИЯ ТЕПЛООБМЕННЫХ ПРОЦЕССОВ В ГРАДИРНЯХ ТЭЦ

Аннотация: Основой рациональных способов потребления водных ресурсов являются оборотные системы охлаждения, где в качестве охлаждающего оборудования используются градирни. Градирни применяют в системах оборотного водоснабжения, где необходимо глубокое устойчивое охлаждение воды при высоких удельных гидравлических и тепловых нагрузках. Вопрос энерго–ресурсосбережения при работе ТЭЦ во многом зависит от эффективности работы градирен. Недостаточная степень охлаждения приводит к уменьшению вакуума в конденсаторе, а, следовательно, происходит увеличение расхода пара при той же мощности, за счет чего увеличивается расход топлива. В данной статье приводится обзор способов интенсификации теплообменных процессов, протекающих в градирнях.

В промышленной теплоэнергетике в оборотной системе вода, нагревая в конденсаторах турбин и в других теплообменниках,

используется повторно после ее охлаждения в охладительных устройствах. Охлаждение воды обычно осуществляется в градирнях. К температуре оборотной воды предъявляются достаточно жесткие требования, так повышение температуры охлажденной воды приводит к увеличению расхода топлива из-за снижения вакуума в конденсаторе.

Методы интенсификации теплообменных процессов бывают пассивные, активные и комбинированные. К пассивным методам относятся: специальная физико-химическая обработка поверхностей; использование шероховатых и развитых поверхностей; применение элементов, конфигурация которых обеспечивает перемешивание и закручивание потока; воздействие на физические свойства среды. Активные методы: механическое удаление пограничного слоя; вибрацию поверхности теплообмена; пульсацию потока жидкости; использование акустических и электростатических полей; вдув и отсос теплоносителя. Комбинированные методы предполагают использование двух (или более) из перечисленных приемов интенсификации теплообмена.

Все методы интенсификации теплообменных процессов в основном сводятся к увеличению поверхности теплообмена (оребрение поверхности), либо гидродинамическому воздействию на поток (завихрение потока, создание шероховатости), механическое воздействие на поток (вибрация, вращение поверхности).

Одним из распространенных и эффективных методов интенсификации является обеспечение движения жидкости в пленочном режиме. Насадки с пленочным режимом контактирования работают по пути турбулизации пленки стекающей жидкости. Например, использование гофрированных листов, а также снабженных просечными отверстиями различной формы листовых материалов способствует турбулизации жидкостной пленки и улучшению распределения потока фаз.

В настоящее время распространение получили регулярные насадки. Такие насадки образованы чередующимися плоскими и гофрированными листами из тонкого алюминия, поверхность теплообмена состоит из каналов постоянной геометрической формы. При развитой поверхности контакта на единицу объема слоя это позволяет значительно сократить габаритные размеры аппаратов и интенсифицировать протекающие в них процессы.

Перспективными считают насадку ячеистого и капиллярного типа. Такие насадки собраны из гофрированных пластмассовых пластин, разработанных в Московском институте типового и

экспериментального проектирования. Чтобы эти пластины не деформировались, максимальное значение температуры охлаждаемой горячей воды не должно превышать 45 °С. Интенсификация процесса охлаждения воды достигается благодаря волновому турбулентному движению пленки воды по гофрированной поверхности пластин.

Отметим, что увеличение конвективного теплового потока может быть достигнуто и без интенсификации теплообмена, при помощи простого увеличения поверхности теплообмена. Однако простое развитие поверхности предполагает увеличение теплового потока посредством использования простых форм оребрения (например, трубные пучки с прямыми сплошными гладкими ребрами, ориентированными вдоль течения). Это типично экстенсивный метод увеличения теплового потока, который не имеет больших резервов для дальнейшего развития.

Список литературы:

1. Николадзе Г.И. Водоснабжение. - М.: Стройиздат, 1979. - 237 с.
2. Пономаренко В.С. О реконструкции вентиляторных градирен // Химическая промышленность. 1996. - № 7. - С. 45.
3. Арефьев Ю.И., Пономаренко В.С. К вопросу эффективности брызгальных градирен // Водоснабжение и санитарная техника. - 1992. №2. - С. 7.
4. Берглес А. Интенсификация теплообмена // Теплообмен. Достижения. Перспективы. Избранные тр. 6-й Междун. конф. по теплообмену. - М.: Мир, 1981. - Т. 6. - С.145-192.
5. Киприков В.А. О классификации современных методов интенсификации конвективного теплообмена при вынужденном движении (без фазовых переходов) // Теор. основы хим. технол. 1991. Т.25. - №1. С. 139-143.

УДК 621.64

Коробков Юрий Владимирович

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

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

**К ВОПРОСУ ПРОВЕДЕНИЯ ЭКСПЕРТИЗЫ ПРОМЫШЛЕННОЙ
БЕЗОПАСНОСТИ ДИАГНОСТИРОВАНИЯ ПОДЗЕМНЫХ
ГАЗОПРОВОДОВ**

В 2017 приказом Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору от 6 февраля 2017 г. N 47

утверждено Руководство по безопасности «Инструкция по техническому диагностированию подземных стальных газопроводов» взамен РД 12-411-01 «Инструкция по диагностированию технического состояния подземных стальных газопроводов» [1].

Данное Руководство по безопасности утверждено в целях содействия соблюдению требований Федеральных норм и правил в области промышленной безопасности о безопасности сетей газораспределения и газопотребления. И его действия распространяется на газопроводы, по которым транспортируются природный и сжиженные углеводородные газы.

Техническое диагностирование газопроводов проводится с целью:

- оценки фактического технического состояния газопровода;
- установления остаточного срока службы (предельного срока эксплуатации) газопровода;
- разработки рекомендаций по обеспечению безопасной эксплуатации газопровода, до прогнозируемого перехода его в предельное состояние.

В зависимости от условий, продолжительности эксплуатации и технического состояния газопровода проводятся плановое и внеплановое техническое диагностирование.

В зависимости от условий, продолжительности эксплуатации и технического состояния газопровода проводятся плановое и внеплановое техническое диагностирование.

При проведении технического диагностирования газопровода выявляются имеющиеся дефекты и повреждения:

- металла труб, в том числе сварных соединений;
- защитного покрытия газопровода;
- технических устройств, установленных на газопроводе.

Техническое диагностирование газопроводов проводится в случаях:

- истечения срока службы (продолжительности эксплуатации) газопроводов, установленного в проектной документации;
- отсутствия проектной документации, либо отсутствия в проектной документации данных о сроке эксплуатации газопроводов;
- после аварии, в результате которой был поврежден газопровод;
- по истечении сроков безопасной эксплуатации, установленных заключениями экспертизы промышленной безопасности;

Техническое диагностирование газопровода состоит из следующих основных этапов:

- анализ технической документации;
- разработка и утверждение программы технического

диагностирования газопровода;

- техническое диагностирование газопровода без вскрытия грунта (бесшурфовое);
- шурфовое техническое диагностирование газопровода;
- оценка фактического технического состояния газопровода;
- определение остаточного ресурса газопровода;
- оформление результатов технического диагностирования.

Результаты, полученные при выполнении отдельных видов работ, предусмотренных программой проведения технического диагностирования газопровода, оформляются в виде актов, протоколов, заключений, формы которых установлены документами в области стандартизации и другими нормативными документами:

При положительном результате прохождения процедуры выдается заключение. Решение о дальнейшей безопасной эксплуатации газопровода принимается руководителем эксплуатационной организации. В общем случае экспертиза промышленной безопасности состоит в подтверждении соответствия требованиям промышленной безопасности.

Список литературы:

1. Федеральный закон №116-ФЗ «О промышленной безопасности опасных производственных объектов»- Введ. 2017-25-03. - М.: АО «Кодекс», 2017

УДК 621.64

Краснова Елена Геннадьевна

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

Научный руководитель:

Костромин Денис Владимирович,

к.т.н., доцент, заведующий кафедрой эксплуатации машин и оборудования
*ФГБОУ ВО "Поволжский государственный технологический университет",
г. Йошкар-Ола*

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СРЕДСТВ И МЕТОДОВ ПОИСКА УТЕЧЕК ПРИРОДНОГО ГАЗА НА ОБЪЕКТАХ ГАЗОРАСПРЕДЕЛЕНИЯ

Цель работы - обоснование необходимости в совершенствовании средств и методов обнаружения и контроля утечек природного газа на сетях газораспределения.

Природный газ - важнейший энергоноситель. Использование его в качестве топлива почти на четверть покрывает мировую потребность в энергии за год. Помимо этого, он чище по составу выбросов при сжигании, чем другие ископаемые источники энергии.

Наиболее распространенный способ доставки природного газа от месторождения к потребителям - подача по трубопроводам. В связи с высокими темпами развития газовой промышленности и ростом удельного веса природного газа, реализуемого на внутреннем российском и мировом рынках, наиболее актуальным является снижение удельных потерь метана как доминирующего компонента природного газа на газотранспортных объектах.

На сектор транспортировки природного газа в настоящее время приходится наибольший объем выбросов метана. При эксплуатации сетей газораспределения образование утечек через негерметичные соединения практически неизбежно. Потери природного газа порождают целый ряд проблем, затрагивающих безопасность, рентабельность сетей газораспределения [1].

С ростом числа газопроводов, газифицированных объектов, потребителей, использующих данный вид топлива, наблюдаются тенденции увеличения роста аварий, аварийных ситуаций, инцидентов, несчастных случаев, связанных с использованием газа.

Высокая катастрофичность последствий аварий в газовой отрасли обуславливает необходимость их предотвращения на ранних стадиях возможного развития и системного анализа средств и мероприятий по снижению рисков.

Безопасная техническая эксплуатация газораспределительных систем регламентируется Техническим регламентом о безопасности сетей газораспределения и газопотребления, утвержденным Постановлением Правительства Российской Федерации от 29 октября 2010 года №870 [2]. Согласно п. 14 Технического регламента сети газораспределения и газопотребления должны обеспечивать безопасность и энергетическую эффективность транспортирования природного газа с параметрами по давлению и расходу, определенными проектной документацией и условиями эксплуатации. Но по ряду вопросов, и в частности по организации надзора за состоянием газопроводов, в нем представлены не рекомендованные, детально проработанные проверенные решения по удовлетворению требованиям Регламента, а постановка задач, оставляющих широкие возможности решения «на местах». И поскольку утечки газа из сетей выявляются, как правило, не оперативно, а с опозданием на несколько

дней или даже месяцев (при очередном контрольном действии), - очень важно, чтобы были определены и рекомендованы решения, гарантирующие эффективность обнаружения газовых утечек.

Природный газ относится к парниковым газам и по ГОСТ 5542-87 на 98% состоит из метана (CH_4). Попадая в атмосферу, метан концентрируется над поверхностью Земли, что приводит к повышению температуры окружающей среды. В соответствии с докладом Росгидромета среднегодовая температура приземного воздуха в России растет значительно быстрее, чем в других местах Земли. Например, за последние 100 лет (1907-2006 гг.) по данным сети Росгидромета потепление в целом по России составило $1,29^\circ\text{C}$ при среднем глобальном потеплении (согласно Четвертому оценочному докладу МГЭИК) $0,74^\circ\text{C}$. Причем интенсивность глобального потепления значительно выросла за последние десятилетия. Средняя скорость роста температуры в 1976-2006 гг. составила в России $0,43^\circ\text{C}$ за десятилетие, в то время как в предыдущий период – $0,13^\circ\text{C}$ за десятилетие [3].

В целях реализации Парижского соглашения Минэкономразвития подготовило проект Стратегии долгосрочного развития России с низким уровнем выбросов парниковых газов до 2050 года и направило на согласование в федеральные органы исполнительной власти. Принятая Стратегия, а также введение европейскими странами так называемого "углеродного налога" в будущем существенно увеличат расходы в т.ч. и газораспределительных предприятий. Возникнет необходимость в совершенствовании производства, внедрении наилучших доступных технологий, в том числе и в поиске более эффективных методов обнаружения утечек метана и незамедлительного их устранения.

Своевременное выявление утечки газа и количественное определение ее величины является актуальной задачей еще и потому, что влияет на определение норматива технологических потерь газа, транспортируемого по сетям газораспределения, и, в конечном результате, на формирование тарифа при расчете за газ.

Оценка и сокращение утечек метана обеспечивает значительное ресурсосбережение газового сектора России, приводит к увеличению выручки и прибыли за счет экономии сырья и повышения энергоэффективности использования топливно-энергетических ресурсов, поэтому сокращение выбросов метана может быть высокорентабельным [3].

При углеводородном финансировании появляется дополнительная экономическая выгода, так как метан является одним из загрязняющих веществ, по которому установлены ставки платы за загрязнение

атмосферного воздуха. В связи с этим сокращение выбросов природного газа значительно уменьшит экологические платежи Компаний нефтегазового сектора.

В настоящее время на газотранспортных объектах работы по обнаружению и измерению утечек природного газа проводятся периодически, и при этом отсутствует единый подход к их обнаружению, учету и устранению. Основные причины возникновения утечек метана связаны:

- с техническим состоянием технологического оборудования;
- применением на отдельных предприятиях устаревшей техники и технологий;
- физическим износом оборудования.

Методы, с помощью которых в настоящее время проводится контроль эмиссий природного газа (метана) на газотранспортных объектах, подразделяются на контактные и дистанционные (лазерные и инфракрасные детекторы метана; газоанализаторы, датчики загазованности, стационарные автоматизированные системы управления технологическими процессами (АСУ ТП), с которыми также сочетаются специфические методы – органолептический, акустический, биоиндикационный, прогнозно-расчетный.

Существует и балансовый метод (входящий в подгруппу расчетных методов), который учитывает объем газа на входе и выходе из системы. Наиболее предпочтительным, является метод, основанный на инструментальном поиске и замере потерь метана с утечками, позволяющий достаточно корректно установить места утечек и измерить их объем.

На сегодняшний день на объектах транспорта газа наибольшее распространение получил метод контактного зондирования потенциальных мест проявления утечек (скрининг) на поверхности оборудования с использованием газоанализаторов и индикаторов метана. При зондировании поверхности оборудования используются достаточно точные, чувствительные и простые в эксплуатации детекторы метана, позволяющие оперативно определить место утечки и ее интенсивность.

Таким образом сегодня в мире доступен широкий ассортимент средств решения задач обеспечения экологической и производственной безопасности, в частности связанных с мониторингом утечек природного газа (метана).

Выбор оптимального метода решения поставленных задач зависит от преследуемых целей, законодательных требований и особенностей,

ограничивающих действия производственных предприятий и их возможности при выборе той или иной практики мониторинга, финансовых возможностей предприятия и предпочтения оператора производственного оборудования.

Обнаружение утечек метана до сих пор представляет сложную техническую задачу, решение которой требует специального оборудования. В настоящее время существует ряд методов для поиска эмиссии метана с утечками, но, к сожалению, пока нет единственного и эффективного в любых условиях. Каждый из методов эффективен в одних условиях и менее эффективен в других.

Прогресс в решении этой актуальной проблемы может быть достигнут на основе привлечения арсенала современных средств и технологий и при условии интеграции усилий научного сообщества. Это свидетельствует о целесообразности создания экспериментального центра для проведения мониторинга утечек метана, тестирования различных практик и методов поиска и определения объемов эмиссии метана с утечками, накопления, обработки и анализа полученных данных. Исследования рекомендуется проводить с участием групп специалистов, компетентных в данной сфере и оснащенных современными средствами измерения. Обеспечение надежности и экологической безопасности при эксплуатации технологического оборудования газотранспортных объектов состоит в сокращении потерь транспортируемого газа с утечками и контроле качества выполняемых работ по учету и устранению утечек. [4].

Список литературы:

1. Борьба с утечками: мировой опыт// Газ России, Спб: 2010. №3. С. 48-50.
2. Постановление Правительства "Об утверждении технического регламента о безопасности сетей газораспределения и газопотребления" от 29 октября 2010 года №870 (с изменениями на 14 декабря 2028 года).- Электронный ресурс [Режим доступа]: <http://docs.cntd.ru/document/902243701>.
3. ЗАО "Углеметан сервис". Научно-обоснованные предложения по разработке и методам внедрения инновационных технологий утилизации выбросов, содержащих метан.- Кемерово, 2015.- 239 с.
4. Акопов Г.С., Дорохова Е.В., Попов П.Б. Оценка объемов потерь метана с утечками от технологического оборудования газотранспортных объектов ОАО «Газпром» // Вести газовой науки: Научно-технический сборник.- 2013.- №2(13).- С.63-67.

Курочкина Кристина Юрьевна

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

Научный руководитель

Медяков Андрей Андреевич,

к.т.н., доц., заведующий кафедрой энергообеспечение предприятий
*ФГБОУ ВО «Поволжский государственный технологический университет»,
г. Йошкар-Ола*

РАСЧЕТ СИСТЕМЫ ГАЗОСНАБЖЕНИЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПРОГРАММЫ ZULUGAZ

Программно-расчетный комплекс ZuluGaz предназначен для расчета стационарного режима работы тупиковой и кольцевой газовой сети с одним или несколькими ГРС, ГРП.

Расчет газопроводов низкого, среднего и высокого давления может производиться как для одного вида газа, так и для смеси газов с использованием двух методик: 1) с учетом температуры газа принятой для нормальных условий в соответствии с СП 42-101-2003; 2) с учетом температуры газа, отличающейся от нормальных условий.

В результате расчетов определяется потокораспределение в газовой сети, давление и плотность газа во всех узловых точках, нарушение режима работы потребителей. В этой связи разработка автоматизированных методик расчета технико-экономических показателей прокладки теплопроводов является актуальной задачей.

Целью работы является расчет резервной газовой сети Йошкар-Олинской ТЭЦ-2 в ZuluGaz при ликвидации мазутного хозяйства.

Объектом проектирования является система топливоснабжения Йошкар-Олинской ТЭЦ-2.

Методы исследования основаны на положениях теории газоснабжения и информационных технологий.

Расчет системы газоснабжения произведен по двум газопроводам высокого давления с рабочим давлением 1,2 МПа и одного газопровода низкого давления с рабочим давлением 0,07 МПа. Прокладка первого участка высокого давления - подземная, прокладка остальных - надземная. Первый участок газопровода выполнен из полиэтиленового трубопровода, второй и третий из стального трубопровода.

Длины участков, м	$l_1=300, l_2=240, l_3=260$
Путевой расход, $\text{м}^3/\text{ч}$	$Q=120\,000$
Давления в начале участков, МПа	$P_{н1}=1,2, P_{н2}=1,2, P_{н3}=0,07$

Геодезическая отметка начала, м
 Геодезическая отметка конца, м
 Шероховатость трубопровода, мм

$h_{н1}=-2, h_{н2}=0, h_{н3}=0$
 $h_{к1}=-2, h_{к2}=0, h_{к3}=0$
 $s_1=0,007, s_2=0,1, s_3=0,1$



Рис. 1. Модель сети с исходными данными

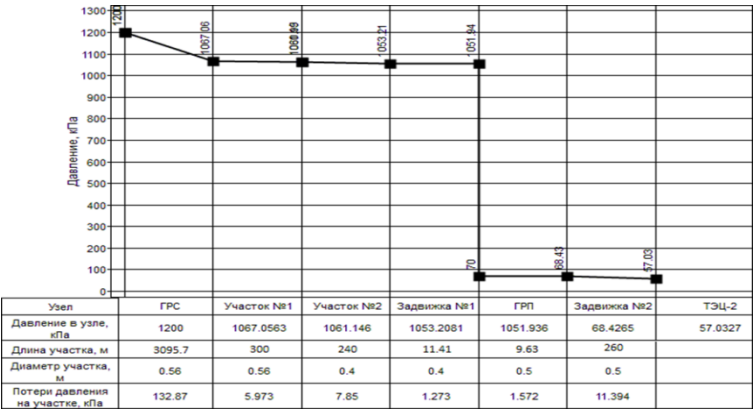


Рис. 2. Пьезометрический график падения давления

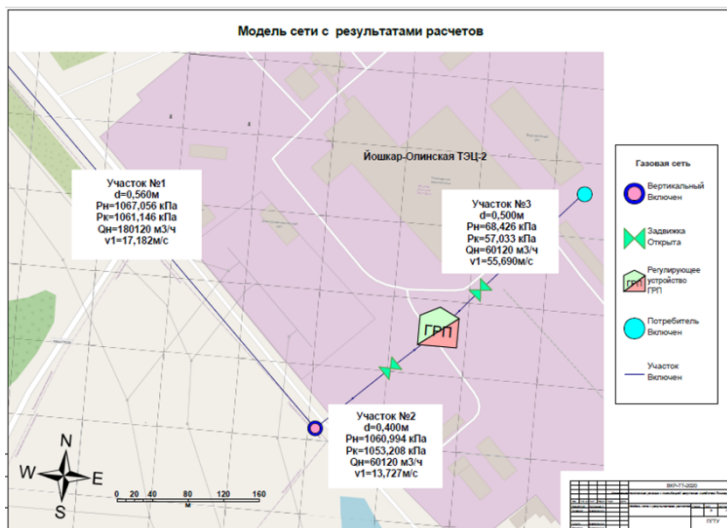


Рис.

Рис.3. Модель сети с результатами расчетов

В результате расчета в программно-расчетном комплексе ZuluGaz получились следующие диаметры трубопроводов, м: $d_1=0,560$, $d_2=0,400$, $d_3=0,500$.

Выводы

В ходе расчета в программно-расчетном комплексе ZuluGaz получены следующие диаметры газопроводов. На первом участке с подземной прокладкой газопровода рабочим давлением 1,2 МПа диаметр полиэтиленовой трубы типа ПЭ 100 SDR 9 равен 0,560м. На втором участке газопровода с рабочим давлением 1,2 МПа диаметр стальной трубы равен 0,400м. На третьем участке низкого давления с рабочим давлением 0,07 МПа диаметр стальной равен 0,500м.

Список литературы:

1. Ионин, А.А. Газоснабжение : Учебник [для вузов по напр. "Стр-во" профиля "Теплогазоснабжение и вентиляция"] / А.А. Ионин. - СПб.;М.; Краснодар : Лань, 2012. - 448 с.
2. СНиП 2.04.08-87*. Газоснабжение. - М.: Стройиздат, 1995. - 66 с.
3. СП 42-101-2003. Общие положения по проектированию и строительству газораспределительных систем из металлических и полиэтиленовых труб. - М.: Госстрой, 2004.
4. СП 42-102-2004. Проектирование и строительство газопроводов из металлических труб. - М.: Госстрой, 2004.

Ласточкина Дина Владимировна
направление Агроинженерия (магистратура), гр. АИМ-11
*ФГБОУ ВО «Поволжский государственный технологический университет»,
г. Йошкар-Ола*

ЗНАЧИМОСТЬ МОЙКИ И ОЧИСТКИ В ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССАХ РЕМОНТА

Цель работы - определение значимости процесса мойки и очистки деталей и узлов транспортных средств в технологических процессах дефектовки и ремонта

Актуальность работы.

Мойка – это совокупность физико-химических воздействий на поверхность твердых тел для очистки от различного рода загрязнений. Очистка – это процесс снятия или удаления загрязнений с поверхности деталей химическим, физическим, тепловым и механическим способом до определенного уровня ее чистоты [1].

Мойка и очистка деталей перед процессом ремонта деталей и узлов транспортных средств преследуют цели:

- повышение точности измерений геометрических и физико-механических показателей деталей; качественная подготовка поверхности деталей для нанесения лакокрасочных и противокоррозионных покрытий;
- повышение качества ремонта, производительности труда, культуры производства и улучшение санитарно-гигиенических условий работы;
- повышение коррозионной стойкости деталей для обеспечения их сохранности в межоперационный период хранения и в процессе эксплуатации [2, 3].

Детали транспортных средств при их эксплуатации имеют загрязнения разной степени. Каждое загрязнение имеет свои свойства и, поэтому отличается от других загрязнений физико-механическими свойствами. Перед осуществлением ремонта узлов и агрегатов необходимо произвести в первую очередь их наружную мойку, а после разборки – мойку и очистку деталей перед дефектовкой [2].

Так как технологический процесс мойки выполняют в отдельных отведенных помещениях и местах и, следовательно, на сооружение изолированных помещений, цехов и поточных линий для выполнения моечных и очистных работ, на очистные сооружения, сливные магистрали и оборудование приходится 20% от капитальных затрат на

обеспечение функционирования предприятия. Помимо этого по технологическим картам на мойку ежегодно выделяются десятки тысяч тонн моющих средств, задействованы огромные людские ресурсы [3].

В технологических процессах ремонта общая трудоемкости мойки и очистки может составлять 10% от общей трудоемкости [3]. В моечных и очистных работах занято 4% ремонтно-обслуживающего персонала предприятий и именно эти работы вносят значительный вклад в негативное влияние ремонтного производства сельскохозяйственных и транспортных предприятий на окружающую среду и здоровье работников в следствии контакта с моющими средствами.

К тому же качественная очистка поверхности деталей не только от сильных, но и от невидимых загрязнений способствует повышению качества работ при дефектовке и последующей ремонте деталей. Что влияет на срок службы деталей и снижает вероятности появления брака. Велика роль мойки и очистки поверхности перед восстановлением детали, нанесением лакокрасочных и защитных покрытий.

Отсюда вытекает необходимость обеспечения высокой механизации выполнения моечных работ для повышения производительности труда, а также снижения объема ручного труда, характеризуемого повышенной загрязненностью, сыростью, удобством рабочего места, требующего применения спецодежды (прорезиненная одежда, сапоги, рукавицы, защитные очки). Разукрупнение сельскохозяйственных и транспортных предприятий привело к созданию множества мелких предприятий [2], что, к сожалению, не способствует процессу высокой механизации выполнения моечных работ.

Список литературы:

1. Вахидов, А.С. Методы совершенствования мойки автомобилей / А.С. Вахидов, В.Г. Козлов // Молодежный вектор развития аграрной науки: сб. материалов 67-й студенческой науч. конференции. – Воронеж: ВГАУ имени императора Петра I, 2016. – С. 52-55.
2. Быков, В.В. Повышение эффективности мойки деталей при ремонте автомобилей / В.В. Быков, Б.П. Загородских, Ш.В. Садетдинов, В.М. Юдин // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. – 2019. – № 1(53). – С. 358-363.
3. Фадеев, И.В. К проектированию станций технического обслуживания автомобилей / И.В. Фадеев, В.Е. Рязанов // Транспортные системы Сибири: проблемы безопасности: сб. науч. трудов Всероссийской науч.-практ. конф. с международным участием. – Красноярск, 2013. – 296 с.

Ласточкина Дина Владимировна
направление Агроинженерия (магистратура), гр. АИМ-11
*ФГБОУ ВО «Поволжский государственный технологический университет»,
г. Йошкар-Ола*

СТРУЙНЫЙ СПОСОБ МОЙКИ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ

Качественная очистка загрязненной поверхности деталей, узлов и агрегатов машины может с повысить производительность труда и качество их ремонта. Одним только повышением степени очистки поверхности ремонтируемых объектов можно на 20-30% повысить их срок службы и на 15-20% – производительность труда на разборочно-сборочных работах [1]. А результаты некачественной очистки поверхности деталей способствует более интенсивному износу поверхностей (царапины, риски, задиры) особенно трущихся поверхностей в начале эксплуатации и притирки.

Наружная мойка мобильной техники должна выполняться на уборочно-моечном участке [2], где чего чаще всего используется самая распространенная гидродинамическая мойка (струйный метод мойки под высоким давлением).

Струйную мойку производят холодной или теплой (25-30°C) водой для удаления с наружных поверхностей транспортных средств пыли, грязи и маслянисто-грязевых отложений. [3]. Чтобы не вызывать потрескивание и разрушение лакокрасочного покрытия, разница температур воды и наружной поверхности транспортного средства должна быть не больше 18-20 °С.

Качество мойки струйным способом зависит от силы удара струи воды (динамического давления струи), расхода и температуры воды, используемых моющих средств.

Сила удара струи об очищаемую поверхность характеризует ее очистительную способность, определяемая давлением, расходом воды, формой струи, расстоянием от сопла до поверхности. Сила удара струи прямо пропорциональна объему расходуемой воды, а также ее давлению [2, 3]. Поэтому в целях экономии расхода воды для повышения силы удара струи выгоднее и эффективнее повышение давления истечения воды. При повышении давления воды, если даже и не повышать расхода воды, динамическое давление струи значительно увеличивается [1]. Уменьшая расстояние от сопла до поверхности

обмываемого изделия, можно увеличить силу удара струи и наоборот. Повышение давления воды перед соплом приводит к повышению производительности насоса.

Преимуществом струйного способа мойки является его простота, мойка в труднодоступных местах, возможность быстрой корректировки параметров процесса мойки, сохранность лакокрасочного покрытия при мойке, возможность использования для всех типов мобильной техники.

Одним из недостатков струйного способа мойки является появление после высыхания на вымытой поверхности тонкой белой пыльной пленки. Для предотвращения этого недостатка применяют специальные впитываемые средства (поролон, микрофибра и т.д.). Еще одним существенным недостатком струйного способа мойки является перерасход моющей жидкости. Так, при давлении воды 1,5 МПа для мойки одного грузового автомобиля требуется 600-1200 л, для мойки одного легкового автомобиля – 80-100 л воды [3].

Все это требует совершенствование и поиск новых методов гидродинамической мойки. Одним из направлений совершенствования струйной мойки является применение системы обратного водоснабжения позволяет существенно снизить расход воды.

Список литературы:

1. Быков, В.В. Повышение эффективности мойки деталей при ремонте автомобилей / В.В. Быков, Б.П. Загородских, Ш.В. Садетдинов, В.М. Юдин // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. – 2019. – № 1(53). – С. 358-363.
2. Бровченко, А.Д. Оценка эффективности использования современных способов и технологий для наружной мойки сельскохозяйственных машин / А.Д. Бровченко, А.Д. Нехаев // Проблемы развития технологий создания, сервисного обслуживания и использования технических средств в агропромышленном комплексе: сб. материалов международной науч.-практич. конференции. Под общей редакцией Н.И. Бухтоярова, В.И. Оробинского. – Воронеж: ВГАУ имени императора Петра I, 2017. – С. 172-175.
3. Тельнов, Н.Ф. Классификация способов очистки и мойки машин / Н.Ф. Тельнов. // Научные труды «Доклады МИИСП». – 1966. – Том 3, вып. 4. – С. 52-58.

Ласточкина Дина Владимировна
направление Агроинженерия (магистратура), гр. АИм-11
*ФГБОУ ВО «Поволжский государственный технологический университет»,
г. Йошкар-Ола*

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС МОЙКИ В СТРУКТУРЕ ПРОЦЕССОВ РЕМОНТА ТЕХНИКИ

Цель работы - определение процесса мойки автомобилей в структуре технологических процессов ремонта автомобилей.

Актуальность работы. Транспорт, в том числе и сельскохозяйственный, является важнейшим элементом производственной инфраструктуры государства, от стабильного функционирования которого зависит развитие и стабильный рост экономики и улучшение условий и уровня жизни населения. Устойчивое экономическое развитие невозможно без повышения эффективности функционирования транспортных систем в условиях современного сельского хозяйства РФ, которое может быть реализовано совершенствованием технологических процессов ремонта и обслуживания автомобилей.

Технологические процессы ремонта и обслуживания представляют собой составную часть производственного процесса эксплуатации автомобиля, и включает: наружную мойку, разборку транспортных средств на узлы и агрегаты, их очистку и мойку, разборку агрегатов, узлов на составляющие детали, мойку деталей, дефектацию, восстановление и ремонт деталей, сборку и испытание агрегатов, окраску, установку на автомобиль [1] (рисунок 1.1). Все эти технологические операции выполняются в определенной последовательности в соответствии с технологией и организацией работ [2].

В процессе эксплуатации сельскохозяйственных машин и оборудования в условиях загрязненной и пыльной окружающей среды наружные и внутренние поверхности деталей, узлов и агрегатов транспортных средств загрязняются, что приводит к ухудшению их эксплуатационных характеристик: мощности двигателя, пропускной способности фильтров, радиаторов, перерасходу топлива и масел, повышенному абразивному изнашиванию в трущихся частях, следствием которого является нарушение посадки в сопряжениях. Все это снижает ресурс агрегатов и транспортного средства в целом.



Рисунок – Структурная схема технологического процесса ремонта агрегатов мобильной техники

Вывод: В связи с этим технологический процесс мойки узлов и агрегатов не только при эксплуатации, но и при их ремонте имеет первостепенное значение.

Список литературы:

1. Рязанов, В.Е. Анализ нормативов трудоемкости технического обслуживания и ремонта легковых автомобилей / В.Е. Рязанов, С.А. Васильев, И.В. Фадеев, Д.Н. Федоров // Использование инновационных технологий в сервисном обслуживании транспорта: сб. науч. статей республиканской науч.-практ. конф. – Чебоксары, 2012. – С. 72-73.
2. Диагностирование агрегатов и узлов автомобиля / В. Б. Неклюдов, Д. В. Костромин, Д. М. Ласточкин [и др.] - Йошкар-Ола : ПГТУ, 2017. - 147 с.

Лоншаков Дмитрий Игоревич

Направление Теплоэнергетика теплотехника (магистратура), гр. ТТм-11

Научный руководитель

Маряшев Алексей Васильевич,

к.т.н. доцент кафедры энергообеспечение предприятий

ФГБОУ ВО «Поволжский государственный технологический университет»,

г. Йошкар-Ола

МОДЕРНИЗАЦИЯ КОМПРЕССОРНОЙ СТАНЦИИ ПРЕДПРИЯТИЯ Г. НАБЕРЕЖНЫЕ ЧЕЛНЫ

Цель работы - выбор основного агрегата в компрессорную станцию предприятия

В современном мире процесс модернизации не стоит на месте и с каждым годом КПД оборудования становится все больше и больше. В связи с этим многие предприятия пытаются выявить способы энергосбережения в своих условиях, проводят пневмоаудиты. На данный момент выработаны следующие пути энергосбережения при применении сжатого воздуха: – сокращение прямых затрат электроэнергии на работу пневмооборудования; – сокращение потребления сжатого воздуха и, соответственно, затрат электроэнергии на его производство; – повышение эффективности использования энергии, затрачиваемой на производство сжатого воздуха, в том числе ограничение уровня давления в пневмосистеме и снижение потерь давления.

В качестве примера возьмем предприятие «Татэлектромонтаж» находящееся в городе Набережные Челны. Сжатый воздух на предприятии используется для обдувки деталей, чтобы, например, удалить посторонние частицы из труднодоступных мест или просушки детали после ее изготовления.

Расчитаем и выберем основное компрессорное оборудование для компрессорной станции предприятия.

Учитывая 10 % коммуникационных потерь воздуха среднегодовая нагрузка станции $Q_{ср}$ будет равна $Q_{ср} = Q_{г} * 1,1 / \tau_{г} * 60 = 2,367 * 108 * 1,1 / 6480 * 60 = 669,68 \text{ м}^3 / \text{мин}$

Максимально длительная нагрузка КС $Q_{м.д.}$: $Q_{м.д.} = k_{м.д.} * Q_{ср} = 1,18 * 669,68 = 790,2 \text{ м}^3 / \text{мин}$

Максимально возможная нагрузка $Q_{м.в} : Q_{м.д} = K_{м.д} * Q_{ср} = 1,42 * 669,68 = 950,94 \text{ м}^3 / \text{мин}$

Учитывая данные нагрузки, выбираем центробежные компрессоры. Станция с ЦБК Подходящее количество рабочих машин для станции с центробежными компрессорами составляет $n_{\text{опт раб}} = 2 \div 4$ шт.

1-й вариант: Примем $n_{\text{раб}} = 4$ шт., $n_{\text{рез}} = 1$ шт. Определим расчетную производительность одного $Q_{к.р}$: $Q_{к.р} = Q_{м.д} / n_{\text{раб}} = 790,2 / 4 = 197,55 \text{ м}^3 / \text{мин}$

В этом варианте возможно использование компрессора К-250-61-5 Казанского компрессорного завода. Производительности расчетного режима КС во время работы ТКУ составляют:

$$Q_{\text{раб}} = Q_{к} * n_{\text{раб}} = 250 * 4 = 1000 \text{ м}^3 / \text{мин}$$

$$Q_{\text{рез}} = Q_{к} * n_{\text{рез}} = 250 * 1 = 250 \text{ м}^3 / \text{мин}$$

$$Q_{\text{уст}} = Q_{к} * n_{\text{пуст}} = 250 * 5 = 1250 \text{ м}^3 / \text{мин}$$

т.е. имеется некоторая избыточность в резерве: $n_{\text{рез}} = Q_{\text{уст}} - Q_{\text{к наиб}} / Q_{\text{р}} = 1250 - 250 / 197,55 = 1,26$

2-ой вариант:

Принимаем $n_{\text{раб}} = 5$ шт., $n_{\text{рез}} = 1$ шт. $Q_{к.р} = Q_{м.д} / n_{\text{раб}} = 790,2 / 5 = 158,04 \text{ м}^3 / \text{мин}$

При данных условиях устанавливаем компрессор 43ВЦ-160/9 Казанского компрессорного завода. Производительность и коэффициент резерва будет равен:

$$Q_{\text{раб}} = Q_{к} * n_{\text{раб}} = 160 * 5 = 800 \text{ м}^3 / \text{мин}$$

$$Q_{\text{рез}} = Q_{к} * n_{\text{рез}} = 160 * 1 = 160 \text{ м}^3 / \text{мин}$$

$$Q_{\text{уст}} = Q_{к} * n_{\text{пуст}} = 160 * 6 = 960 \text{ м}^3 / \text{мин}$$

$$n_{\text{рез}} = Q_{\text{уст}} - Q_{\text{к наиб}} / Q_{\text{р}} = 960 - 160 / 158,04 = 1,012$$

Выводы

Исходя из данных расчетов, делаем вывод, что оптимальным вариантом для улучшения снабжения воздухом предприятия будет центробежный компрессор 43ВЦ-160/9.

Список литературы:

1. Портнов В.В. Воздухоснабжение промышленного предприятия: учеб. пособие / В.В. Портнов. Воронеж: ГОУ ВПО «Воронежский государственный технический университет», 2007, 228 с
2. Михайлов А.К., Ворошилов В.П. Компрессорные машины: Учебник для вузов. — М.: Энергоатомиздат, 1989. — 288 с.
3. Пластилин П.И. Поршневые компрессоры. Том 1. Теория и расчет. — 3-е изд., доп., М.: Колос, 2006. — 456 с.

Мазунин Иван Дмитриевич

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

Научный руководитель

Ласточкин Денис Михайлович,

к.т.н., доцент кафедры эксплуатации машин и оборудования

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

РАЗРАБОТКА СВАРОЧНОГО РОБОТА НА БАЗЕ ГИБКОГО МАНИПУЛЯТОРА

Сварка роботами или роботизированная сварка - сварка с использованием роботов, которые обеспечивают автоматизацию как самого процесса сварки, так и работ по перемещению и обработке деталей и изделий.

Роботизированная сварка представляет собой полностью автоматизированный процесс, который реализуется за счёт использования специальных роботов-манипуляторов и другого сварочного оборудования.

По своей структуре большинство сварочных роботов — это манипуляционные роботы, относящиеся к двум классам:

- 1) роботы последовательной структуры (с открытой кинематической цепью исполнительного механизма);
- 2) роботы параллельной структуры (у последних выше жёсткость конструкции, но рабочий объём меньше, а стоимость - значительно выше).

Принцип работы сварочных роботов зависит от их типа, но всех роботов объединяет похожее строение.

Основу механизма составляет “рука” - нескольких металлических балок, соединённых с помощью подвижных элементов. На конце манипулятора находится рабочая головка, которая и осуществляет сварку.

Разработка сварочного робота на базе гибкого манипулятора:

Основными техническими требованиями разрабатываемого сварочного робота являются:

1. возможность проведения сварочных работ при прокладке магистральных трубопроводов;

2. сварочный шов должен быть выполнен по замкнутому контуру, без остановки;
3. сварка должна проводиться в среде защитных газов;
4. сварочный робот должен обладать высокой подвижностью и манёвренностью;
5. разработанное техническое решение должно быть универсально и применимо не только при прокладке магистральных трубопроводов, но и должно иметь возможность применения на производстве.



Рис. 1. “Рука” сварочного робота Kuka WTG 1200

За основу разрабатываемого сварочного робота взят гибкий манипулятор (Патент РФ №2016121464).

Разработанное техническое решение сварочного робота представлено на рисунке 2.

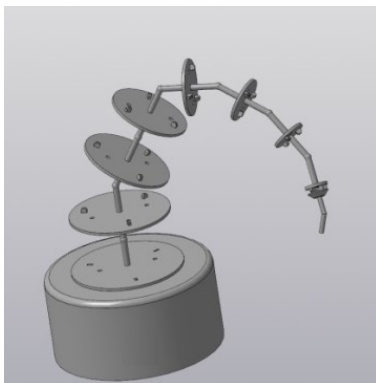


Рис. 2. Сварочный робот на базе гибкого манипулятора

Сварочный робот установлен на базе, которая может поворачиваться на 360° . Данное решение увеличивает рабочую зону сварочного робота.

В каждой секции робота предусмотрено по два отверстия. Отверстия предназначены для протягивания через них шланга с защитным газом и для подачи сварочной проволоки.

На последнюю секцию гибкого манипулятора установлен переходной фланец. Переходной фланец имеет два входных и одно общее выходное отверстие. Данный фланец необходим для объединения подачи сварочной проволоки и защитного газа. Переходной фланец показан на рисунке 3.

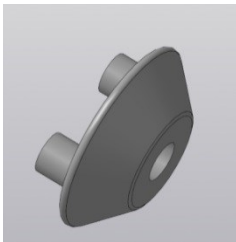


Рис.3. Переходной фланец

На выходное отверстие фланца устанавливается сварочная горелка, диаметр горелки подбирается в зависимости от толщины свариваемых труб и толщины сварочной проволоки.

Выводы

В процессе выполнения работы был разработан сварочный робот на базе гибкого манипулятора. Данное техническое решение соответствует современным техническим требованиям и является перспективным нововведением в процесс сварки трубопроводов.

Разработанный робот способен работать в ограниченных условиях. Выполнять замкнутые кольцевые швы без остановки. Робот имеет автоматическое управление через пульт программирования.

Список литературы:

1. Климов А.С., Машин Н.Е. Роботизированные комплексы и автоматические линии в сварке: Учебное пособие. 2-е изд., испр. и доп. – СПб.: Издательство «Лань», 2011. –240 с.
2. Климов А. С. Современные роботы в машиностроении : учеб. пособие / А. С. Климов, О. В. Бойченко, А. Г. Схиртладзе. - Тольятти : ТГУ, 2005. - 132 с.
3. Гитлевич А. Д. Механизация и автоматизация сварочного производства / А. Д. Гитлевич, Л. А. Этингф. - М.: Машиностроение, 1979. — 280 с.
4. Роботизированные технологические комплексы в ГПС / Н. М. Довбня [и др.]. - Л.: Машиностроение, 1990. – 303 с.

Макуева Дилара Ахлимановна, Шайхутдинов Ярослав Олегович
направление «Теплоэнергетика и теплотехника»

Научный руководитель
Кондратьев Александр Евгеньевич,
к.т.н., доцент кафедры промышленная теплоэнергетика
*ФГБОУ ВО «Казанский государственный энергетический университет»,
г. Казань*

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ БИОЛОГИЧЕСКОГО ТОПЛИВА ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ И ТЕПЛА

Цель работы – анализ возможностей использования биологического топлива в качестве альтернативного экологически чистого источника энергии при выработке электроэнергии и тепла на теплоэлектростанциях.

В настоящее время существуют проблемы загрязнения атмосферы выбросами CO_2 при выработке электроэнергии и тепла, также наблюдается сокращение запасов традиционного ископаемого топлива. Все это может угрожать развитию и жизни человека, поэтому возникает необходимость в использовании возобновляемой экологически чистой энергии.

В качестве экологически чистого топлива можно использовать биомассу, например, скошенное сено, биоэтанол, опилки и прочее. Оно характеризуется широким распространением, большим количеством запасов и отсутствием генерации CO_2 [1].

Из растительной биомассы энергию можно извлекать путем прямого сжигания с минимальной подготовкой или после трансформации в гомогенизированное твердое, жидкое или газообразное биотопливо [2].

В настоящее время производители разных стран занимаются разработкой котлов на биотопливе. В Европе существуют котлы для сжигания торфа и коры, котлы на влажном (влажность до 55%) и сухом (влажность до 30%) биотопливе и многие другие типы котлов [3].

В качестве дополнительного источника энергии может использоваться и биогаз, который получают из органических отходов. Его применяют не только в котлах, но в водонагревательных установках и в двигателях внутреннего сгорания [4]. У установок на биогазе имеются достаточно весомые преимущества: утилизация отходов не вредит экологии, на выходе обеспечивается удобрение высокого

качества, из отходов получают биогаз, который можно использовать, например, для отопления помещений [5].

По прогнозам компании Abercade, к 2050 году предполагается значительное увеличение спроса на биотопливо (в 10,7 раз), а основной спрос будет приходиться на биодизель второго поколения. Прогнозируется также лидерство Китая в области применения биотоплива.

Однако у биотоплива есть существенные недостатки. Его калорийность меньше калорийности угля того же объема, а для обеспечения бесперебойной работы теплоэлектростанции с котлом на биотопливе потребуются большие площади хранения. Поэтому рекомендуется совмещать биотопливо с другими видами возобновляемой энергии (солнечной, энергией ветра и воды) для большей эффективности работы теплоэлектростанций. Также при хранении биотоплива на открытом воздухе оно высыхает, что может привести к самовозгоранию [1].

Выводы

На данном этапе развития энергетики биотопливо не может использоваться в качестве основного топлива на объектах теплоэнергетики ввиду наличия существенных недостатков, однако их влияние может быть снижено при совместном использовании биотоплива и других альтернативных источников энергии.

Список литературы:

1. Патент РФ № 2013119272/06, 11.08.2011.
2. Басков, В.Н. Биотопливо из растительного сырья: производство, потребление, энергоэффективность / В.Н. Басков, В.А. Колос, Ю.Н. Сапьян // Сельскохозяйственные машины и технологии. 2010. – № 6. – С. 13-18.
3. Технология производства биотоплива [Электронный ресурс]: журнал «Международная биоэнергетика». – Информационно-аналитическое агентство «ИНФОБИО». – Режим доступа: <http://www.infobio.ru/tiekhnologhiia-proizvodstva-biotopliva>.
4. Ахметгалиев, И.Ф. Вопросы утилизации органических отходов крупного рогатого скота с получением биогаза / И.Ф. Ахметгалиев, А.Е. Кондратьев // Международная молодежная научная конференция «Научному прогрессу – творчество молодых». - ПГТУ, 2019. – Ч.2. – С. 78-80.
5. Мустафина, Г.Р. Перспективы применения биогазовой установки при утилизации органических отходов птицефабрик / Г.Р. Мустафина, А.Е. Кондратьев // Всероссийская конференция молодых ученых и студентов «Экологическая безопасность в техносферном пространстве». 2020. – С. 88-90.

Минаева Алина Викторовна

направление Автоматизация технологических процессов и производств
(бакалавриат), гр. АТ-1-17

Научный руководитель

Гилязов Дамир Рауфович,

ст. преп. каф. АТПП

*ФГБОУ ВО «Казанский государственный энергетический университет»,
г. Казань*

АСУ ТП КОТЛОАГРЕГАТА БКЗ-220

Актуальность: современная тенденция на производство пара высокого давления и высокой температуры первоначально требует безопасности и эффективной работы котельных агрегатов. Поэтому необходима современная и надежная автоматика котлов.

Паровой котел БКЗ-220 - вертикально-водотрубный, однотрубный с естественной циркуляцией, однокорпусный, выполнен по П-образной схеме и рассчитан на следующие параметры: максимальная паропроизводительность – 220 т/ч; давление пара в барабане – 100 кгс/см²; температура перегретого пара – 510 °С; температура питательной воды – 215 °С.

Для того, чтобы регулировать производительность котлоагрегата, необходимо осуществлять регулирование мощности и количества включенных горелок. Автоматизированный контроль процесса горения включает в себя регулирование тракта подачи топлива в топку в зависимости от нагрузки котла, поддержание оптимального соотношения воздуха и топлива для его экономичного сжигания, поддержание требуемого устойчивого разрежения в топке.

АСУ ТП обеспечивает защиту от несанкционированного доступа, ведет точный учет действий эксплуатационного персонала, отклонений параметров от норм технологического процесса, отказов и сбоев программно-аппаратного обеспечения, обеспечивая тем самым достоверность и полноту информации. Это позволяет проводить анализ тенденций и причин изменения состояния объекта, а также проводить грамотную и точную коррекцию параметров технологического процесса.

С учетом реальной работы агрегата все факторы, существенно влияющие на процесс, можно разделить на следующие группы:

Возмущения, допускающие стабилизацию. К ним относятся независимые технологические переменные, которые допускают существенные колебания, но могут стабилизированы с помощью АСУ.

Неконтролируемые возмущения. К ним относятся те возмущения, которые невозможно или нецелесообразно измерять непосредственно: изменение коэффициентов массо- и теплопередачи;

Регулирующие воздействия. Это энергетические, материальные и тепловые потоки, которые можно изменять автоматически для поддержания регулируемых параметров;

Выходные параметры. В качестве их обычно выбирают технологические параметры, изменение которых свидетельствует о нарушении материального и теплового баланса в аппарате. К ним относятся: уровень, давление, температура.

Особенности решений программного обеспечения АСУ ТП котла БКЗ-220 позволяют исключить влияние «человеческого фактора» при ведении технологического процесса.

Список литературы:

1. Схиртладзе, А.Г. Автоматизация технологических процессов // Учебное пособие. 2013. - 524 с.
2. Голдобин, Ю.М. Автоматизация теплоэнергетических установок // Учебное пособие. 2017. - 186 с.

УДК 620.178.5:681.586.773

Мукатдаров Алик Альбертович

направление «Теплоэнергетика и теплотехника» (магистратура),
гр. ПТм-1-19

Научный руководитель

Кондратьев Александр Евгеньевич,

к-т техн. наук, доцент кафедры промышленная теплоэнергетика
ФГБОУ ВО «Казанский государственный энергетический университет»,
г. Казань

АНАЛИЗ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПЬЕЗОДАТЧИКОВ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ ВИБРОАКУСТИЧЕСКОЙ ДИАГНОСТИКИ

Пьезоэлектрические датчики широко применяются при проведении диагностических мероприятий. Датчики имеют широкий диапазон измерений как по частоте, так и по значениям измеряемых параметров.

Они относительно дешевы, малочувствительны к изменению влажности и температуры внешней среды. Магнитные и звуковые поля почти не влияют на работу этих датчиков. Малое затухание в кристаллах и высокая частота собственных колебаний измерительного осциллятора практически исключают фазовые искажения в рабочем диапазоне частот. Датчики обладают малыми размерами и массой. Их установка на объект испытаний не приводит к заметному изменению массы и жесткости объекта испытаний в окрестности узла измерений. Они удобны при выполнении испытаний объектов ракетно-космической техники, имеющих, как правило, легкую маложесткую конструкцию, содержащую тонкие стальные элементы. Легкие миниатюрные датчики, устанавливаемые на тонкую стенку, практически не влияют на динамические характеристики объекта испытаний.

Пьезоэлектрические датчики основаны на использовании прямого пьезоэффекта, состоящего в электрической поляризации диэлектрика под действием механических напряжений. Пьезоэффект наблюдается у кристаллов с ионными решетками, имеющими низкую степень симметрии. При деформации элементарных ячеек кристалла происходит смещение положительных и отрицательных ионов друг относительно друга. Это приводит к поляризации кристалла в целом и к появлению разности потенциалов на токопроводящих пластинах. С изменением деформации сжатия на деформацию растяжения направление поляризации меняется на противоположное.

Пьезоэффект присущ таким материалам, как кварц, сегнетова соль, титанат бария, титанат цирконата свинца и др. Широкое распространение получили пьезоэлементы из керамики цирконата титаната свинца.

На рис. 1. приведена упрощенная схема пьезоэлектрического датчика с динамическим отсчетом. Инертный элемент (масса) 1, токопроводящие слои (покрытия) 2 и 4, вибрирующее основание (объект испытаний) 5 и пьезоэлемент 3 связаны между собой (например, склеены). Механическая часть прибора представляет собой измерительный осциллятор, упругим элементом которого является пластина пьезокристалла. Измерительный осциллятор пьезодатчика, как правило, работает в режиме акселерометра. Относительное смещение инерционного элемента (смещение относительно вибрирующего объекта) пропорционально ускорению измеряемого процесса. Значение силы инерции, действующей на пьезоэлемент, также будет пропорционально ускорению, как и значение снимаемого с пьезопластины напряжения. Простейший пьезодатчик обладает несколькими

недостатками. Во-первых, отсутствие направляющих у измерительного осциллятора создает условия, благоприятные для возникновения значительной поперечной и ротационной чувствительности. Во-вторых, при использовании одной пластины чувствительность датчика (коэффициент преобразования) оказывается малым.

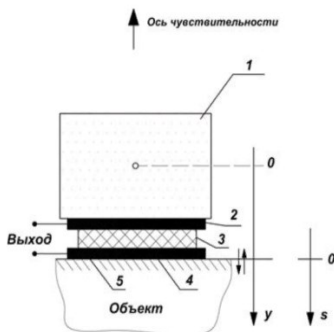


Рис 1. Схема простейшего пьезодатчика ускорений с преобразователем инерционного действия:

1 — инертный элемент (масса); 2, 4 токопроводящие слои (покрытия); 3 — пьезоэлемент; 5-вибрирующее основание

Для повышения чувствительности датчиков увеличивают число пьезопластин. соединении).

Недостатками пьезодатчиков являются относительно слабый уровень электрического сигнала, снимаемого с пьезодатчика, и невозможность выполнять измерения в области низких частот. К недостаткам пьезодатчиков также относится их паразитная чувствительность к неизмеряемой составляющей вибрации (поперечной, ротационной).

При неудачной конструкции пьезодатчика поперечная чувствительность к компонентам вибрации, перпендикулярным компоненте, подлежащей измерению, может составлять 10...25 % чувствительности в рабочем направлении. При рациональном конструировании и строгом соблюдении технологии ее можно снизить до 3...5 %.

Список литературы

1. Вибростенд для калибровки пьезодатчиков: пат. 178307 Рос. Федерация № 2017127383; заявл. 31.07.2017; опубл. 29.03.2018, Бюл. № 10.
2. Гапоненко С.О., Кондратьев А.Е., Костылева Е.Е., Загретдинов А.Р. Установка для калибровки пьезоэлектрических датчиков // Известия высших учебных заведений. Проблемы энергетики. 2016. № 7-8. - С. 79-86.

3. Мукатдаров, А.А. Неразрушающий контроль металла/ А.А. Мукатдаров // В книге: Тинчурунские чтения. Тезисы докладов XIII молодежной научной конференции. В 3-х томах. Под общей редакцией Э.Ю. Абдуллаязнова. 2018. - С. 191-193.

4. Мукатдаров А.А. Методы калибровки пьезоэлектрических датчиков/ Научному прогрессу – творчество молодых. 2020. № 2. - С. 34-36.

УДК 621.314.261

Мурзаева Марина Альбертовна

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

Научный руководитель

Медяков Андрей Андреевич,

к.т.н., заведующий кафедрой Энергообеспечение предприятий

ФГБОУ ВО «Поволжский государственный технологический университет»,

г. Йошкар-Ола

ПРИМЕНЕНИЕ ЧАСТОТНО-РЕГУЛИРУЕМОГО ПРИВОДА НА ПИТАТЕЛЬНЫЕ НАСОСЫ В ТЕПЛОЭЛЕКТРОЦЕНТРАЛИ (ТЭЦ)

В настоящее время потребление электроэнергии у разных потребителей меняется во время суток в течение года. Оно, как правило, снижается летом и возрастает в зимнее время, неравномерно изменяется в течение недели (снижается в выходные и праздничные дни) и даже в течение одних суток, зависят от многих факторов.

Внедрение частотно-регулируемого привода (ЧРП) должен предшествовать технологический анализ, разработка энергоэффективных алгоритмов автоматического управления и выбор качественного и надёжного оборудования по разумной цене. Лишь только в этом случае ЧРП позволяет обеспечить максимальную экономию и повысить надёжность работы системы теплоснабжения.

Эффективность применения преобразователей частоты для привода питательных насосов котлов обусловлена следующими факторами: характеристики насоса выбираются с учётом работы котла в режиме максимальной нагрузки; тип насоса выбирается проектировщиками с запасом; в процессе эксплуатации котлы иногда переводят на пониженное давление, поэтому для их питания требуется меньший напор.

Для оценки экономической эффективности от применения преобразователей частоты в любом случае необходимо организовать установку приборов учета электрической энергии и произвести замеры

электропотребления до установки частотного преобразователя и после его установки. Кроме установки ЧРП нужно провести все необходимые регулировки и настройки в работе системы.

Наибольший экономический эффект от внедрения частотно-регулируемого привода с точки зрения энергосберегающих мероприятий достигается на квадратичных нагрузках (центробежные насосы, вентиляторы) в случае замены дросселирования частотным регулированием.

Как известно, число оборотов двигателя пропорционально частоте его питания. При питании электродвигателя от сети (50 Гц) число его оборотов будет максимальным и неизменным. При питании электродвигателя от преобразователя частоты (регулируемая выходная частота 0...50 Гц) число его оборотов будет изменяться от нуля до максимального значения.

Эти отношения выражаются с помощью, так называемых формул приведения:

$$\frac{Q}{Q_0} = \frac{n}{n_0}; \quad \frac{H}{H_0} = \left(\frac{n}{n_0}\right)^2; \quad \frac{N}{N_0} = \left(\frac{n}{n_0}\right)^3,$$

где Q , Q_0 – расход соответственно при максимальном и измененном числе оборотов; H , H_0 – напор соответственно при максимальном и измененном числе оборотов; N , N_0 – мощность, потребляемая электродвигателем соответственно при максимальном и измененном числе оборотов; n , n_0 – соответственно максимальное и измененное число оборотов.

Таким образом, высокая инвестиционная привлекательность внедрения станций управления, оснащенных преобразователями частоты, устройствами плавного пуска, а также объединения станций управления в единую систему АСУ ТП основана на следующих факторах:

- Прямой экономии от снижения потребления электроэнергии при регулировании производительности насосных агрегатов (для разных объектов от 25 до 50%);

- Прямой экономии за счет снижения непроизводительных утечек воды при оптимизации давления в напорном трубопроводе (не менее 25–30 % общего объема утечек);

- Резком снижении аварийности на сетях (не менее чем в 5–10 раз);

- Увеличении не менее чем в 3 раза ресурса и межремонтных сроков насосов, электродвигателей, коммутационного оборудования;

- Значительном увеличении надежности системы в целом благодаря устранению «человеческого фактора» и автоматической диагностике

системой всех ее элементов и своевременном устранении возможных аварийных ситуаций.

Для получения максимального эффекта экономии от применения ЧРП необходимо предварительно провести обследование и изучение сети. Сейчас это сделать достаточно просто – есть переносные ультразвуковые расходомеры, позволяющие быстро и точно определить фактические характеристики сети и насосного агрегата.

Список литературы:

1. Шакарян Ю.Г. Инструкция по расчету экономической эффективности применения частотно-регулируемого электропривода, - АО ВНИИЭ, МЭИ, М. 1997 г.
2. ВРД 39-1.10-052–2001. Методические указания по выбору и применению асинхронного частотно-регулируемого привода мощностью до 500 кВт. М.: ОАО «Газпром», 1999.
3. ГОСТ 13109–97. Совместимость технических средств электромагнитная. Нормы качества электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения.

УДК 621.182.12

Овчинников Виктор Сергеевич

направление Теплотехника и теплоэнергетика (магистратура), гр. ТТм-11

Научный руководитель

Егошин Евгений Валерьевич,

к.т.н, доцент кафедры энергообеспечения предприятий

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

**МОДЕРНИЗАЦИЯ ИОНИТНОЙ ЧАСТИ ВОДОПОДГОТОВИТЕЛЬНОЙ
УСТАНОВКИ ЙОШКАР-ОЛИНСКОЙ ТЭЦ-2**

Использование подготовленной воды в качестве теплоносителя упрощает процесс получения пара, замедляет скорость коррозии конструктивных материалов котлов, турбин и фильтров. В воду так же могут поступать химические соединения и газы в результате коррозии. Самыми распространенными соединениями являются растворенные в воде нефтепродукты, сульфаты и карбонаты кальция, а также хлориды натрия и калия, кислород и ионы железа. Для подготовки воды удовлетворяющим различные требования необходимо использовать физико-химическую очистку. Эта вода после обработки станет

необходимым сырьем на ТЭЦ в различных цехах, например, для восполнения потерь конденсата или пара в котле, а также для восполнения потерь воды в сети трубопроводов.

Цель работы: «Модернизация ионитной части водоподготовительной установки «Йошкар-Олинская ТЭЦ-2»»

Задачи:

- 1) Обзор обработки воды методом ионного обмена.
- 2) Обзор дренажных систем ионитных фильтров.
- 3) Анализ ионитной части водоподготовительной установки ТЭЦ-2.
- 4) Модернизация ионного параллельноточного фильтра первой степени.

Рассмотрев положения, определяющие технологию удаления из природных вод и конденсатов грубодисперсных и коллоидных примесей, отметим, что предварительная очистка воды недостаточна при подготовке воды, потребляемой в качестве добавочной для котлов и подпиточной для тепловых сетей. Заключительная стадия подготовки воды, связанная с изменением ее ионного состава, вплоть до полного удаления растворенных примесей, реализуется с помощью ионообменной технологии, а также мембранными или термическими методами.

Нижнее сборно-распределительное устройство «на бетонном основании».

Нижнее сборно-распределительное устройство «копирующего типа».

Нижнее сборно-распределительное устройство типа «паук».

Нижнее сборно-распределительное устройство типа «витые лучи на бетонном основании».

Нижнее сборно-распределительное устройство "ложное дно".

Таблица 1. Анализ ионитной части водоподготовительной установки ТЭЦ-2

Анионитовый фильтр I степени	2	3400	9,1	1,5	Низкоосновной анионит Гранион Д-311 Ресинекс ТРХ-4510
Н-катионитовый фильтр II степени	2	3000	7,1	1,0	Сильнокислотный катионит катионит типа КУ-2
Анионитовый фильтр II степени.	2	3000	7,1	1,0	Высокоосновной. анионит 1-ого типа АВ-17

Натрий-катионитные параллельно-точные фильтр ФИПа выполняется в виде вертикального однокамерного цилиндра и состоит из таких элементов, как корпус, верхнее и нижнее распределительные устройства, трубопроводы, запорная арматура, пробоотборное устройства и фильтрующая загрузка.

Подробный перечень составляющих элементов фильтра ФИПа:

- запорно-регулирующая арматура;
- днище в форме эллипса (сверху, снизу);
- упоры для постановки на основание (3 штуки);
- блоки для распределения (2 шт., снизу и сверху);
- пробоотборные емкости;
- система трубопроводов;
- манометры с 3-ходовыми кранами и сифонными трубками;
- крепежные и расходные материалы (уплотнитель, колпачки щелевые и прочее).

В рассматриваемом фильтре может устанавливаться несколько видов нижних дренажно-распределительных устройств, все они описаны выше в 3 разделе. Предлагаю установить дренажную систему вида копирующее дно.

Такая конструкция обладает следующими преимуществами:

- высокая производительность;
- равномерное распределение потоков фильтруемой жидкости и регенерационного раствора;
- исключение любых застойных, непромывных, «мертвых» зон;
- удобство монтажа и обслуживания

Расчет стоимости конструкции представлен в таблице 2.

Для изготовления новой конструкции используем стальные трубы 12X18Н10Т различного диаметра: 159x5 мм, 51x2 мм, 27x1,5 мм. Щелевые колпачку устанавливаем ФЭЛ-0,2-18-1-Н-G3/4В первого исполнения с фильтрующей площадью 18 см². При монтаже конструкции используем сварное соединение, соблюдая технику безопасности. Монтаж можем производить непосредственно на заводе или же внутри бака фильтра.

Так же предлагаю изменить фильтрующий материал с КУ-2-8 на его зарубежный аналог Tulsion T-52. Данный катионит более производительный и экономичный.

Таблица 2. Расчет стоимости конструкции

Наименование предмета	Формула	Расчет
Труба 159х5мм	$\Pi_m * L = \Pi_{159}$	$7750 * 4 = 31000 \text{ руб.}$
Труба 51х2мм	$\Pi_m * L = \Pi_{51}$	$986 * 14 = 13804 \text{ руб.}$
Труба 27х1,5мм	$\Pi_m * L = \Pi_{27}$	$437 * 8,7 = 3802 \text{ руб.}$
Щелевые колпачки ФЭЛ-0,2-18-1-Н-G3/4В	$\Pi_{шт} * 44 = \Pi_{фэл}$	$821 * 44 = 36124 \text{ руб}$
Сварка	По чертежу	15000 руб.
Монтаж 10-15%	от стоимости конструкции	9800 руб.
Итоговая стоимость конструкции	$\Pi_k = \Pi_{159} + \Pi_{51} + \Pi_{27} + \Pi_{фэл} + 15000 + 9800$	$\Pi_k = 109530 \text{ руб.}$

Выводы

Рассмотрели несколько дренажно-распределительных устройств, а также способов их монтажа и выбрали самое эффективное. При изменении его конструкции оставили тот, же металл сталь 12Х18Н10Т по ГОСТ 9940-81, ГОСТ 9941-81, ГОСТ 11068-81. Главные достоинства стали 12Х18Н10Т – высокая прочность, твердость, ударная вязкость и пластичность. Характеризуется прекрасной свариваемостью, гигиеничностью. Из преимуществ – жаростойкость и жаропрочность. Изменили количество отводящих труб, которое привело к уменьшению их общей длины и, вследствие, меньшим затратам на металл. Уменьшили количество щелевых колпачков ФЭЛ-0,2-8,7-1-Н-G1/2В в два раза, заменив их на более производительные ФЭЛ-0,2-18-1-Н-G3/4В изготовленных из той же стали, что и коллектор, на чем тоже сэкономили. После изменений, конструкция стала более легкой и простой в монтаже.

Список литературы:

- 1) ГОСТ 9940-81. Трубы бесшовные горячедеформированные из коррозионно-стойкой стали.
- 2) ГОСТ 9941-81. Трубы бесшовные холодно- и теплodeформированные из коррозионно-стойкой стали. Технические условия (с Изменениями N 1-5).
- 3) ГОСТ 11068-81 Трубы электросварные из коррозионно-стойкой стали. Технические условия (с Изменениями N 1, 2, с Поправкой).
- 4) ГОСТ 18143-72. Проволока из высоколегированной коррозионностойкой и жаростойкой стали. Технические условия (с Изменениями N 2-6).

Патерюхин Иван Сергеевич

направление Технологии материалов (аспирантура), гр. ТМ-31

Научный руководитель

Алибеков Сергей Якубович,

д. т. н., заведующий кафедрой машиностроения и материаловедения
*ФГБОУ ВО «Поволжский государственный технологический университет»,
г. Йошкар-Ола*

МЕХАНИЗМЫ ФОРМИРОВАНИЯ СВОЙСТВ ИЗНОСОСТОЙКИХ ПОКРЫТИЙ

Износостойкие покрытия позволяют значительно повысить работоспособность режущего инструмента, но в ряде случаев их эффективность недостаточна.

Анализ работ, посвященных исследованию механизмов изнашивания режущего инструмента с покрытиями [1, 2], позволяет в качестве основных причин разрушения покрытия определить их недостаточную когезионную прочность и трещиностойкость, а также адгезионную прочность сцепления покрытия с инструментальной основой.

В качестве материалов износостойких покрытий применяют тугоплавкие соединения типа металл-металлоид (Me-X), где в качестве металла выступают тугоплавкие металлы IV-VI групп Периодической системы элементов, а в качестве металлоида – углерод, азот, кислород. Для соединений типа Me-X характерна структура фаз внедрения – атомы металлоида занимают междоузлия в кристаллической решетке, образованной атомами металла. Следствием внедрения атомов металлоида в решетку металла является образование сильных химических связей Me-X, изменяющих физико-химические свойства [3].

В соединениях типа Me-X часто одновременно существует три типа связи: ионная, металлическая и ковалентная. В зависимости от преобладающего вида химической связи все материалы износостойких покрытий можно разделить соответственно на три большие группы. Нитриды, карбиды переходных металлов Ti, Zr, Hf, V, Nb, Ta, Mo, Cr имеют преимущественно металлический тип связи, карбиды, нитриды Al, Si, Fe, В представляют собой материалы с ковалентной связью, оксиды Al, Ti, Zr являются ионными кристаллами.

Оптимальные свойства износостойких покрытий можно получить при определенном соотношении между фундаментальными

характеристиками материалов покрытий. К таким характеристикам относятся: 1) характер связи в конкретных материалах; 2) стехиометрия; 3) фазовые соотношения; 4) анизотропия; 5) характер растворимости в конкретных системах, определяющий образование в материалах покрытия и в подложке твердых растворов, интерметаллидов и т. п.

Более тонкие критерии оптимизации покрытий включают учет взаимодействия поверхности износостойкого покрытия с обрабатываемым материалом, твердость самого покрытия, его усталостную прочность, вязкость разрушения и способность к аккомодации механических напряжений, а также адгезию с материалом подложки и несоответствие их коэффициентов термического расширения [4].

Выводы

Из вышесказанного следует, что основными направлениями повышения работоспособности режущего инструмента с износостойкими покрытиями являются: – структурное упрочнение материала износостойкого покрытия; – повышение прочности связи границы «покрытие – инструментальный материал»; – изменение физико-химического взаимодействия на границе «покрытие – обрабатываемый материал».

Структурное упрочнение материала износостойкого покрытия является основным направлением совершенствования его свойств, так как изменение физико-механических свойств покрытия отражается на взаимодействии покрытия как с обрабатываемым материалом, так и с инструментальной основой.

Список литературы:

1. Верещака, А. С. Работоспособность режущего инструмента с износостойкими покрытиями / А. С. Верещака. – М.: Машиностроение, 1993. – 336 с.
2. Табаков, В. П. Работоспособность режущего инструмента с износостойкими покрытиями на основе сложных нитридов и карбонитридов титана / В. П. Табаков. – Ульяновск: УлГТУ, 1998. – 123 с.
3. Самсонов, Г. В. Тугоплавкие соединения: справочник / Г.В. Самсонов, И. М. Вилинский. – М.: Металлургия, 1976. – 560 с.
4. Табаков, В. П. Износостойкие покрытия режущего инструмента, работающего в условиях непрерывного резания / В. П. Табаков, А. В. Чихранов. – Ульяновск: УлГТУ, 2007. – 255 с

Петров Андрей Радикович

направление эксплуатация транспортно технологических машин и
комплексов (магистратура, гр. ЭТМм-21

Научный руководитель

Шамшуrow Дмитрий Николаевич,

к.т.н, доцент, кафедры эксплуатации машин и оборудования

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

СПОСОБ ПОВЫШЕНИЯ СРОКА ЭКСПЛУАТАЦИИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ТЕХНИКИ

Актуальность работы Сельскохозяйственные машины, используются циклично и кратковременно с середины весны до середины осени, а в остальное время в течение длительного периода содержатся на площадках хранения. Рассмотрим вопросы повышения надежности и увеличения срока эксплуатации машин и оборудования сельскохозяйственного назначения.

Повышение надежности машин и оборудования сельскохозяйственного назначения достигается за счет предотвращения коррозии металла в период длительного хранения, а повышение срока эксплуатации осуществляется путём поддержания и контроля температуры и влажности воздуха в герметичном укрытии. Для предотвращения образования конденсата на поверхности техники и укрытия предлагается проводить их нагрев инфракрасными излучателями до температуры выше температуры образования точки росы. Инфракрасные излучатели устанавливаются в воздушной прослойке между объектом техники и куполообразном укрытием и соединены с блоком управления, имеющим в своём составе датчики контроля температуры и влажности воздуха под укрытием. Равномерность распределения инфракрасного излучения по поверхности объекта хранения обеспечивается симметричным размещением источников инфракрасного излучения и использованием в качестве материала укрытия изотермического материала с высокой отражающей способностью. Предлагаемый способ хранения машин и оборудования ограничивает теплообмен между машиной и окружающей средой. Благодаря тому, что защитному чехлу можно придать нужные защитные свойства (отражающую способность, теплопроводность, ограничение конвективного теплообмена) достигается эффект

ограничения скорости теплообмена, что позволяет избежать предельных температур, при которых возможна конденсация влаги на поверхности сельскохозяйственных машин. В качестве материала защитного чехла можно использовать современные теплоизолирующие материалы.

Вывод. Использование данного способа хранения позволит снизить коррозионные потери металла сельскохозяйственной техники от воздействия атмосферной влаги, что увеличит надежность и срок эксплуатации сельскохозяйственной техники.

Список литературы:

1. Десятов Ю.В., Терентьев В.В., Латышёнок М.Б. К вопросу защиты от коррозии сельскохозяйственной техники при хранении // Сб. науч. тр. 50-летию РГСХА посвящается. – Рязань, 1998. – С. 184 - 185.
2. Специальная техника для производства картофеля в хозяйствах малых форм / Н.Н. Колчин, Н.В. Бышов, С.Н. Бoryчев, И.А. Успенский, Г.К. Рембалович // Тракторы и сельхозмашины. – 2012. – № 5. – С. 48-55.
3. Латышёнок М.Б., Терентьев В.В. Анализ ухудшения сельскохозяйственной техники в период хранения // Актуальные проблемы и их инновационные решения в АПК: материалы науч. - практ. конф., посвященной 165-летию со дня рождения П.А. Костычева. – Рязань, 2010. – С.23-26.
4. Латышёнок М.Б., Терентьев В.В., Малюгин С.Г. Ресурсосберегающая технология консервации сельскохозяйственных машин // Современные энерго- и ресурсосберегающие, экологически устойчивые технологии и системы сельскохозяйственного производства: сб. – Рязань, 1999. – С. 98-101.

УДК 656.075

Попугаев Михаил Владимирович

направление Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов (магистратура), гр. ЭТМ-11

Научный руководитель

Костромин Денис Владимирович,

к.т.н., заведующий кафедрой эксплуатации машин и оборудования
ФГБОУ ВО «Поволжский государственный технологический университет»,
г. Йошкар-Ола

**ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ, ОРИЕНТИРОВАННОЕ НА
НАДЁЖНОСТЬ (REABILITY CENTERED MAINTENANCE),
ПРИМЕНЕНИЕ К ПОДВИЖНОМУ СОСТАВУ В УСЛОВИЯХ ООО «ПТФ
АКАШЕВСКАЯ»**

Цель работы – изучить возможность применения технического обслуживания, ориентированного на надёжность (RCM или Reliability-

centeredmaintenance) к подвижному составу в условиях предприятия ООО «ПТФ Акашевская», для повышения надёжности, снижения внеплановых простоев, а также трудовых и материальных затрат.

ООО «Птицефабрика Акашевская» – современное высокотехнологичное предприятие, расположенное в республике Марий Эл и является одним из крупнейших в Поволжье. Агрохолдинг представляет собой предприятие полного цикла, производства готовой продукции из мяса птицы со своей сетью сбыта. Для обеспечения технологии производства, на предприятии имеется собственный автопарк.

Подвижной состав, используемый, в технологической цепочке производства требует непрерывного обеспечения исправного и работоспособного состояния. Отказ даже одной единицы техники может привести к остановке технологического процесса и простою предприятия. Требования к уровню надёжности эксплуатации автопарка очень высокие, поэтому предприятию приходится нести существенные материальные и трудовые затраты на техническое обслуживание и ремонт (ТО и Р). Сокращение этих затрат при обеспечении высокой надёжности подвижного состава представляет собой важную и сложную задачу.

Для решения этой задачи на предприятии проводят предупредительное техническое обслуживание (ТО), в виде частичного проведения регламентных работ, предусмотренных заводами-изготовителями, и ремонт по потребности. Ремонт, проводимый по потребности, занимает большую часть времени в применяемой предприятием системе ТО и Р. Качество проведения работ ТО и Р не обеспечивает должного уровня надёжности. Некоторые регламентные работы, предусмотренные заводами-изготовителями, выведены из регламента по экономическим причинам. Большая часть ремонтных работ, проводимых на предприятии не является плановой, и состоит из устранения отказов и их последствий. Применяемая предприятием система ТОиР неспособна обеспечить высокого уровня надёжности при минимальных затратах. Для решения этой проблемы необходимо разработать методику поддержания подвижного состава, в исправном состоянии, основанную на применении технического обслуживания, ориентированного на надёжность (RCM или Reliability-centeredmaintenance) [1].

Методология RCM первоначально разработана в 1960-х годах в США для гражданской авиации и отражена в международных стандартах SAEJA1011 и SAEJA 1012, а также в национальных

стандартах «Менеджмент риска» и некоторые стандарты «Надежность в технике». Более детальное применение данной методологии рассмотрено в ГОСТ Р 27.606-2013 «Надежность в технике. Управление надежностью. Техническое обслуживание, ориентированное на безотказность». ГОСТ Р 27.606-2013 – это процесс выработки и принятия решений, направленных на выявление подходящих и эффективных требований к системе и операциям предупредительного ТО, отвечающих последствиям выявляемых отказов в части их влияния на безопасность, техническую эффективность и экономичность эксплуатации изделия и вызывающих указанные отказы механизмов [1]. Упрощенная диаграмма принятия решений по возникающим отказам представлена на рис.1.

Примером успешного применения RCM стал результат оптимизации, проведенный на МС-Bauchemie (Россия). Снизилось количество дефектов на 18% и занятость персонала отдела главного инженера на 16% [2].

Согласно, ГОСТа 27.003-2016 «Надёжность в технике. Состав и общие правила задания требований по надёжности», основными показателями надёжности автомобилей являются: $K_{т.и.}$; $K_{г.}$; T_o ; T_v [3].

Показатели вычисляются по следующим формулам:

$$K_{т.и.} = T_{и.} / (T_{и.} + T_v) \quad (1)$$

$$K_{г.} = T_{исп.} / T_{к.} \quad (2)$$

$$T_o = \sum T_{исп.} / n_o \quad (3)$$

$$T_v = \sum T_v / n_v \quad (4)$$

где: $K_{т.и.}$ – коэффициент технического использования; $K_{г.}$ – коэффициент готовности; T_o – средняя наработка на отказ; T_v – среднее время восстановления; $T_{и.}$ ($T_{т.и.}$) – время использования; T_v – время восстановления; $T_{исп.}$ – время исправного состояния; $T_{к.}$ – время календарное; n_o – количество отказов; n_v – количество восстановлений.

Предлагаемые этапы формирования программы RCM для подвижного состава ООО «ПТФ Акашевская»:

1) сформировать базу данных по подвижному составу, находящемуся в эксплуатации, с паспортными характеристиками, данными наработки, техническими параметрами, каталогами запчастей, (влиять на показатели $K_{т.и.}$, $K_{г.}$);

2) сформировать список плановых предупредительных работ, с указанием исполнителей, периодичностью, трудоемкостью, требуемых запчастей, поставщиков запчастей, затрат на их выполнение, (влияет на T_v);

3) собрать статистику по зарегистрированным отказам и работам по их устранению, включая затраты и время на выполнение этих работ, а также статистику продолжительности бездействия после обращения по возникшему отказу, (влияет на T_0);

4) согласно принципу Парето, выделить наиболее дефектные единицы подвижного состава, на котором будет проводиться оптимизация программы технического обслуживания;

5) удаляем из действующей программы дублирующие работы, направленные на предупреждение одного и того же отказа, и удаляем работы, проведение которых не влияет на предотвращение каких-либо отказов, даже если эти работы рекомендованы заводами-изготовителями автомобилей, дополняем программу предупредительными работами, соответствующим вновь зарегистрированным отказам, (влияет на T_B);

6) выявляем работы, оказавшиеся неэффективными, по ним проводим углубленный анализ корневых причин отказов (RCFA или Root Cause Failure Analysis). На основе этого анализа проводим изменение характера выполняемой работы (влияет на T_0).

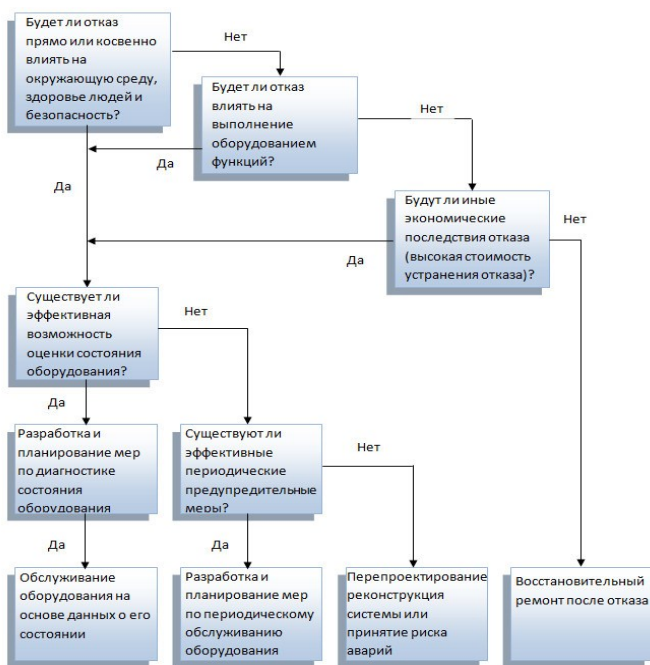


Рис. 1. Упрощенная диаграмма принятия решений согласно RCM

Выводы

Таким образом, применение RCM к подвижному составу в условиях ООО «ПТФ Акашевская», является актуальным и представляет большой практический интерес. В результате применения RCM возникает большое количество данных по отказам, которые необходимо как-то регистрировать и анализировать. Для решения данной проблемы необходимо формирование базы данных в электронных информационных системах, 1С: ТОиР или TRIM: ИСУ ТОиР от разработчика НПП СпецТек.

Список литературы:

1. ГОСТ 27.606-2013 Техническое обслуживание, ориентированное на безотказность [электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/1200104775> (дата обращения 09.11.2020).
2. Формирование оптимальной программы обслуживания оборудования с использованием RCM-анализа [электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.up-pro.ru/library/information_systems/toir/rcm-analiz.html (дата обращения 09.11.2020).
3. ГОСТ 27.003-2016 Состав и общие правила задания требований по надёжности [электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/1200144951> (дата обращения 09.11.2020).

УДК 621.31

Потапов Кирилл Вениаминович

направление Агроинженерия (бакалавриат), гр. АИ-31

Научный руководитель

Свечников Владимир Николаевич,

ст. преподаватель кафедры энергообеспечение предприятий
ФГБОУ ВО «Поволжский государственный технологический университет»,
г. Йошкар-Ола

ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ И ОСОБЕННОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ

В настоящее время сельское хозяйство является быстро развивающейся отраслью народного хозяйства. Бурное развитие технологии и используемого оборудования сопровождается увеличивающимся потреблением энергии, в общем балансе которой значительную и быстро растущую долю занимает электрическая энергия. Из всех видов энергии она наиболее легко транспортируется,

преобразовывается и используется. Электровооруженность труда приобретает все более распространенный характер. Новые машины, механизмы и технологии, порожденные научно-техническим прогрессом, требуют для своего осуществления электроэнергию.

Развитие сельской электрификации обуславливает восприимчивость сельскохозяйственного производства к достижениям научно-технического прогресса. С его помощью осуществляются водоснабжение, кормоприготовление и раздача кормов, уборка помещений, обогрев и создание микроклимата в помещениях, сушка и переработка зерна и других сельскохозяйственных продуктов, сев и уборка, орошение и мелиорация земель, инкубация и выращивание молодняка, содержание взрослого поголовья. Интенсивно используется электроэнергия в электротепловых установках и установках для создания микроклимата - устройства для обогрева полов помещений, водонагреватели, калориферы и кондиционеры, холодильники, компрессоры, системы вентиляции.

Прогрессивные виды технологии также используют электроэнергию, где с ее помощью работают электрофильтры, в электрических полях окрашиваются различные изделия, осуществляется сепарирование и предпосевная обработка семян, проводятся опыты по электроактивации жидкостей и воды. Сушка, нагрев, дезинсекция, металлизация изделий распылением, осуществляемые с помощью токов высокой частоты и ультразвуком, немыслимы без электроэнергии, как немыслима без нее работа ремонтных и перерабатывающих предприятий, на которых установлено большое количество технологических линий и машин, станков и агрегатов, с помощью которых осуществляется переработка овощей и фруктов, молока, мяса и другой сельскохозяйственной продукции.

На рисунке 1 представлен расход электроэнергии по основным технологическим процессам [2].

Совершенно новыми областями использования электроэнергии в сельском хозяйстве являются такие достижения научно - технического прогресса, как сельскохозяйственная робототехника и электроника, содержащие различные электроприводы, электроаппараты, электрические схемы управления и регулирования и имеющие огромные области применения. В настоящее время созданы лишь автоматизированные установки для поточного доения коров.

В сельскохозяйственном производстве все чаще начинает применяться полупроводниковая техника, имеющая нелинейные характеристики. Ее работа в сетях вызывает высшие гармонические

составляющие и искажение синусоидальной формы кривой напряжения, что приводит к дополнительным потерям мощности и электроэнергии в сельских установках [3].

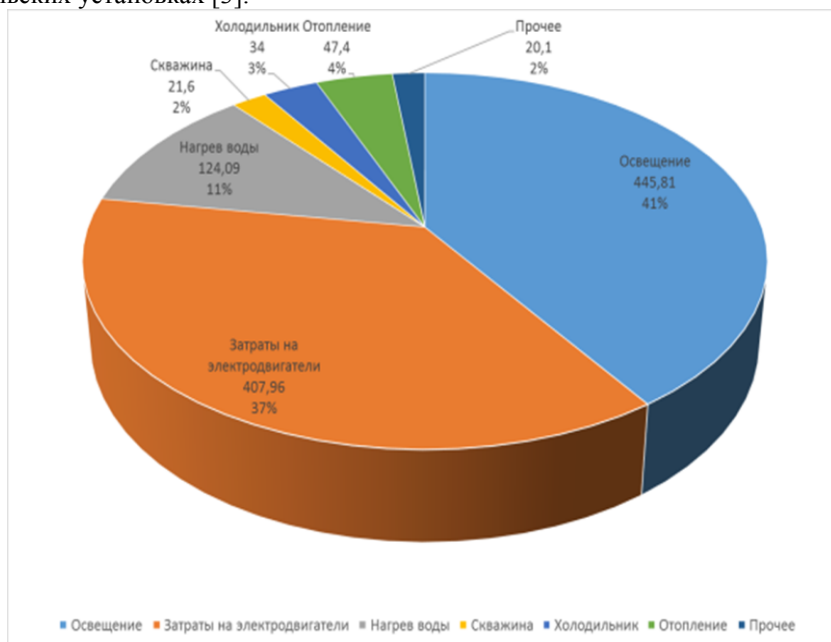


Рис. 1. Структура потребления электроэнергии в сельском хозяйстве

Даже беглое перечисление использования электроэнергии в сельском хозяйстве показывает, что благодаря электричеству существует и может функционировать большинство машин, механизмов и агрегатов. Электроэнергия - основа индустриализации и научно-технического прогресса в сельскохозяйственном производстве.

Список литературы:

1. Место и роль электроэнергетики в АПК. [Электронный ресурс].- Режим доступа: <https://lektsii.org/13-64720.html> (дата обращения 1.11.2020).
2. Тимофеев, Е. В. Повышение энергоэффективности в сельском хозяйстве / Е. В. Тимофеев, А. Ф. Эрк, В. Н. Судаченко, В. А. Размук. — Текст: непосредственный // Молодой ученый. — 2017. — № 4 (138). — С. 213-217.
3. Особенности электроснабжения сельских электроустановок. [Электронный ресурс].- Режим доступа: <https://lektsia.com/1xd56.html> (дата обращения 1.11.2020).

Пугачев Никита Сергеевич

направление Теплоэнергетика и теплотехника (бакалавриат), гр ТТ-11

Научный руководитель

Медяков Андрей Андреевич,

к.т.н., заведующий кафедрой Энергообеспечение предприятий
*ФГБОУ ВО «Поволжский государственный технологический университет»,
г. Йошкар-Ола*

ПОДБОР ОТОПИТЕЛЬНЫХ ПРИБОРОВ ДЛЯ СИСТЕМЫ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ ЖИЛОГО ДОМА В г.ЙОШКАР-ОЛА

Цель работы - теплоснабжение коттеджа с разработкой системы индивидуального отопления в г. Йошкар-Ола.

Среди теплотрат на коммунально-бытовые нужды в зданиях (отопление, вентиляция, кондиционирование воздуха, горячее водоснабжение), основными являются необходимые затраты на отопление. Они зависят от условий эксплуатации зданий в период отопительного сезона на большей части территории России, когда теплопотери через их наружные ограждающие конструкции значительно превышают внутренние тепловыделения.

Для поддержания необходимой температурной обстановки целесообразно оборудовать здания отопительными системами или приборами. Устройство системы отопления должно быть предусмотрено уже на этапах проектирования и строительства дома.

Вследствие особенностей климата на большей части территории нашей страны человек проводит в закрытых помещениях до 80% времени. Для создания нормальных условий его жизнедеятельности необходимо поддерживать в этих помещениях строго определенный тепловой режим. Йошкар-Ола находится в зоне с умеренно континентальным климатом, во 2 климатическом районе.

В теплотехнические расчеты наружных ограждений отапливаемого дома входит определение сопротивления теплопередаче ограждений.

керамический камень Porotherm 51:

$\delta = 510 \text{ мм}; \lambda = 0,144 \text{ Вт}/(\text{м} \cdot ^\circ\text{C}), R_2 = 3,54 \text{ м}^2 \cdot ^\circ\text{C}/\text{Вт}.$

Коэффициент теплопередачи ограждающих конструкций $\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C})$ рассчитываем по формуле:

$$k = 1/R_0;$$

где R_0 - сопротивление теплопередаче наружного ограждения $\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C}/\text{Вт}$.

Основные потери теплоты через ограждающие конструкции:

$$Q = F \cdot k \cdot h_t \cdot \Delta t,$$

где F - площадь ограждения, м^2 ;

k - коэффициент теплопередачи ограждающих конструкций, $\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C})$,

Δt - разность температур ($t_v - t_n$), $^\circ\text{C}$;

h_t - поправочный коэффициент на разность температур.

Определяем количество секций приборов:

$$n_c = \frac{\sum Q_k}{Q_c},$$

где $\sum Q_k$ – теплопотери комнаты, Вт ;

Q_c – теплоотдача одной секции радиатора, Вт .

Таблица 5 - Расчет количества секций и подбора приборов

Жилые помещения	Теплопотери в помещении, Q , Вт	Количество секций к установке	Количество приборов в помещении	Теплоотдача всех приборов с учетом секций, Вт	Расход теплоносителя, G , $\text{кг}/\text{ч}$,
Прихожая	1385,95	8	1	1448,0	62,26
Ванная	335,64	2	1	362,0	15,57
Кухня	595,51	4	1	724,0	31,13
Комната 1	1072,91	6	1	1086,0	46,7
Комната 2	561,02	4	1	724,0	31,13
Лестничная площадка	468,87	3	1	543,0	23,35
Детская	379,03	3	1	543,0	23,35
Чулан	242,38	2	1	362,0	15,57
Спальная комната	729,35	5	1	905,0	38,92
Комната 3	591,75	4	1	724,0	31,13
Комната 4	572,24	4	1	724,0	31,13
Лестничный переход	97,84	1	0	0,0	0,0

Выводы

Результаты теплотехнического расчета показали, что общие потери теплоты в жилых помещениях жилого дома составили 7030,12 Вт.

Для отопления коттеджа выбраны алюминиевые радиаторы итальянской компании Global Iseo 500. Тепловая нагрузка объекта примерно на 15,9% больше теплопотерь помещения.

После расчета стоимости покупки алюминиевых и биметаллических радиаторов для частного дома, получили значительную экономию при установке алюминиевых приборов.

Список литературы:

1. Малявина Е.Г. Теплопотери здания. Справочное пособие. Москва «АВОК-ПРЕСС» 2007.
2. Яковлев Р.В. Отопление современного коттеджа / Р.В. Яковлев. – Ростов н/Д: Феникс, 2010. - 189с.
3. Зеликов В.В. Справочник инженера по отоплению, вентиляции и кондиционированию. - Москва: Инфра- Инженерия, 2011. - 624 с

УДК 678.049.2

Садовина Екатерина Анатольевна

направление Техносферная безопасность (бакалавриат), гр.ТБ-31

Научный руководитель

Сластихина Светлана Викторовна,

старший преподаватель кафедры машиностроения и материаловедения
*ФГБОУ ВО «Поволжский государственный технологический университет»,
г. Йошкар-Ола*

СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ПОКРЫТИЯ ДОРОГ КОМПОЗИЦИОННЫМИ МАТЕРИАЛАМИ

Композиционные материалы (КМ) — это материалы, обладающие следующей совокупностью признаков:

1. состоят из двух или более компонентов, различающихся по своему химическому составу и разделенных выраженной границей;
2. имеют новые свойства, отличающиеся от свойств, составляющих эти материалы компонентов;
3. неоднородны в микромасштабе и однородны в макромасштабе;

4. свойства определяются каждым из компонентов, которые в связи с этим должны содержаться в материале в достаточно большом количестве (больше некоторого критического значения).

Композиционные материалы классифицируют по следующим основным признакам: типу матрицы, виду армирующего элемента, особенностям макростроения и методам получения.

У композиционных материалов, также как и у всех материалов, имеются свои преимущества и недостатки.

Преимущества композиционных материалов:

- высокая удельная прочность;
- высокая жёсткость (модуль упругости 130...140 ГПа);
- высокая износостойкость;
- высокая усталостная прочность;

Наиболее частые недостатки композиционных материалов:

- высокая стоимость;
- анизотропия свойств;
- повышенная наукоёмкость производства, необходимость специального дорогостоящего оборудования и сырья, а, следовательно, развитого промышленного производства и научной базы страны [1].

Многие материалы обладают определенным комплексом свойств. Например, бетон, обладая высокой жесткостью и хрупкостью, отлично работает на сжатие и не работает на растяжение. В этой связи бетонные конструкции давно используют в качестве фундаментов и различных опор. В свою очередь, металлы обладают пластичностью, высокой прочностью и достаточно хорошо работают на растяжение. Поэтому из материала, состоящего из железобетона, изготавливают конструкции, имеющие достаточную жесткость и одновременно работающие на растяжение. Такие материалы, сочетающие в себе свойства, присущие нескольким материалам, обычно называются композиционными материалами (КМ).

Асфальтобетонные покрытия являются наиболее распространенным типом усовершенствованных дорожных покрытий, применяемых в России и за рубежом. Асфальтобетон, как композиционный материал, обладает способностью к релаксации напряжений, выражающейся в падении напряжения после снятия нагрузки, а также при переходе упругой деформации в остаточную. Поэтому важно знать, что такое композиционный материал и почему асфальтобетон относят именно к этой группе материалов.

Асфальтобетон является неоднородным материалом, причем его свойства определяются не только параметрами составляющих, но и

методикой приготовления, температурными показателями, способом укладки и воздушного охлаждения [2].

Создание дорожного покрытия начинается с подбора минерального остова. Республика Марий Эл относится ко второй дорожно – климатической зоне и на асфальтобетонных заводах изготавливается вид смеси БНД 70/100 и 100/130. Критериями оценки заполнителя служат: прочность, устойчивость к истиранию и воздействию климатических факторов – влажности и морозостойкости.

Следующим шагом является создание структуры – скелета покрытия. Размеры, форму зерен, гранулометрический состав минерального заполнителя подбирают с учетом дорожного трафика в соответствии с требованиями ГОСТ Р так, чтобы при уплотнении смеси за счет расклинивания создать сдвигоустойчивую структуру, с высоким сопротивлением колееобразованию. Последний шаг – правильный выбор битумного вяжущего, скрепляющего эту структуру.

Итог пути – дорожное покрытие, устойчивое к пластичному колееобразованию, воздействию шипованных шин, усталостному и низкотемпературному растрескиванию.

Таким образом, перед приготовлением асфальтобетонной смеси, вся его составная часть должна соответствовать национальным стандартам.

Конечно, в современном мире часто используют асфальтобетонные покрытия дорог, но все большее распространение в последнее время получают полимерные покрытия.

Переработанный пластик имеет множество сфер применения, одна из них – создание дорожных покрытий.

На планете около 40 млн км дорог, на расширение этой сети и создания новых магистралей ежегодно тратится 1,6 трлн тонн асфальта.

Одним из основных компонентов асфальтобетонной смеси является битум, содержание которого варьируется от 10 до 60%. Частичная замена этого материала переработанным пластиком позволит решить проблему загрязнения окружающей среды и улучшит практические характеристики дорожного покрытия.

Процесс создания строительного материала из пластика для дорожного покрытия идет в несколько этапов:

- сбор, сортировка и очистка пластиковых отходов;
- измельчение полимерных материалов;
- добавление измельченного и расплавленного пластика в битум;
- нагревание смеси и нанесение ее на заполнитель при температуре 160 градусов;
- обработка битумом;

- добавление смеси с пластиком для улучшения сцепления.

В результате получается асфальтобетонная смесь, которая укладывается на подготовленное основание классическим способом. Используются асфальтоукладчики для уплотнения и создания идеально ровного полотна.

Она заключается в литье из переработанного пластика пустотелых плит для дорожного полотна. В пустотах планируется прокладывать городские коммуникации. Плиты на таких пластиковых дорогах будут укладываться на подушку из уплотненного песка.

Отличительная особенность технологии – использование большого количества отходов, а также быстрый монтаж.

Российские специалисты проанализировали потенциал этой системы и пришли к выводу, что подобное дорожное покрытие из пластика можно использовать в климатических условиях нашей страны только для строительства тротуаров и парковых дорожек.

Основным преимуществом использование пластиковых отходов для создания дорожного покрытия является улучшение экологической обстановки в крупных городах [1].

Среди недостатков покрытия:

- стоимость выше обычного асфальтобетонного покрытия на 3%;
- ухудшение эксплуатационных характеристик при высоких температурах;
- отсутствие нормативной базы для внедрения покрытия.

Для производства требуется большой объем пластиковых отходов – нужна система раздельной утилизации отходов.

Выводы

Таким образом, асфальт по своей структуре – это типичный гетерофазный композиционный материал, имеющий жесткий минеральный остов, помещенный в псевдожидкую матрицу вяжущего. Исследования по физико-механике и материаловедению асфальтобетонов как композиционных материалов, показали, что существует ряд фундаментальных функциональных характеристик, которые обеспечивают долговечность дорожного асфальтобетонного покрытия и его надлежащее состояние в период эксплуатации.

Также можно сказать, что дорожные покрытия на основе переработанных пластиковых отходов — одно из наиболее перспективных направлений развития строительства автомобильных дорог. Не исключено, что скоро эта сфера станет одним из стабильных каналов сбыта для бизнеса на переработке пластика, так как использование инновационных материалов поможет снизить расходы на

прокладку и содержание магистралей, избавить города от пластикового мусора [3].

Список литературы:

1. Бонченко Г.А. Асфальтобетон. Сдвигоустойчивость и технология модифицирования полимером. – М.: Машиностроение, 1994. – 175 с.
2. Гезенцев Л.Б. Дорожный асфальтобетон. – М.: Транспорт, 1985. – 350 с.
3. ГОСТ 9128 – 97 – "Смеси асфальтобетонные, аэродромные и асфальтобетон".

УДК 697.7

Сергеева Диана Вениаминовна, Макуева Дилара Ахлимановна
направление «Теплоэнергетика и теплотехника» (бакалавриат), гр. ПТ-1-18

Научный руководитель

Кондратьев Александр Евгеньевич,
кандидат техн. наук, доцент, заместитель заведующего кафедрой по НР
*ФГБОУ ВО «Казанский государственный энергетический университет»,
г. Казань*

ПРЕИМУЩЕСТВА ИНФРАКРАСНОЙ СИСТЕМЫ ОБОГРЕВА НАД ТРАДИЦИОННЫМИ СПОСОБАМИ ОТОПЛЕНИЯ

Цель работы - доказать, что использование температурных параметров в качестве отопления в рабочей зоне производственного помещения с помощью инфракрасной системы целесообразней, чем водяного отопления.

Инфракрасный обогрев - это передача тепловой энергии в виде электромагнитных волн. В связи с тем, что инфракрасное отопление быстро набирает популярность в качестве отопительной системы для дома или офиса, то данная тема является **актуальной**. У инфракрасного обогрева много преимуществ. К примеру, инфракрасные нагревательные панели чрезвычайно энергоэффективны, они способны снизить потребление энергии до 50%, кроме того низкая стоимость инфракрасного обогрева остается низкой, так как нет больших затрат на установку и для начала достаточно подключить к сети. Также это удобный метод обогрева, который благотворно влияет на здоровье. Но наиболее комфортным и экологическим являются излучения, не превышающие температуру 50 °С [1]. В случае использования инфракрасных панелей их размещают на стенах или потолке, чтобы они действовали как проводники тепла. Независимо от того, на улице или в

помещении, инфракрасный обогреватель всегда должен устанавливаться таким образом для оптимальной работы. Инфракрасные панели очень экологичны: помимо низких затрат на электроэнергию, нагревательные панели изготовлены из переработанного материала. Если рассматривать электрический инфракрасный обогреватель, то в нем не используются подвижные компоненты, такие как вентиляторы или турбины. Таким образом, он полностью бесшумный.

Основное отличие инфракрасного обогрева от обычных систем обогрева в том, что он нагревает воздух снизу-вверх. Большинство обогревателей нагревают пространство, используя воздух в качестве перехода тепла. Это приводит к тому, что тепло поднимается к потолку и удаляется от того места, где находится человек, теряя часть своей эффективности. Как следствие, необходимо повторно нагревать воздух и потреблять больше энергии. При нагреве инфракрасным излучением тепло передается не через воздух, а через волны. Таким образом, тепло накапливается на полу, потолке и стенах и медленно отделяется, подобно тому, как это происходит с Солнцем, когда оно нагревает Землю. Тепло с помощью инфракрасной системы передается одним из трех способов:

1) Конвективный нагрев - это передача тепла за счет физического контакта между источником тепла и нагреваемым объектом.

2) Конвекционный нагрев - это передача тепла с использованием нагретого воздуха в качестве среды передачи между источником тепла и нагреваемым объектом. Конвекционное отопление системы - это более медленные системы с большими слоями воздуха, особенно на высоте. Таким образом, инфракрасное излучение напрямую влияет на людей и предметы, а также является совершенно бесшумным.

3) Радиационный нагрев - это передача тепла с помощью невидимых электромагнитных волн энергии от источника тепла к нагреваемому объекту.

Инфракрасное отопление позволяет сэкономить энергию, то есть и денежные средства. На эту экономию влияют и другие факторы, такие как, например, установка и само оборудование, которое значительно снижает потребление.

Многие утверждают, что инфракрасный обогрев более медленный и менее мощный, чем традиционный, поэтому его потребление ниже. Однако это идеальный вариант для обогрева небольших помещений и поддержания температуры, поскольку он нагревает непосредственно материалы. Так ученые Томского научного центра завершили

разработку промышленной модели нового образца мобильного инфракрасного обогревателя на основе пористых горелок мощностью 20 кВт. Она способна преобразовывать энергию горения природного газа в поток инфракрасного излучения с эффективностью $\approx 75\%$, в то время как мировые аналоги делают это с эффективностью $\approx 30\%$ [2].

Инфракрасный вид отопления не требует для работы какого-либо топлива, поэтому риск взрыва отсутствует. Отказ от сжигания не приводит к образованию газов или запахов. Кроме того, инфракрасный обогреватель постепенно нагревает и не достигает завышенных температур, что делает невозможным появления возгораний или ожогов.

Вывод

Таким образом, преимущества инфракрасного отопления очевидны. Инфракрасная технология высокоэффективна, потребляет меньше воды и экологически безопасна по сравнению с обычным обогревом.

Список литературы:

1. Карницкий, В.Ю. Инфракрасное отопление как экономичный и эффективный вид отопления [Текст] / В.Ю. Карницкий, В.С. Ушников // Известия ТулГУ. Технические науки. - 2016. - №12-3.
2. Интерфакс Россия [Электронный ресурс] / Томские ученые создали инфракрасный обогреватель нового поколения. – Электрон. дан., - М. – Режим доступа: <https://www.interfax-russia.ru/siberia/news/tomskie-uchenye-sozdali-infrakrasnyy-obogrevatel-novogo-pokoleniya>.

УДК 626

Сибгатуллин Булат Габтыльбарович

направление Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов
(магистратура), гр. ЭТМм-22

Научный руководитель

Ласточкин Денис Михайлович,

к.т.н., доцент кафедры эксплуатации машин и оборудования
ФГБОУ ВО «Поволжский государственный технологический университет»,
г. Йошкар-Ола

ИССЛЕДОВАНИЕ ЭЛЕКТРООБОГРЕВА ТРУБОПРОВОДА НЕФТИ

Актуальность работы заключается в том, что большинство месторождений нефти и газа находится в северной климатической зоне, а температура выпадения парафина составляет до $+30^{\circ}\text{C}$. Поэтому

данная проблема становится актуальной при перекачки нефти и нефтепродуктов.

Электрообогрев начали использовать за рубежом 1960 году. На это повлияло несколько причин. Во-первых, повысилось количество производимой электроэнергии. Во-вторых, автоматизация процессов так как электрообогрева намного легче контролировать и автоматизировать, чем ранее известные способы обогрева таких, как обогрев паром и высокотемпературными органическими носителями (ВОТ), встроенные подогреватели и т.д. В-третьих, усовершенствование теплоизоляционных материалов, то есть для обогрева требовалось намного меньше мощностей.

Ленточные резистивные кабели также стали востребованным решением. В их состав входили базальтовые и стеклянные волокна с пропитками типа ЭНГЛ. Вместе с ленточными резистивными кабелями начали popularizоваться системы нагрева, основанные на таких кабелях. Толчком для этого послужило создание и распространение силиконовых резин и фторполимеров [1].

Еще одним шагом стало появление нагревательных лент, в которых использовался эффект саморегуляции. Они были изобретены при изучении свойств, которыми обладали угленасыщенные проводящие пластмассы. Несмотря на то, что нагревательные ленты обладали в сравнении с резистивными лентами сниженной выделяемой мощностью (от 10 до 50 Вт/м), это уже не являлось их недостатком вследствие появления теплоизоляционных материалов с высокой эффективностью. Вместе с тем саморегулируемые нагреватели обладали такими преимуществами, как возможность изменять длины и невозможность перегрева. Это и обусловило их высокую популярность как технологического решения.

Резистивный прямой электрический нагрев также использовался для нагрева трубопроводов. При этом электрический ток пропусклся по той трубе, которая обогревалась. Этот способ использовался при необходимости произвести аварийный разогрев трубы небольшой протяженности. Однако данный метод не стал популярным, поскольку при его использовании снижалась безопасность обслуживающего персонала, а также возникала повышенная взрыво- и пожароопасность, что было особенно важно при перевозке нефтепродуктов.

В некоторых случаях при решении задач, связанных с обогревом трубопроводов, является целесообразным использование нагревательных индукционных систем. В них металлические стенки трубопроводов либо резервуаров нагреваются посредством действия

электромагнитного поля, которое создает ток, протекающий в индукторе. Как правило, ток, используемый для таких задач, имеет промышленную частоту. Система обогрева может быть выполнена в двух вариантах: дискретный обогрев (только для отдельных участков трубопровода) либо сплошной обогрев. В случае дискретного обогрева индукторы, установленные на трубе, удалены друг от друга на заданное расстояние. Применение индукционных обогревательных систем является целесообразным тогда, когда трубы имеют небольшую длину (как правило, это возможно на территориях химических и нефтеперерабатывающих заводов) [2].

Появление индукционно-резистивной обогревательной системы, которая впервые начала применяться в Японии, стала важным шагом. В основу данной системы положен скин-эффект. Она стала применяться с целью обогреть длинные (до 15 километров) трубопроводы. В Японии в 1971 году с помощью индукционно-резистивных систем (СКИН-системы) обогревалось 120 километров трубопроводов, мощность составляла 15 МВт. Положительные свойства данных систем – безопасность, надежность, а также отсутствие питающих электросетей.

Нужно заметить, что СКИН-системы являются очень востребованными в условиях Российской Федерации. Это обусловлено тем, что в России используется множество длинных трубопроводов, которые проложены и функционируют в суровых климатических условиях. Сегодня СКИН-системы производятся предприятиями трех стран – Японии, России и США [1].

Выводы

Итак, в сравнении с другими способами обогрева электрический обогрев обладает следующими преимуществами:

- Удобство конструктивного исполнения;
- Повышенная концентрация мощности;
- Постоянство обогревательной мощности по всей длине трубопровода;
- Широкие возможности для температурной регуляции нагрева;
- Низкая сложность встраивания в автоматизированные системы, которые внедрены в большинстве производственных предприятий;
- Сниженная материалоемкость, повышенная экономическая эффективность, достигаемая оптимальным расходом электрической энергии. Точность, простота автоматического подсчета затрат на электрической обогрев;
- Повышенная безопасность, длительные сроки эксплуатации, что обеспечивается использованием качественных материалов и передовых

технологий. Повышенная пригодность к ремонту;

- Экологичность;
- Возможность восстановить функционирование трубопровода в случае перебоев в электропитании.

Список литературы:

1. Струпинский М.Л. Проектирование и эксплуатация систем электрического обогрева в нефтегазовой отрасли / М.Л. Струпинский, Н.Н. Хренков. – М.: Инфра-Инженерия, 2015. – 272 с.

2. Кабельная система обогрева // Википедия. [2019—2019]. Дата обновления: 17.04.2019. URL: <https://ru.wikipedia.org/?oldid=99273317> (дата обращения: 27.10.2020).

УДК 620.97

Созонов Кирилл Александрович

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

Научный руководитель

Осташенков Алексей Петрович,

к.т.н., доцент кафедры энергообеспечения предприятий

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

ИССЛЕДОВАНИЕ НАДЕЖНОСТИ СИСТЕМЫ СОЛНЕЧНОГО ГОРЯЧЕГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ В РЕСПУБЛИКЕ МАРИЙ ЭЛ

На надежность систем солнечного ГВС оказывают влияние большое количество внутренних и внешних факторов, в том числе инсоляция. Влияние последнего фактора особенно сильно проявляется в условиях регионов с относительно невысокой инсоляцией. В этой связи актуальной представляется задача исследования надежности системы горячего водоснабжения с солнечными коллекторами с учетом фактической инсоляции.

Цель: провести исследование надежности системы солнечного ГВС для условий Республики Марий Эл.

Объект исследования: система солнечного ГВС.

Предмет исследования: надежность системы солнечного ГВС.

Системы солнечного ГВС состоят из большого числа элементов как восстанавливаемых, так и невосстанавливаемых. Структура такого объекта представляется в виде схемы, показывающей взаимодействие элементов при реализации поставленной задачи (обеспечение ГВС

потребителей). Для исследования надежности удобно строить структурную схему надежности, которая, с точки зрения безотказности, сводится, как правило, к последовательному или параллельному соединению элементов. При построении схемы надежности системы горячего водоснабжения были учтены следующие элементы: солнечные коллекторы (С), циркуляционный насос (Р), клапаны (Х, Y), газовый котел (G), бак-аккумулятор горячей воды (А) [1, 2]. Структурная схема рассматриваемой системы солнечного ГВС показана на рисунке 1.

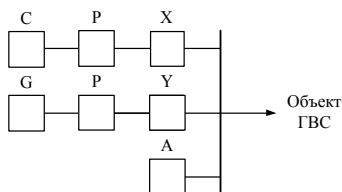


Рис. 1. – Принципиальная схема системы солнечного ГВС

В рамках исследования надежности системы горячего водоснабжения с солнечными коллекторами был использован логико-вероятностный метод. При этом были учтены события, при которых имеет место инсоляция, достаточная для покрытия затрат тепловой энергии на ГВС, а также события, когда функция горячего водоснабжения может быть обеспечена только путем использования резервных источников тепловой энергии. Оценка безотказности системы солнечного ГВС проводилась путем составления логической функции отказа.

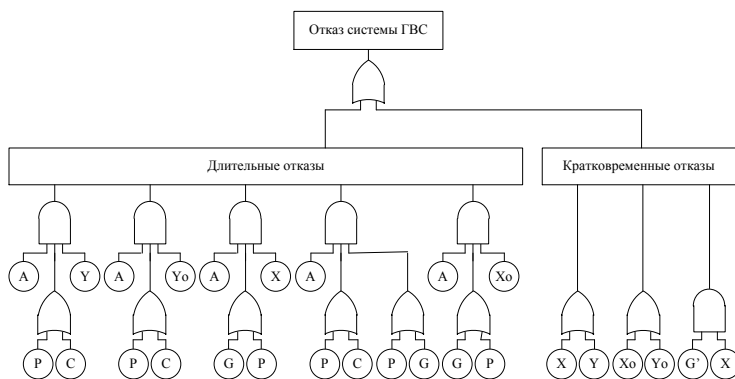


Рис. 2. – Дерево отказов (достаточная инсоляция)

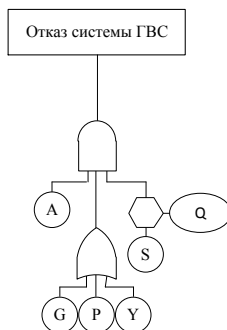


Рис. 3. – Дерево отказов (недостаточная инсоляция)

Обозначения на рисунках 2, 3: A, P, C, Y, X, G – отказавшие элементы в соответствии с обозначениями, приведенными на рисунке 1; G' – элемент, на котором проводятся профилактические или восстановительные работы; X_о, Y_о – отказ при появлении заявки на срабатывание; S – отказ, произошедший по причине снижения инсоляции.

Вероятность отказа системы солнечного ГВС определялась по выражению:

$$q = q_{LT} + q_{ST} + q_{FV},$$

где $q_{LT} = \lambda_Y \cdot \tau_Y \cdot (\lambda_P \cdot \tau_P + \lambda_C \cdot \tau_C) \cdot \lambda_A \cdot \tau_A + q_{o.Y} \cdot (\lambda_P \cdot \tau_P + \lambda_C \cdot \tau_C) \cdot \lambda_A \cdot \tau_A + \lambda_X \cdot \tau_X \cdot (\lambda_G \cdot \tau_G + \lambda_P \cdot \tau_P) \cdot \lambda_A \cdot \tau_A + \lambda_A \cdot \tau_A \cdot (\lambda_P \cdot \tau_P + \lambda_C \cdot \tau_C) \cdot (\lambda_G \cdot \tau_G + \lambda_P \cdot \tau_P) + q_{o.X} \cdot (\lambda_G \cdot \tau_G + \lambda_P \cdot \tau_P) \cdot \lambda_A \cdot \tau_A$ – вероятность длительного простоя;

$q_{ST} = (\lambda_X \cdot \tau_X + \lambda_Y \cdot \tau_Y) + (q_{o.X} + q_{o.Y}) + q_G \cdot \lambda_X \cdot \tau_X$ – вероятность кратковременного простоя;

$q_{LI} = \lambda_A \cdot \tau_A \cdot (\lambda_G \cdot \tau_G + \lambda_P \cdot \tau_P + \lambda_Y \cdot \tau_Y) \cdot q_S \cdot k_S$ – вероятности отказа по причине снижения инсоляции;

$\lambda_Y, \lambda_P, \lambda_C, \lambda_A, \lambda_X, \lambda_G$ – интенсивности отказов элементов, 1/год;

$q_{o.Y}, q_{o.X}$ – вероятности отказа при запросе на срабатывание клапанов;

q_G – вероятность простоя газового котла;

$\tau_Y, \tau_P, \tau_C, \tau_A, \tau_X, \tau_G$ – средние времена восстановления функционирования элементов, год;

q_S – вероятность появления недостаточной инсоляции, при которой солнечные коллекторы не обеспечивают горячее водоснабжение потребителей;

$k_S = \frac{\lambda_S}{\lambda_S + \mu_S} (1 - e^{-(\lambda_S + \mu_S)t})$ – коэффициент простоя системы солнечного ГВС;

$\lambda_S = 1/T_{0S}$ – интенсивность появления недостаточной инсоляции, год⁻¹;

$\mu_S = 1/T_S$ – интенсивность восстановления достаточной инсоляции, год⁻¹;

T_{0S} – продолжительность периода с недостаточной инсоляцией;

T_S – продолжительность периода с достаточной инсоляцией.

С использованием данных о продолжительности периода с достаточной инсоляцией для условий Республики Марий Эл для покрытия затрат тепловой энергии на ГВС четырехквартирного жилого дома, а также значений параметров, характеризующих надежность элементов системы солнечного ГВС, были получены значения $q_{LT} = 6,9 \cdot 10^{-15}$, $q_{ST} = 4,03 \cdot 10^{-5}$, $q_{LI} = 8,17 \cdot 10^{-14}$, $q = 4,03 \cdot 10^{-5}$.

Список литературы:

1. Амерханов, Р.А., Бутузов, В.А., Гарькавый, К.А. Вопросы теории и инновационных решений при использовании гелиоэнергетических систем. – М.: Энергоатомиздат, 2009. – 504 с.

2. Duffie J.A. and W.A. Beckman. 2013. Solar engineering of thermal processes. Wiley, pp: 40-44.

УДК 622.70

Соколов Николай Вячеславович

направление Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов
(магистратура), гр. ЭТМм-21

Научный руководитель

Шестаков Яков Иванович,

к.т.н., профессор кафедры эксплуатации машин и оборудования
ФГБОУ ВО «Поволжский государственный технологический университет»,
г. Йошкар-Ола

МОДЕРНИЗАЦИЯ ПОГРУЗОЧНОГО УСТРОЙСТВА МОБИЛЬНОГО ПОГРУЗЧИКА СТРЕЛОЧНОГО ТИПА

Цель работы - Целью данной работы является модернизация погрузочного устройства мобильного погрузчика стрелочного типа «Bobcat S650» Предлагается принципиально новое усовершенствование конструкции ковша для уборки снега телескопического погрузчика Bobcat S650.

Актуальность работы заключается в том, что основной тенденцией конструирования современных строительных и дорожных машин в настоящее время является полная замена механического привода гидравлическим. Так, практически все зарубежные модели мобильных ковшевых погрузчиков оснащены гидроприводом. Реализация посредством гидравлики бортового поворота повышает маневренность машины и упрощает конструкцию ходовой части. Далее рассмотрим преимущества модернизированного погрузочного устройства.

Зимой самым сложным в городских условиях является уборка снега. Для очистки территорий от снега тратятся значительные финансовые средства. Это связано с тем что при несвоевременной уборке снега происходит наледение поверхности дороги из-за климатических условий и интенсивности движения, также из-за несвоевременной уборки снега.

Все в совокупности приводит к возникновению наледи на дорогах.

При уборке снега на дорогах применяют снегоочистители на базе автомобилей и тракторов с шнековым, роторным, фрезерным оборудованием. Также широко используют мини-погрузчики для уборки узких дорог и тротуаров.

При уборке снега при помощи фронтального погрузчика может встретиться с наледью снега на дороге (рис. 1). В этом случае при уборке погрузчик одной стороной движется выше, чем другой, так как она движется по дороге. Из-за этого возникает перекос погрузчика и ковш встает под углом к поверхности дороги.

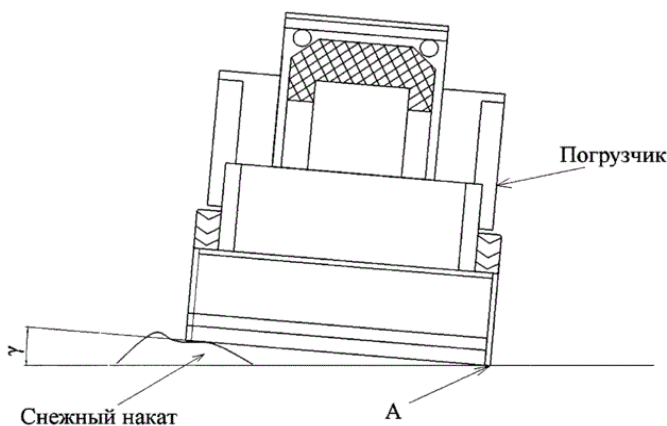


Рис. 1 - Схема перекоса ковша

В этом случае погрузчик не может убрать поверхность дороги за один проход и изнашивается одна сторона ковша сильнее, которая расположена ближе к асфальту.

Выводы. Предложен ковш с возможностью наклона в горизонтальной плоскости за счет гидроцилиндров, имеющий преимущества относительно существующего ковша на фронтальном мини-погрузчике.

Список литературы:

1. Ануриев В.Н. Справочник конструктора – машиностроителя: В 3-х томах. /В.Н. Ануриев – 8-е изд., перераб. и доп. - М: Машиностроение, 2016. – 728 с.
2. Каталог техники Bobcat <https://bobcatrussia.ru/catalog/> (Дата обращения: 30.10.2020 г.)
3. Руководство по эксплуатации и обслуживанию погрузчика с бортовым поворотом S650 – Бельгия, Bobcat Company, 2017 - 238 с.

УДК 628.81

Суханова Ксения Владимировна

направление Теплоэнергетика и теплотехника, гр. ТТм-21

Научный руководители

Медяков Андрей Андреевич,

к.т.н., заведующий кафедрой Энергообеспечение предприятий

Маряшев Алексей Васильевич,

к.т.н., доцент кафедры Энергообеспечение предприятий

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

АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ПОФАСАДНОГО АВТОМАТИЧЕСКОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ СИСТЕМЫ ОТОПЛЕНИЯ В ЗДАНИИ ОБЩЕЖИТИЯ

В настоящее время актуальны проблемы энергосбережения и снижения коммунальных затрат на фоне удорожания энергии. Потребление энергии в первую очередь обусловлено потерями тепла в зданиях и направлено на их компенсацию для поддержания желаемого уровня комфорта [1].

Для решения этой проблемы предлагается ввести в существующую систему отопления конкретного здания систему фасадного автоматического регулирования подачи тепла в зависимости от освещенности солнцем и ветрового потока на фасадах здания [2].

Для оценки эффективности фасадного автоматического регулирования был проведен расчет экономии тепловой энергии на примере девятиэтажного общежития со следующими исходными данными:

За отопительный период средняя нагрузка по теплу составляет 498,7 кВт = 0,428805 Гкал/ч, продолжительность отопительного периода составляет 5040 ч. Выработанная теплота за отопительный период составит $0,428805 \cdot 5040 = 2161,18 \text{ Гкал}$.

Наличие системы учета тепловой нагрузки – нет.

Расчетная температура воздуха в помещении $t_b^p = 22^\circ \text{C}$.

Средняя температура наружного воздуха за отопительный период составляет $t_n^{cp} = -5,1^\circ \text{C}$.

Расчетная температура наружного воздуха за отопительный период $t_n^p = -34^\circ \text{C}$.

Продолжительность отопительного периода 220 сут.[3].

Тариф на тепловую энергию $T = 1880,53 \text{ руб}$.

Если здание не оборудовано системой автоматического учета расхода тепла и расчеты с поставщиками ведутся по установленному лимиту потребления, то фактическое потребление тепловой энергии объектом по приборам учета составит, Гкал:

$$Q_y = (1 - k_1) \cdot Q = (1 - 0,03) \cdot 2161,18 = 2096,34 \text{ Гкал},$$

где k_1 – коэффициент снижения потребления тепловой энергии при организации системы учета потребления.

Внедрение системы местного автоматического регулирования тепловой нагрузки позволяет экономить тепловую энергию за счет устранения перетопов, Гкал:

$$Q_n = 0,01 \cdot k_2 \cdot Q_y = 0,01 \cdot 3,42 \cdot 2096,34 = 71,69 \text{ Гкал},$$

где k_2 – процент экономии тепловой энергии от устранения перетопов при внедрении системы автоматического регулирования тепловой нагрузки.

Внедрение системы пофасадного регулирования позволит учитывать теплопоступления от солнечной радиации и бытовые тепловыделения. Экономия тепловой энергии составит, Гкал:

$$Q_c = \frac{\Delta t_c}{2 \cdot (t_b^p - t_n^{cp})} \cdot Q_y = \frac{3}{2 \cdot (22 - (-5,1))} \cdot 2096,34 = 116,03 \text{ Гкал},$$

где t_b^p [°C] – расчетная температура внутреннего воздуха; t_n^{cp} [°C] – средняя температура наружного воздуха за отопительный период; Δt_c [°C] – усредненное за отопительный период превышение температуры воздуха в помещениях сверх расчетной за счет поступлений от солнечной радиации и бытовых тепловыделений.

Общая экономия тепловой энергии при внедрении системы автоматического регулирования, Гкал:

$$\Delta Q = Q - Q_y \cdot \left[1 - 0,01 \cdot k_2 - \frac{\Delta t_c}{2 \cdot (t_b^p - t_n^{cp})} \right] =$$

$$= 2161,18 - 2096,34 \cdot \left[1 - 0,01 \cdot 3,42 - \frac{3}{2 \cdot (22 - (-5,1))} \right] = 252,57 \text{ Гкал.}$$

Экономия в денежном выражении, руб.:

$$\Delta \Delta = \Delta Q \cdot T_{TЭ} = 252,57 \cdot 1880,53 = 474965 \text{ руб.},$$

где $T_{TЭ}$ – тариф на тепловую энергию[4].

Таким образом, эффективное использование системы пофасадного автоматического регулирования подачи тепла в систему отопления позволяет сократить потребление тепловой энергии от источников централизованного теплоснабжения.

Список й литературы:

1. Самойлов М.В., Паневчик В.В., Ковалев А.Н. Основы энергосбережения. Учебное пособие. - Мн.: БГЭУ, 2002. – 198 с.
2. Пофасадное регулирование [Электронный ресурс]//Большая энциклопедия нефти и газа.- Режим доступа: <https://www.ngpedia.ru/id389613p1.html>, свободный – (27.10.2020).
3. СП 131.13330.2012 Строительная климатология. Актуализированная редакция СНиП 23-01-99* (с Изменениями N 1, 2) / М.: Минстрой России, 2015 год.
4. Кейс №18 «Мероприятие по организации автоматизированного теплового пункта с внедрением системы пофасадного регулирования тепловой нагрузки здания» [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://energosber.chipk.ru/cases/case18.htm>, свободный – (27.10.2020).

Уманцева Татьяна Юрьевна
направление Агроинженерия (бакалавриат), гр. АИ-31

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

ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ВОЗОБНОВЛЯЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГИИ ДЛЯ ЭНЕРГООБЕСПЕЧЕНИЯ ОВОЩЕХРАНИЛИЩА

Проблема хранения овощей и фруктов затрагивает многие фермерские хозяйства, а также крупные агропредприятия. Обеспечение длительности срока хранения продукта является одним из важных составляющих при хранении плодовоовощной продукции. При рациональном хранении сельскохозяйственной продукции позволяет обеспечить круглогодичное снабжение населения продуктами питания и сохранить их питательные и вкусовые качества. Создания и регулирования оптимального тепловлажностного режима в плодовоовощехранилищах для хранения плодов и овощей требует значительный расход энергетических и водных ресурсов.

Для решения данной проблемы необходимо повысить эффективность энергоснабжения объектов сельского хозяйства путем использования возобновляемых источников энергии (ВИЭ). Учитывая все возрастающее потребление тепловой и электрической энергии в сельском хозяйстве, необходимо не только совершенствовать системы электрооборудования теплоэнергоснабжения, рационально использовать топливно-энергетические ресурсы, а также искать новые методы и технологии получения энергии. В этой связи применение ВИЭ позволит повысить энергообеспечение и электрооборуженность сельскохозяйственных предприятий без дополнительной нагрузки на централизованную электрическую сеть. Эффективность энергоснабжения при этом будет зависеть от техникоэкономических и экологических показателей используемых энергоустановок на ВИЭ, а также режимов их работы.

Энергетическая стратегия России на период до 2030 года определила следующие темпы ввода мощностей на ВИЭ: (утверждена

распоряжением Правительства РФ от 13 ноября 2009 г., № 1715-р) (см. табл. 1) [1].

Таблица 1. Темпы ввода мощностей на ВИЭ

Этапы реализации	2009	I 2013–2015	II 2020–2022	III 2030
Производство электрической энергии, млрд кВт·ч	1137	1059–1245	1350–1550	1800–2210
В том числе на базе ВИЭ, без крупных ГЭС, млрд кВт·ч	*0,8 % **7,8	2,5 % 26–30	4,5 % 60–70	7 % 126–155
ПРИМЕЧАНИЕ: * – относительное значение, ** – абсолютное значение.				

Для энергообеспечения овощехранилищ предлагается использование автономного комплекса, в состав которого входят несколько типов преобразователей возобновляемой энергии, а также аккумуляторы тепловой и электрической энергии. Комбинирование различных типов преобразователей позволяет частично скомпенсировать переменный характер изменения мощности потоков возобновляемой энергии (солнечной и ветровой), что в совокупности с применением аккумуляторов позволяет обеспечивать надежное энергоснабжение потребителя [2].

Схема автономного комплекса для энергообеспечения овощехранилищ на базе возобновляемых источников питания представлена на рис. 1 [3].



Рис. 1. Схема энергообеспечения овощехранилища:

- 1 – Фотозелектрические преобразователи, 2 – Ветроэлектрическая установка,
3 – Солнечный коллектор, 4 – Овощехранилище

Хранение сельскохозяйственной продукции, ее конечное качество и минимизация потерь всецело зависят от того, как было проведено строительство и энергообеспечение овощехранилища. Важно не только вырастить урожай, но и сохранить его до поступления к потребителю.

Список литературы:

1. Велькин, В. И. Методология расчета комплексных систем ВИЭ для использования на автономных объектах: монография / В. И. Велькин. – Екатеринбург: УрФУ, 2015. – 226 с.
2. Поляков Г.Н., Шуханов С.Н. Состояние и тенденции технического обеспечения АПК Иркутской области. Известия Международной академии аграрного образования. 2019. № 45. С. 52-57.
3. Свечников В.Н., Медяков А.А., Кудинова Т.А., Остащенко А.П. Моделирование работы системы энергоснабжения тепличного комплекса // ИВД. 2018. №4 (51). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/modelirovanie-raboty-sistemy-energосnabzheniya-teplichnogo-kompleksa> (дата обращения: 28.10.2020).

УДК 621.184.53

Урдяков Рустам Ратмирович

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

Научный руководитель

Анисимов Павел Николаевич,

к.т.н. доцент кафедры Энергообеспечение предприятий

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

**РЕКОНСТРУКЦИЯ И МОДЕРНИЗАЦИЯ РЕГЕНЕРАТИВНОГО
ВОЗДУХОПОДОГРЕВАТЕЛЯ НА ЙОШКАР-ОЛИНСКОЙ ТЭЦ-2**

Цель работы - повышение эффективности работы котельного агрегата ТПЕ-430А. Йошкар-Олинской ТЭЦ-2 путём реконструкции и модернизации регенеративного вращающегося воздухоподогревателя. Основными теплообменными аппаратами, используемыми в энергетике для подогрева дутьевого воздуха энергетических котлов, являются вращающиеся регенеративные воздухоподогреватели

(РВП).РЕГЕНЕРАТИВНЫЙ ВОЗДУХОПОДОГРЕВАТЕЛЬ РВП-68 И РВП-68М

Назначение: Регенеративный воздухоподогреватель (РВП) представляет собой противоточный теплообменный аппарат для

подогрева воздуха теплом уходящих котловых газов. Процесс теплообмена в РВП осуществляется чередованием нагревания и охлаждения, вращающегося со скоростью приблизительно 2 об/мин ротора с помещенными в нем пакетами профилированных листов, в газовом и воздушном потоках. аккумулируется в нагревательных листах во время их нахождения в потоке горячих газов, затем передается омывающему их потоку холодного воздуха. В результате происходит, нагрев воздуха до требуемой температуры. На котлоагрегате ТПЕ-430А ст.№ 1 установлены 2 вращающихся регенеративных воздухоподогревателя типа РВП-68. На котлоагрегате ТПЕ-430А ст. № 2 установлены 2 вращающихся регенеративных воздухоподогревателя типа РВП-68М, которые отличаются от РВП-68В последнее время многие производители пытаются улучшить свои воздухоподогреватели например: для сохранения максимальных значений коэффициентов теплоотдачи по высоте теплообменной поверхности набивка РВП выполняется таким образом, чтобы проходные сечения для потоков теплоносителей изменялись пропорционально изменению их удельных объемов. А так же для повышения или поддержания производительности РВП устанавливается новая набивка или же происходит своевременная замена действующей набивки, которая по мере своей службы приобретает определённый износ. Проведя анализ работы регенеративных воздухоподогревателей паровых котлов ТПЕ-430А Йошкар-Олинской ТЭЦ-2, и ознакомившись с их конструктивными особенностями и параметрами можно сделать вывод что на текущий момент состояние РВП удовлетворительное, но имеется определённый износ уплотнений, набивки.(ввиду падения коэффициента теплоотдачи)

К реконструкции планируется РВП ст.№1 Полная замена не требуется, как вариант замена набивки на такую-же или на более современную (измененный профиль набивки с большим коэффициентом теплоотдачи)Замена старой набивки на новую несёт за собой:

- реальное повышение КПД котлоагрегата;
- существенную экономию топлива;
- уменьшение количества вредных веществ, выбрасываемых в атмосферу;
- увеличение срока службы оборудования.

После изучения данных полученных с ТЭЦ-2, для увеличения технико-экономических характеристик было принято решение о замене набивки в РВВП. Режим работы РВВП после внедрения изменений

останется прежним (природный газ) Как уже упоминалось выше, в РВП-68 на Йошкар-Олинской ТЭЦ-2 установлена набивка из дистанционирующих и гофрированных листов толщиной 0,6 и 1,2 мм соответственно. Для анализа эффективности каких-либо изменений формы конструкции или поверхности теплообмена вращающегося РВП необходимо проводить тепловые расчеты: конструктивные и проверочные.

Решение о замене набивки в РВП-68 является технически целесообразным.

Вывод. После проведения основных расчётов наглядно видно, что замена набивки несёт за собой ряд изменений таких как:

1) Увеличение коэффициента полезного действия котлоагрегата в целом (приrost по расчётам 2%, но ввиду износа реальной набивки фактический приrost будет больше).

2) Увеличение коэффициента теплопередачи.

3) Увеличение коэффициента теплоотдачи от газов к стенке.

4) Увеличение коэффициента теплоотдачи от стенки к воздуху.

5) Уменьшение потерь тепла с уходящими газами.

6) Общее повышение срока службы воздухоподогревателя.

7) Снизились перетоки воздуха через уплотнения ротора (набивки), что привело к уменьшению расходов дутьевого воздуха и к уменьшению затрат электроэнергии на привод дутьевых вентиляторов и дымососов.

Как правило установка во вращающийся РВП новой набивки потребует меньшей площади теплообмена, а значит и снизится металлоемкость и масса установки. При всем этом, снижение объема набивки будет характеризоваться уменьшением высоты горячего слоя, что позволит снизить аэродинамическое сопротивление.

Список литературы:

1. Данные предоставленные предприятием ТЭЦ-2. Йошкар-Ола 2020.
2. Совершенствование конструкций вращающихся регенеративных воздухоподогревателей энергетических котлов ТЭС : диссертация ... кандидата технических наук : 05.14.14 / Губарев Антон Юрьевич; [Место защиты: Иван. гос. энергет. ун-т]. - Иваново, 2016. - 187 с.
3. Мигай В.К., Назаренко В.С., Новожилов И.Ф., Добряков Т.С., Регенеративные вращающиеся воздухоподогреватели. - Л.: Энергия, 1971г. -168 с.

Ухов Иван Сергеевич

направление Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов
(магистратура), гр. ЭТМм-22

Научный руководитель

Костромин Денис Владимирович,

к.т.н., заведующий кафедрой эксплуатации машин и оборудования
*ФГБОУ ВО «Поволжский государственный технологический университет»,
г. Йошкар-Ола*

ДИАГНОСТИКА СЕТИ ГАЗОСНАБЖЕНИЯ С. НОВЫЕ ПАРАТЫ ВОЛЖСКОГО РАЙОНА РЕСПУБЛИКИ МАРИЙ ЭЛ, С ЦЕЛЬЮ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ВОЗМОЖНОСТИ ПОДКЛЮЧЕНИЯ

Цель работы: анализ методов диагностики газопроводов для определения возможности подключения (технологического присоединения) объектов капитального строительства к сетям газораспределения низкого давления с. Новые Параты Волжского района Республики Марий Эл.

Система газоснабжения должна обеспечивать бесперебойную подачу газа потребителям, быть безопасной в эксплуатации, простой и удобной в обслуживании, должна предусматривать возможность отключения отдельных ее элементов или участков газопроводов для производства ремонтных или аварийных работ. Системы должны иметь максимальную экономическую эффективность и предусматривать строительство и ввод в эксплуатацию системы газоснабжения по частям.

Газификация района осуществляется с ГРС Вахоткино, ГРС КЦ-Ужгород (КС-22 Помарская). Основная газификация села осуществлялась в 1990 году, от газопровода высокого давления от КС-22, для понижения давления установлены ШРП.

С целью определения методов оценки текущего и прогнозируемого технического состояния газопроводов были рассмотрены установленные в ООО «Газпром газораспределение Йошкар-Ола» (как собственника сетей на территории с. Новые Параты и единственной организацией на территории РМЭ осуществляющей подключение к сетям), стандарты организации:

1. Стандарт организации «Методика оценки технического состояния и целостности газопроводов» СТО Газпром 2-2.3-253-2009, утвержден и введен в действие распоряжением ОАО «Газпром» от 15 декабря 2008 г. № 496.

2. Стандарт организации «Обеспечение системной надежности транспорта газа и стабильности поставок газа потребителям» СТО Газпром 2-2.1-512-2010, утвержден и введен в действие распоряжением ОАО «Газпром» от 03 сентября 2010 г. № 269.

СТО Газпром 2-2.3-253-2009 разработан с целью совершенствования методов оценки текущего и прогнозируемого технического состояния газопроводов в процессе эксплуатации, с целью проверки его работоспособности, выявления дефектов, изменений технологических режимов и технического состояния. Такой контроль, помимо диагностических обследований с применением технических средств, может включать прогнозирование остаточного ресурса, оценку опасности (риска) дальнейшей эксплуатации, выводы о необходимости ремонта или реконструкции, определение срока, типа и объема ремонтных работ и пр.

СТО Газпром 2-2.1-512-2010 в большей мере разработан для проектирования или реконструкции новых газопроводов, информация о надежности (безотказности и ремонтпригодности) труб и оборудования, используемая для вычисления показателей надежности проектируемого/реконструируемого объекта или системы и показателей надежности газоснабжения потребителей, задается не нормативным путем, а обосновывается в конкретных условиях подготовки проекта. К таким условиям для проектируемого магистрального газопровода или газотранспортной системы относятся, например, производитель оборудования, паспортные данные оборудования, степень освоенности производства изделий, условия прохождения трассы. Основное назначение анализа надежности заключается в обосновании мероприятий, позволяющих увеличить надежность поставок газа потребителям.

В виду того что первая плановая оценка технического состояния стальных подземных газопроводов должна проводиться через 30 лет, полиэтиленовых и стальных надземных – через 40 лет после ввода их в эксплуатацию мы не будем рассматривать возможность подключения к существующим сетям с точки зрения оценки технического состояния и целостности линейных частей газопроводов на соответствие объекта установленным требованиям технического состояния, характеризующим способность объекта выполнять заданные функции, путем сопоставления фактических и нормативно закреплённых значений показателей технического состояния, а рассмотрим возможность подключения в большей мере с точки зрения разработки проекта газификации.

Часовые расходы для газоснабжения домов определим с учетом потребления газа на нужды пище-приготовление, отопление горячее водоснабжение с установкой жилых газовых плит (ПГ), газовых отопительных котлов Вахи и водонагревателей типа ВПГ, исходя из того, что на сегодняшний день на карте Росреестра в зоне перспективной застройки отмежевано 54 земельных участка, общий часовой расход газа составит 216 м³/ч.

В ООО «Газпром газораспределение Йошкар-Ола» активно используется программный комплекс ZULU ГИС, при помощи которого проведен расчет существующих потребителей. Давление на конечных потребителях выше минимально допустимого значения 1,2 кПа, но при подключении новых потребителей давление на вводе сократится что приведет к перебоям в газоснабжении как ранее газифицированных, так и вновь подключенных потребителей.

Соответственно газификация новых потребителей от существующих сетей низкого давления невозможна. Бесперебойной поставки газа в новые дома возможно при подключении их к газопроводу высокого давления, проложенного от д. Очаково к д. Бизюргуб Волжского района.

Выводы. При разработке системы газоснабжения населенных пунктов необходимо учитывать достаточно большое количество различных факторов, оказывающих влияние на выбор конструктивного решения по прокладке газопроводов. Система газоснабжения жилого микрорайона должна обеспечивать потребности в газе всех имеющихся и перспективных потребителей. Основные теоретические положения и практические рекомендации могут быть использованы в разработках газораспределительной организацией на территории Республики Марий Эл ООО "Газпром газораспределение Йошкар-Ола", а также могут быть использованы правительством РМЭ при составлении планов развития газификации РМЭ на ближайший период.

Список литературы:

1. Официальный сайт ООО «Газпром газораспределение Йошкар-Ола». [Электронный ресурс]. -Режим доступа: <https://www.marigaz.ru/company/history/>.
2. Стандарт организации «Методика оценки технического состояния и целостности газопроводов» СТО Газпром 2-2.3-253-2009, утвержден и введен в действие распоряжением ОАО «Газпром» от 15 декабря 2008 г. № 496.
3. Стандарт организации «Обеспечение системной надежности транспорта газа и стабильности поставок газа потребителям» СТО Газпром 2-2.1-512-2010, утвержден и введен в действие распоряжением ОАО «Газпром» от 03 сентября 2010 г. № 269.

Федорова Любовь Викторовна

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

Научный руководитель

Маряшев Алексей Васильевич,

к.т.н., доцент кафедры энергообеспечение предприятий

ФГБОУ ВО «Поволжский государственный технологический университет»,

г.Иошкар-Ола

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТОЛЩИНЫ СТЕНКИ ЦИЛИНДРИЧЕСКОЙ ОБЕЧАЙКИ КОРПУСА КОТЛА-УТИЛИЗАТОРА

Цель работы – расчет толщины стенки цилиндрической обечайки корпуса котла-утилизатора.

Актуальность темы проектирования. Современная энергетика непрерывно развивается, поэтому необходимо использовать теплоту сгорания топлива для ведения технологических процессов, а также в энергетических установках непосредственно или путем передачи ее с помощью промежуточного теплоносителя. К таким установкам относятся и котлы-утилизаторы.

Элементы котлов-утилизаторов и трубопроводов подвержены внутреннему давлению, работают при высоких температурах и постоянно находятся в сложно-напряженном состоянии. По этой причине вопросы прочности и надежности котельных агрегатов, в том числе и вопросы расчета на прочность, выделены из общего круга вопросов прочности устройства машин и нормируются в общегосударственном масштабе.

Условия работы аппарата:

- рабочая среда в трубном пространстве – вода, пар;
- рабочая среда в межтрубном пространстве – конвертированный газ;
- рабочая температура в трубном пространстве $t = 314\text{ }^{\circ}\text{C}$;
- рабочая температура в межтрубном пространстве на входе/выходе $t = 1050/593\text{ }^{\circ}\text{C}$;
- рабочее давление в трубном пространстве $p_{\text{т}} = 10,55\text{ МПа}$;
- рабочее давление в межтрубном пространстве $p_{\text{м}} = 3,2\text{ МПа}$.

Определение исполнительной толщины цилиндрической обечайки корпуса аппарата.

Расчет толщин стенки корпуса ведем согласно ГОСТ Р 52857.7-2007 «Сосуды и аппараты. Нормы и методы расчета на прочность.

Теплообменные аппараты».

Расчётную толщину стенки оболочки определяем по следующей формуле

$$s_R = 0,5 \cdot D_B (\beta_R - 1) \quad (1.1)$$

где D_B – внутренний диаметр, $D_B = 1400$ мм;

β_R – расчетный коэффициент толстостенности, определяемый по формуле

$$\beta_R = \exp \left(\frac{p_R}{[\sigma] \cdot \varphi} \right) \quad (1.2)$$

где p_R – расчетное давление, $p_R = 11,8$ МПа;

σ – допускаемое напряжение материала обечайки, $[\sigma] = 144,5$ МПа согласно ГОСТ Р 52857.1-2007;

φ – коэффициент прочности сварных швов, для кованых обечаек $\varphi = 1,0$ согласно ГОСТ Р 52857.1-2007.

$$\beta_R = \exp \left(\frac{11,8}{144,5 \cdot 1} \right) = \exp(0,082) = 1,085$$

Толщину стенки цилиндрической обечайки, нагруженной избыточным внутренним давлением, определяем из неравенства (1.2).

Подставив числовые значения в формулу (1.1), получим

$$s_R = 0,5 \cdot 1400(1,085 - 1) = 59,5 \text{ мм}$$

Исполнительная толщина стенки корпуса должна удовлетворять условию

$$s \geq s_R + c \quad (1.3)$$

где c – сумма прибавок к расчетной толщине, определяемая по формуле

$$c = c_1 + c_2 + c_3, \quad (1.4)$$

где c_1 – прибавка для компенсации коррозии, $c_1 = 1,6$ мм;

c_2 – прибавка для компенсации минусового допуска, $c_2 = 0,0$ мм;

c_3 – прибавка технологическая, $c_3 = 0,0$ мм.

$$c = 1,6 + 0,0 + 0,0 = 1,6 \text{ мм}$$

Подставляя значения в неравенство (1.3), получим

$$s \geq 59,5 + 1,6 = 61,1 \text{ мм}$$

Принимаем исполнительную толщину стенки цилиндрической части аппарата $s = 80$ мм.

Допускаемое избыточное внутреннее давление определяем по формуле

$$[p] = [\sigma] \cdot \varphi \cdot \ln \beta_R \quad (1.5)$$

где β_R – расчетный коэффициент толстостенности, определяемый по формуле

$$\beta_R = \frac{D_B + 2 \cdot (s - c)}{D} \quad (1.6)$$

$$\beta_R = \frac{1400 + 2 \cdot (80 - 1,6)}{1400} = 1,112$$

Подставляя значения в формулу (1.4), получим

$$p = 144,5 \cdot 1 \cdot \ln 1,112 = 15,3 \text{ МПа}$$

Расчетные формулы применимы при выполнении условия

$$\frac{s-c}{D_B} \leq 0,4 \quad (1.7)$$

$$\frac{80 - 1,6}{1400} = 0,056 < 0,4$$

Условие (1.7) выполняется. Таким образом, расчетные формулы применимы.

Для условий испытания расчет на прочность корпуса проводить не требуется, если выполняется условие

$$1,35 \cdot p \cdot \frac{[\sigma]_{20}}{[\sigma]} > p_{\text{проб}} \quad (1.8)$$

Где $p_{\text{проб}}$ – пробное давление, $p_{\text{проб}} = 12,5 \text{ МПа}$;

$[\sigma]_{20}$ – допускаемое напряжение материала корпуса при температуре 20 °С, определяемое согласно ГОСТ Р 52852.1-2007 $[\sigma]_{20} = 233 \text{ МПа}$;

$[\sigma]$ – допускаемое напряжение материала корпуса, определяемое по формуле (4.2), $[\sigma] = 450 \text{ МПа}$.

$$[\sigma]_{20} = \min\left(\frac{233}{1,5}; \frac{450}{2,4}\right) = \min(155; 187,5) = 155 \text{ МПа}$$

Подставляя значения в условие (1.8), получим

$$1,35 \cdot 11,8 \cdot \frac{155}{144,5} = 17,08 \text{ МПа} > 16,5 \text{ МПа}$$

Условие (1.8) выполняется, поэтому расчет на прочность корпуса для условий испытания не требуется.

Список литературы:

1. Романков, П.Г. Методы расчета процессов и аппаратов химической технологии (примеры и задачи): учеб. Пособие для вузов / Романков, П.Г., Фролов, В.Ф., Флисюк, О.М. – 3-е изд.испр. – СПб.: ХИМИЗДАТ. 2009. – 496 с.
- 2.Тимонин, А.С. Основы конструирования и расчета технологического и природоохранного оборудования. Справочник. 2-е изд., испр. и доп. Изд. Н. Бочкаревой. Т.1., Калуга, 2012. – 754 с.
- 3.Тимонин, А.С. Основы конструирования и расчета технологического и природоохранного оборудования. Справочник. 2-е изд., испр. и доп. Изд. Н. Бочкаревой. Т.2., Калуга, 2012. – 987 с.

Фоминых Кристина Сергеевна

направление Фотоника, приборостроение, оптические и биотехнические системы и технологии (аспирантура)

Научный руководитель

Егоров Алексей Васильевич,

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

Смикулис Ю.Е., Игнатьев А.В.

соискатели кафедра транспортно-технологических машин
*ФГБОУ ВО «Поволжский государственный технологический
университет», г. Йошкар-Ола*

ДИНАМИЧЕСКИЙ МЕТОД КОНТРОЛЯ МАССЫ ГРУЗА И МАССЫ ЛЕТАТЕЛЬНОГО АППАРАТА ВЕРТИКАЛЬНОГО ВЗЛЕТА

Несмотря на достигнутый уровень развития методов и средств контроля массы летательных аппаратов количество аварийных ситуаций, связанных с превышением допустимой взлетной массы летательных аппаратов остается значительным. Поэтому сохраняет свою актуальность вопрос разработки новых методов контроля массы летательных аппаратов либо непосредственно перед взлетом в процессе движения по взлетно-посадочной полосе, либо сразу после взлета на минимальной высоте полета.

В настоящей работе представлено научно-техническое обоснование динамических методов контроля массы взлетающих самолетов и вертолетов, основанных на введении в программу летных испытаний измерений горизонтальных (для самолетов) и вертикальных (для вертолетов) ускорений летательных аппаратов перед взлетом (для самолетов) и при взлете (для самолетов) с максимальным взлетным весом, и их сопоставлении с измеряемыми в процессе эксплуатации горизонтальных (для самолетов) и вертикальных (для вертолетов) ускорений летательных аппаратов перед взлетом (для самолетов) и при взлете (для вертолетов) с неизвестным весом, соответственно.

Современный уровень развития методов и средств контроля массы самолета определяется на основании данных динамики полета в режимах взлета, набора высоты или всех участков полета [1-5].

Однако, несмотря на достигнутые успехи, количество авиационных происшествий в мире, связанных с перегрузом или неправильным расположением грузов на борту летательных аппаратов, остается значительным.

Поэтому задача разработки новых и развития существующих методов и средств контроля массы летательных аппаратов, в том числе на основе оценки динамики их движения остается одной из приоритетных задач на пути повышения безопасности полетов.

С точки зрения минимизации последствий, которые могут возникнуть при полете перегруженного летательного аппарата вертикального взлета (далее аппарат), является контроль массы непосредственно отрывающегося от опорной поверхности аппарата или скрепленного с аппаратом груза.

Рассмотрим схему сил, действующих на взлетающий летательный аппарат вертикального взлета (рис.1).

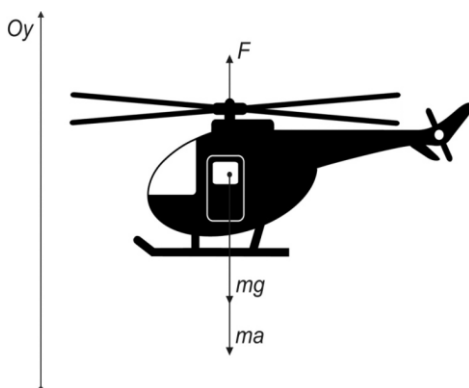


Рис.1. Схема сил действующих на взлетающий вертолет

Двигательно-винтовой комплекс сообщает при подъеме аппарата в вертикальной плоскости в заданном интервале высот некоторое ускорение. Обозначим через m массу аппарата с известной размещенной на его борту массой (например, максимальной взлетной массой), а через m_m обозначим некоторую неизвестную массу взлетающего вертолета. Тягу двигательно-винтового комплекса в заданном интервале высот при конкретной скорости подъема обозначим через $F(V)$.

Пусть при конкретных параметрах внешней среды на конкретном режиме работы двигательно-винтового комплекса аппарата массой m

при вертикальном взлете в заданном интервале высот испытывает вертикальное ускорение $a(V)$. А при вертикальном взлете аппарат неизвестной массы m_m при тех же конкретных параметрах внешней среды на том же конкретном режиме работы двигательно-винтового комплекса в том же заданном интервале высот испытывает вертикальное ускорение $a_1(V)$.

Запишем при вертикальном взлете аппарата в заданном интервале высот на конкретном режиме работы двигательно-винтового комплекса уравнения движения аппарата массой m и m_m на основе проекции действующих сил на ось Оу:

$$F(V) = m(a(V) + g), \quad (1)$$

$$F(V) = m_m(a_1(V) + g), \quad (2)$$

где g - ускорение свободного падения.

Так как при вертикальном взлете в заданном интервале высот параметры внешней среды и режимы работы двигательно-винтового комплекса были одинаковыми, и, соответственно, тяга двигательно-винтового комплекса $F(V)$ развивалась каждый раз одна и та же.

Приравнявая (1) к (2), определяем неизвестную массу аппарата m_m :

$$m_m = m \frac{(a(V) + g)}{(a_1(V) + g)} \quad (3)$$

Предлагаемый динамический метод контроля массы вертолета позволит сигнализировать о превышении допустимой взлетной массы непосредственно при начале набора высоты вертолетом.

Вывод: путем введения в программу летных испытаний аппаратов измерение вертикального ускорения аппарата при взлете непосредственно после отрыва от опорной поверхности с максимальным взлетным весом при конкретных внешних и внутренних параметрах и контролируя в процессе эксплуатации вертикальное ускорение аппарата при взлете непосредственно после отрыва от опорной поверхности с неизвестной загрузкой при тех же конкретных внешних и внутренних параметрах можно осуществить контроль текущей массы аппарата непосредственно вначале взлета и в случае необходимости прервать взлет при минимальной набранной высоте полета.

Список литературы:

1. Aircraft initial mass estimation using Bayesian inference method. Sun J., Ellerbroek J., Hoekstra, J.M. Transportation Research Part C: Emerging Technologies. Volume 90, May 2018, Pages 59-73. DOI: 10.1016/j.trc.2018.02.022.

2. Learning the aircraft mass and thrust to improve the ground-based trajectory prediction of climbing flights. Alligier R., Gianazza D., Durand N. Transportation Research Part C: Emerging Technologies Volume 36, November 2013, Pages 45-60. DOI: 10.1016/j.trc.2013.08.006.
3. Machine Learning and Mass Estimation Methods for Ground-Based Aircraft Climb Prediction. Alligier R., Gianazza D., Durand, N. IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems Volume 16, Issue 6, 1 December 2015, Номер статьи 7123640, Pages 3138-3149. DOI: 10.1109/TITS.2015.2437452.
4. Aircraft mass estimation using quick access recorder data. He F., Li L., Zhao W., Xiao G. AIAA/IEEE Digital Avionics Systems Conference - Proceedings Volume 2018-September, 7 December 2018, Номер статьи 8569866. DOI: 10.1109/DASC.2018.8569866.
5. Closed-form takeoff weight estimation model for air transportation simulation. Lee H.-T., Chatterji G.B. 10th AIAA Aviation Technology, Integration and Operations Conference 2010,ATIO 2010. Volume 2, 2010. DOI: 10.2514/6.2010-9156.

УДК 620.179.14

Фролов Василий Александрович

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

Научный руководитель

Багаутдинов Ильдар Нургаязович,

к. т. н., доцент кафедры эксплуатации машин и оборудования
*ФГБОУ ВО «Поволжский государственный технологический университет»,
г. Йошкар-Ола*

ПРОЕКТ РАЗРАБОТКИ МАГНИТНОГО ДЕФЕКТОСКОПА

Цель работы – уменьшение погрешностей при определении размеров дефектов трубопровода магнитными дефектоскопами.

Распространенной причиной аварий в нефтегазовой промышленности является дефект сварного шва труб. Для предотвращения аварийных ситуаций необходимо периодически производить контроль сварных швов.

Долгое время определение места и характера дефектов, было связано с рядом трудностей и большими материальными затратами. Совершенно очевидно, что вскрытие трубопровода для его непосредственного визуального обследования экономически неоправданно.

Одним из перспективных методов неразрушающего контроля считается магнитная дефектоскопия. Однако с применением при строительстве трубопроводов труб из различных марок стали и влиянием направления намагничивания относительно направления проката листа увеличивается погрешность измерения. **Актуальность проекта** заключается в уменьшении погрешностей, за счет применения в устройстве магнитного дефектоскопа специального датчика, который учитывает магнитные свойства материалов. Датчик состоит из магнитной пластины, которая установлена в непосредственной близости от внутренней стенки трубопровода и на равном расстоянии от которой с двух сторон установлены два полупроводниковых магнитных преобразователя (датчика Холла)[1]. Сигнал датчика примерно пропорционален относительной проницаемости материала трубы в точке поля намагничивания относительно направления проката листа[2].

Основные задачи исследований:

Изучение литературы по неразрушающему контролю и дефектам сварных швов;

Математический расчет, параметров работы дефектоскопа;

Сборка прототипа магнитного дефектоскопа;

Калибровка магнитного дефектоскопа;

Экспериментальные исследования;

Сравнение результатов исследования образца по двум магнитным дефектоскопам (проектируемый и эталонный);

Экономический расчет проекта.

Выводы. Сокращение погрешностей измерения сварных швов металла трубы, в области не разрушающего контроля, а именно по средствам магнитного дефектоскопа, позволит более точно оценивать состояние металла в зоне сварного шва и определить надежность сварного соединения труб. Прделанная работа позволяет сократить число аварийных ситуаций связанных с дефектами сварных швов в нефтегазовой промышленности.

Список литературы:

1. Неразрушающий контроль: Справочник. Т.6: В 3 кн. (2004) Под общ. ред. В.В. Клюева – Омск: Изд-во Машиностроение, 2004. – 285 с.
2. Дефекты сварных швов и соединений. Н.А.Юхин, М., Соуэлло, 2007.- 334с.

Чертищев Илья Станиславович

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

Научный руководитель

Медяков Андрей Андреевич,

к.т.н., заведующий кафедрой энергообеспечение предприятий
*ФГБОУ ВО «Поволжский государственный технологический университет»,
г.Йошкар-Ола*

НАДЕЖНОСТЬ ТЕПЛОВЫХ СЕТЕЙ РЕСПУБЛИКАНСКОЙ БОЛЬНИЦЫ Г. ЙОШКАР-ОЛА

Цель работы – исследование показателей надежности теплоснабжения потребителей и обоснование необходимых мероприятий по достижению нормативной надежности теплоснабжения для каждого потребителя.

Надежность систем централизованного теплоснабжения определяется структурой, параметрами, степенью резервирования и качеством элементов всех ее подсистем – источников тепловой энергии, тепловых сетей, узлов потребления, систем автоматического регулирования, а также уровнем эксплуатации и строительно-монтажных работ.

В силу ряда как удаленных по времени, так и действующих сейчас причин положение в централизованном теплоснабжении характеризуется неудовлетворительным техническим уровнем и низкой экономической эффективностью систем, изношенностью оборудования, недостаточными надежностью теплоснабжения и уровнем комфорта в зданиях, большими потерями тепловой энергии.

Наиболее ненадежным звеном систем теплоснабжения являются тепловые сети, особенно при их подземной прокладке. Это, в первую очередь, обусловлено низким качеством применяемых ранее конструкций теплопроводов, тепловой изоляции, запорной арматуры, недостаточным уровнем автоматического регулирования процессов передачи, распределения и потребления тепловой энергии, а также все увеличивающимся моральным и физическим старением теплопроводов и оборудования из-за хронического недофинансирования работ по их модернизации и реконструкции. Кроме того, структура тепловых сетей в крупных системах не соответствует их масштабам.

Вместе с тем сфера теплоснабжения в нашей стране имеет высокую социальную и экономическую значимость, поскольку играет ключевую

роль в жизнеобеспечении населения и потребляет около 40% первичных топливных ресурсов, более 60% которых составляет природный газ.

В последние годы Правительством страны принимаются меры по устранению негативных тенденций и улучшению положения в тепловом хозяйстве страны.

27 июля 2010 г. вступил в силу Федеральный закон № 190-ФЗ «О теплоснабжении», который первым принципом государственной политики в сфере теплоснабжения определяет «обеспечение надежности теплоснабжения в соответствии с техническими регламентами».

Закон обязывает осуществлять развитие систем теплоснабжения населенных пунктов на основании разработки схем теплоснабжения. Обязательным критерием принятия решений при этом должно быть обеспечение необходимых санитарно-гигиенических условий и требований к надежности теплоснабжения каждого из потребителей «путем резервирования и достижения бесперебойной работы источников тепла, тепловых сетей и системы в целом».

Разработанные в свете реализации этого закона документы регламентируют надежность теплоснабжения оценивать вероятностными показателями и обеспечивать их удовлетворение нормативным требованиям.

Сохранение технической надежности элементов тепловых сетей обеспечивается эксплуатирующими организациями, тогда как производителя и потребителя интересует показатели функциональной надежности системы, т.е. вероятность непрерывной поставки теплоносителя в течение длительного промежутка времени.

Сопоставим показатели функциональной надежности и повреждаемость тепловых сетей для конкретного участка системы теплоснабжения на примере Республиканской больницы г. Йошкар-Ола.

Расчёт функциональной надёжности тепловой сети Республиканской больницы проводился в программе Zulu Thermo. Расчёт позволяет оценить вероятность поступления теплоносителя конкретному потребителю с учетом структуры сети и надежности функционирования отдельных ее элементов.

На рисунке 1 представлена схема тепловой сети, осуществляющая транспортировку теплоносителя от Йошкар-Олинской ТЭЦ-1. Расчет производился для ЦТП №2.

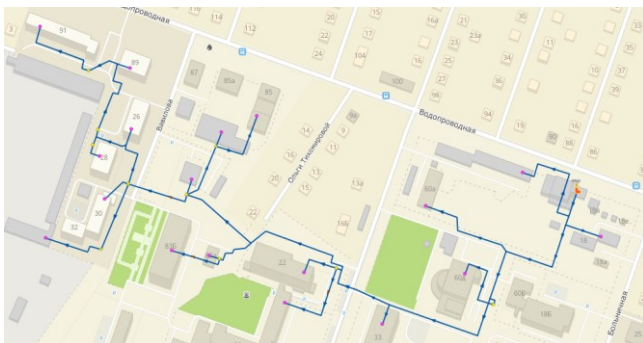


Рис. 1. Схема отопления тепловой сети ЦТП №2 г. Йошкар-Ола

На первом этапе сформирована схема тепловой сети с обозначениями и необходимыми для расчёта данными.

На рисунке 2 представлена схема с результатом расчёта надёжности тепловой сети, содержащая источники и потребителей с участками аварийных зон. Для каждой из таких аварийных зон в случае возникновения аварии или проведения ремонтно-профилактических работ на любом из участков все остальные участки и потребители этой зоны вынужденно отсекаются от источника, т.е. потребители одной зоны в каждый момент времени имеют равную возможность получать или не получать теплоноситель.



Рис. 2. Результаты расчёта надёжности тепловой сети ЦТП №2 г. Йошкар-Ола

В итоге была сформирована кольцевая схема отопления тепловой сети Республиканской больницы.

Кольцевое соединение является более эффективным и надёжным. Число отказов сократилось более чем вдвое, соответственно такое

соединение является более выгодным и окупаемым. Благодаря низкому числу отказов тепловая сеть будет с большей вероятностью отрабатывать нормативный срок, что позволит снизить затраты на обслуживание и ремонт, так как вероятность аварийных ситуаций гораздо ниже, чем при последовательном соединении. Такое соединение, помимо того, что оно окупится и будет выгодно в финансовом плане, является более эффективным и надёжным, так как в случае аварии на одном из участков, тепловая сеть будет работать дальше в обход аварийного участка, пока его ремонтируют.

Список литературы:

1. Соколов Е.Я. Теплофикация и тепловые сети: Учебник для вузов. — 7-е изд., стереот. — М: Издательство МЭИ, 2001. - 472 с.
2. Мятаж Т. В. Энергоснабжение промышленных предприятий. Проектирование тепловых сетей. : учеб. пособие / Т. В. Мятаж ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск : Изд-во НГТУ, 2015. - 184 с.
3. Орлов В.А., Диагностика трубопроводных сетей [Электронный ресурс] / В.А. Орлов, К.Е. Хренов - М. : Издательство АСВ, 2018. - 100 с.
4. Ильина Т.Н., Основы гидравлического расчета инженерных сетей : Учебное пособие / Ильина Т.Н. - М. : Издательство АСВ, 2007. - 192 с.
5. Копко В.М., Теплоснабжение / В.М. Копко - М. : Издательство АСВ, 2017. - 340 с.

УДК 332.872

Чугунов Андрей Алексеевич

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

Научный руководитель

Хлебников Валерий Алексеевич,

к.т.н., доцент кафедры энергообеспечения предприятий

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

НАПРАВЛЕНИЯ ПОВЫШЕНИЯ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ ЗАГОРОДНОГО ДВУХЭТАЖНОГО КОТТЕДЖА

Цель работы – обзор и реализация направлений повышения энергоэффективности загородного двухэтажного коттеджа.

Львиная доля энергопотребления загородного дома (до 70%) уходит на его обогрев. Для России, где отопительный сезон может продолжаться от 7 до 8 месяцев, энергозатраты на это особенно велики. Это касается не только работы нагревательных приборов. Даже при

простом кипячении воды значительная часть энергии расходуется впустую на разогрев окружающей атмосферы, и чем она холоднее, тем больше потери. Но этого можно избежать. Вместо того чтобы отапливать улицу, можно повысить энергоэффективность жилья.

Актуальность проекта обусловлена необходимостью разработки энергоэффективного загородного двухэтажного коттеджа.

Это совсем не означает, что везде надо вкрутить энергосберегающие лампочки, хотя и они не помешают. Главным образом речь идет об уменьшении потерь тепла, что позволит сократить затраты, связанные с потреблением энергии, на 30 и более процентов. Конечно, об этом лучше всего задуматься на стадии строительства дома. Переделывать уже построенное в соответствии с новейшими рекомендациями выйдет значительно сложнее и дороже.

Энергоэффективным, или пассивным, домом сегодня называют жилище, которое требует минимум расходов на поддержание комфортных условий проживания в нем. При его проектировании важно учитывать несколько факторов. Во-первых, архитектурное решение должно быть выполнено с учетом климатических условий места проживания для наиболее продуктивного сохранения тепла и максимального использования естественного освещения. Как правило, рекомендуют, чтобы большие окна выходили на юг, а северную стену делать глухой. Также советуют снабжать окна козырьками против высокого и жаркого летнего солнца.

Дом должен быть компактным. Не маленьким, а с минимальной разницей его внутренней и внешней площади. Считается, что самая экономная форма для дома - это параллелепипед. Желательно в нем создать тепловые буферы, которые отделят жилые помещения от контакта с окружающей средой. Гаражи, веранды, лоджии, подвалы и нежилые чердаки станут отличной преградой для проникновения в комнаты холодного воздуха.

Также для энергоэффективного дома необходим тепловой насос. В недавнем прошлом вещь достаточно экзотическая, но сейчас получающая все большее распространение. Они используют для отопления дома остаточное (низкопотенциальное) тепло воздуха, недр и даже вторичное тепло, например от трубопровода центрального отопления. Кроме того, рекомендуется установить конденсаторный котел, собирающий энергию газов, улетучивающихся в дымоход.

Если раньше считалось, что для теплоизоляции крыши вполне достаточно утеплителя (минерально-волоконистых матов или пенополиуретановых плит) толщиной 10 см, то теперь в отношении

утепления крыши действуют значительно более жёсткие нормы. Для крыш энергоэффективных («тёплых») домов сопротивление теплопередаче должно быть не менее $6 \text{ м}^2\text{°C/Вт}$, т.е. толщина теплоизоляции из материала с коэффициентом теплопроводности (при равновесной влажности) $0,04 \text{ Вт/мК}$ должна быть не менее 24 см.

Вывод

Проектирование энергоэффективной системы энергоснабжения- это важная технико-экономическая задача, которая должна отвечать требованиям надежности и экономичности.

Список литературы:

1. Богословский, В.Н. Отопление и вентиляция: Учебник для вузов. В 2-х ч. Ч. I. Отопление Изд 3-е перераб. и доп. / В. Н. Богословский, П. Н. Каменев, А. Н. Сканин и др.- М: Стройиздат, 1976г. - 439 с.
2. Быстрицкий, Г.Ф. Основы энергетики: учебник / Г.Ф. Быстрицкий - М.: ИНФРА-М, 2006г. – 278 с.
3. Дымолазова, Т.Г. Отопление и вентиляция жилого дома: методические указания к курсовой и расчетно-графической работам / Т.Г. Дымолазова, Ю.Х. Хабибуллин - К.: Редакционно - издат. отдел Казанского гос-го архитектурно-строительного университета, 2008г. - 45с.
4. Электронный журнал по энергосбережению и энергоэффективности «ЭНЕРГОСОВЕТ» [Электронный ресурс] -<http://www.energsovet.ru>
5. Официальный сайт министерства энергетики РФ [Электронный ресурс] - <http://minenergo.gov.ru>

УДК 621.577

Швецов Андрей Николаевич

направление, теплоэнергетика теплотехника (магистрант) ст. ТТм-21

Научный руководитель

Маряшев Алексей Васильевич,

к.т.н., доцент кафедры энергообеспечения предприятий

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

ПРИМЕНЕНИЕ ТЕПЛОВЫХ НАСОСОВ НА ПРЕДПРИЯТИЯХ ИСПОЛЬЗУЮЩИХ ХОЛОДИЛЬНЫЕ И МОРОЗИЛЬНЫЕ КАМЕРЫ

Цель работы – обзор схемы, использования низкотемпературной теплоты конденсатора холодильных установок при помощи теплового насоса.

Тепловой насос – это установка, которая преобразует низкотемпературные источники тепла, в высокотемпературные, а затем поставляет в систему теплоснабжения и ГВС.

Тепловой насос состоит из испарителя, конденсатора, расширителя и компрессора, который работает по принципу Карно. Хладагент, двигающийся по трубопроводу с низкой температурой кипения, проходит два контура. В одной части контура, после сжатия компрессором и повышения давления, хладагент принимает агрегатное состояние в виде газа, в другой – отдает свое тепло и конденсируется в жидкое агрегатное состояние. Затем избыточное давление уменьшается за счет дроссельного вентиля и цикл повторяется.

На большинстве предприятий пищевой продукции широко используют холодильные и морозильные камеры, конденсаторы которых производят большое количество тепловой энергии. Которая нигде не используется. Принцип действия холодильной установки и теплового насоса схожи. За исключением того, что холодильная установка отводит тепло из холодильной камеры наружу при помощи испарителя и конденсатора. При этом конденсатор холодильной установки нагревается до 80 - 100°C, как правило, его обдувают вентиляторами. Так как это считается низкотемпературной теплотой, которую просто так нигде не использовать. В такой ситуации, можно установить тепловой насос и использовать это тепло на нужды отопления и ГВС. Проблема данной схемы заключается в том, что в летний период, когда температура наружного воздуха высокая, то и температура конденсатора холодильной установки будет высокая соответственно. И при помощи теплового насоса можно будет снять большое количество тепловой энергии, но использовать её можно только на нужды ГВС. Как правило, температура в промышленных холодильных установках составляет от -10 до -25°C, а отопительный сезон начинается от среднесуточной температуры +8°C, соответственно на нужды отопления данную схему использовать будет можно. Но при понижении температуры наружного воздуха количество теплоты, производимое данной установкой, будет уменьшаться. Поэтому будет необходим дополнительный источник тепловой энергии.

В любом случае использование теплового насоса на подобных предприятиях поможет сократить затраты на отопление и ГВС. Так как тепловой насос имеет ряд своих преимуществ.

Преимущества теплового насоса:

Экономичность. Высокий КПД системы за 1кВт затраченной энергии можно получить от 3-7 кВт тепловой энергии, что значительно выше, чем у любого котла работающего на природных ресурсах.

Автономность. Для работы не нужно топливо, поэтому не нужно прокладывать тепловые коммуникации.

Долговечность. Установка может прослужить от 15 до 50 лет.

Экологичность. Нет необходимости в утилизации отработанного топлива.

Безопасность. Тепловой насос не содержит воспламеняющегося топлива, вся установка работает без участия человека, установка не выделяет угарный газ.

Выводы

В заключении можно сказать, что применение теплового насоса в на предприятиях использующих холодильные и морозильные камеры, возможно, но не круглогодично и при наличии дополнительного источника теплоснабжения.

Список литературы:

1. Ермаков, Андрей Исследование тепловых насосов / Андрей Ермаков. - М.: LAP Lambert Academic Publishing, 2011. - 172 с.
2. Поляков, В. В. Насосы и вентиляторы / В.В. Поляков, Л.С. Скворцов. - М.: Стройиздат, 2013. - 336 с.
3. Суслов А. В. Применение воздушных тепловых насосов в условиях холодного климата // Аква-Терм. – 2009. – № 3. [Электронный ресурс]. -Режим доступа https://aqua-therm.ru/articles/articles_96.html.
4. Гришков А. А. Модель работы теплового насоса в системе теплоснабжения жилого здания с использованием системы низкотемпературного отопления / А. А. Гришков // Теоретические основы теплогазоснабжения и вентиляции: матер. III Междунар. науч.-техн. конф. М. : МГСУ, 2009.
5. Теоретические основы теплогазоснабжения и вентиляции: матер. III Междунар. науч.-техн. конф. М. : МГСУ, 2009.
6. Сотникова О. А., Околелова Э. Ю., Фиринова Т. А. Рекомендации по оценке экономической эффективности инвестиционного проекта теплоснабжения / Р НП АВОК. 5–2006.

Шестаков Вадим Геннадьевич
направление Агроинженерия (бакалавриат), гр. АИ-31

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

ПОВЫШЕНИЕ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЕЙ ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ

В связи с ростом производственных мощностей в сельском хозяйстве увеличивается количество электродвигателей используемых в технологическом процессе. Поэтому большое значение в повышении работоспособности и эксплуатационных характеристик электродвигателей решается применением новых подходов и методов в системе эксплуатации электрооборудования, соответствующих структуре, уровню организации и формам ведения хозяйства сельских товаропроизводителей, которые направлены на повышение эффективности использования электрооборудования, снижение интенсивности отказов, продление сроков службы электродвигателей и сокращение длительности простоев технологических процессов и оборудования.

Опыт эксплуатации электроустановок и электродвигателей показывает на то, что отечественная промышленность и зарубежные фирмы предлагают сельскому хозяйству все более совершенное электрооборудование, аварийность его снижается медленно и составляет до 20-25% электродвигателей в год, нанося значительный ущерб сельскохозяйственному производству. Сохранение такой высокой аварийности электродвигателей, пускозащитной аппаратуры и другого электрооборудования при возрастающем повышении требований сельскохозяйственного производства к надежности работы электротехнического оборудования приводит к увеличению затрат на производство сельскохозяйственной продукции [1-2].

КПД электродвигателя может варьироваться от 10 до 99% в зависимости от типа и конструкции. Международная электротехническая комиссия (International Electrotechnical Commission)

определяет требования к эффективности электродвигателей. Согласно стандарту IEC 60034-31-2016 определено четыре класса эффективности для синхронных и асинхронных электродвигателей: IE1, IE2, IE3 и IE4 [3].

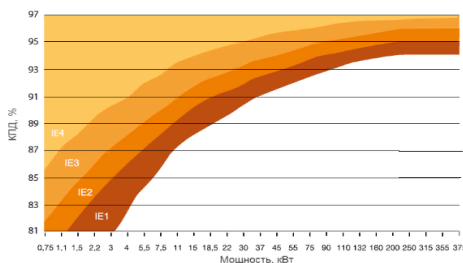


Рис. 1. Классы КПД двигателей переменного тока, работающих от сети

Мощность применяемых в сельском хозяйстве электродвигателей находится в диапазоне от 0,18 до 160 кВт, однако электродвигатели мощностью до 10...13 кВт составляют 70...90% от их общего числа. Таким образом, применение энергоэффективных электродвигателей даст ощутимый эффект. Однако целесообразность применения энергоэффективных электродвигателей зависит от многих факторов: среднегодовой наработки, срока службы, коэффициента загрузки электродвигателя по мощности и определяется сроком окупаемости двигателя.

Систематически и регулярно проверяя эффективность электродвигателей, можно отслеживать основные характеристики и показатели энергоэффективности, тем самым сэкономив электроэнергию и снизив высокие расходы на техническое обслуживание и ремонт. Кроме того выбор класса эффективности электродвигателя позволит оптимизировать эксплуатационных характеристики и добиться значительной экономии электроэнергии

Список литературы:

1. Некрасов А.А. Повышение эксплуатационной надёжности электродвигателей в сельскохозяйственном производстве. Москва, 2015. – 132 с.
2. Шмигель В.В. Эксплуатация электрооборудования. - Ярославль, 2015. - 194 с
3. Особенности электроснабжения сельских электроустановок. [Электронный ресурс].- Режим доступа: <https://lektsia.com/1xd56.html> (дата обращения 1.11.2020).

Шкуров Николай Владимирович

Направление Мехатроника и робототехника (магистратура), гр. МиР(м)-21

Научный руководитель

Кудрявцев Игорь Аркадьевич,

ведущий инженер сектора интеллектуальной собственности УНИД
*ФГБОУ ВО «Поволжский государственный технологический университет»,
г. Йошкар-Ола*

РАЗРАБОТКА ОСНОВНЫХ ПАРАМЕТРОВ ПРИВОДА ТРАНСМИССИИ ПОЛНОПРИВОДНОГО МОТОЦИКЛА

Цель работы: Исследование приводных узлов мотовездехода и разработка новых направлений их модернизации.

В мире существует немало реализаций идеи полноприводной трансмиссии для мотоцикла, так или иначе пытающихся побороть основные недостатки, присущие такой конструкции.

В результате исследования конструктивных особенностей основных узлов известных мотовездеходов и анализа их недостатков была предложена к разработке новая компоновочная схема полноприводного мотоцикла, обладающая существенными отличительными признаками и преимуществами перед аналогами, что подтверждает перспективность конкурентоспособность данной конструкции. В результате были подготовлены материалы заявки на изобретения для подачи в Федеральный институт промышленной собственности (ФИПС). Известные, наиболее близкие аналоги проектируемого полноприводного мотоцикла [1] и [2], обладают одним общим недостатком - сложность конструкции трансмиссии приводов.

Сущность предлагаемого к разработке технического решения заключается в следующем.

Мотоцикл содержит боковую коляску с приводом колеса через трансмиссию от двигателя мотоцикла, отличающийся тем, что привод переднего колеса мотоцикла выполнен в виде трансмиссии отбора крутящего момента от трансмиссии привода колеса боковой коляски через дополнительную цепную передачу.

Сущность конструкции разрабатываемого полноприводного мотоцикла поясняется рисунком, где изображена схема полноприводного мотоцикла.

Полноприводной мотоцикл 1 содержит двигатель 2 с цепной передачей 3 на заднее колесо 4 мотоцикла. Мотоцикл содержит боковую коляску 5 с колесом 6, привод которого выполнен через трансмиссию 7 от двигателя 2. Привод переднего колеса 8 мотоцикла 1 выполнен в виде трансмиссии 9 отбора крутящего момента от трансмиссии 7 привода колеса 6 боковой коляски 5 через дополнительную цепную передачу 10.

Полноприводной мотоцикл работает следующим образом.

В процессе работы двигателя 2 мотоцикла 1 заднее колесо 4 приводится во вращение посредством цепной передачи 3, колесо 6 боковой коляски 5 приводится во вращение от двигателя 2 через трансмиссию 7, а переднее колесо 8 мотоцикла приводится во вращение через трансмиссию 9 привода колеса 6 через дополнительную цепную передачу 10.

В полноприводном мотоцикле с боковой коляской осуществляется привод всех колес трансмиссией относительно простой конструкции.

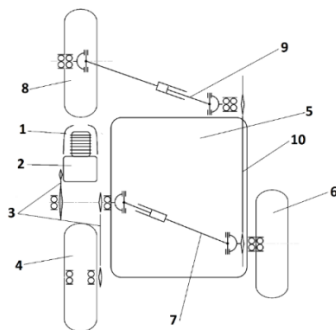


Рис.1 Схема полноприводного мотоцикла

Полноприводной мотоцикл имеет три приводных колеса. Стоит задача оптимально распределить мощность между задним колесом, передним колесом и колесом боковой коляски.

Исходя из существующего опыта разработчиков полноприводных мотоциклов, рекомендаций и результатов испытаний подобной техники другими разработчиками это распределение мощности должно быть равным.

Мощность выбранного двигателя составляет $N=5,9\text{кВт}$ при номинальной частоте вращения входного вала $n_{\text{ном}} = 7500$ об/мин.

Расчет выходного крутящего момента

$$N = \frac{M * n}{9,55}$$
$$M = \frac{9,55 * N}{n} = \frac{9,55 * 5900}{7500} = 7,5 \text{ Н * м}$$

$$M_{\text{вых дв}} = 7,5$$

Передаточные числа трансмиссии двигатель - КПП - главная цепная передача

$$\text{I передача} - i_I = 7,686$$

$$\text{II передача} - i_{II} = 6,35$$

$$\text{III передача} - i_{III} = 5,834$$

$$\text{IV передача} - i_{IV} = 5,456$$

Коэффициент полезного действия трансмиссии в целом двигатель – КПП – главная цепная передача принимаем $\eta = 0,86$ учитывая условия эксплуатации, снижающее КПД (пыль, песок, грязь, низкие температуры).

Тогда на колесе значения крутящего момента составят:

$$M_{\text{кол}} = M_{\text{вых дв}} * i * \eta$$

$$\text{I передача} - M_{\text{кол I}} = 7,5 * 7,686 * 0,86 = 49,5 \text{ Н*м}$$

$$\text{II передача} - M_{\text{кол II}} = 7,5 * 6,35 * 0,86 = 40,9 \text{ Н*м}$$

$$\text{III передача} - M_{\text{кол III}} = 7,5 * 5,834 * 0,86 = 37,6 \text{ Н*м}$$

$$\text{IV передача} - M_{\text{кол IV}} = 7,5 * 5,456 * 0,86 = 35,1 \text{ Н*м}$$

В прочностных расчетах трансмиссии будем использовать максимальный момент на колесе $M_{\text{max кол}} = 49,5 \text{ Н*м}$ на первой передаче КПП.

Вывод. В результате работы были исследованы приводные узлы мотовездехода, разработана новая система подключаемого полного привода, состоящая из известных узлов трансмиссии автотранспортных средств.

Такая система имеет преимущества перед существующими аналогами в плане простоты, дешевизны, ремонтпригодности и надежности, подходящими под параметры передачи крутящего момента силовой установки проектируемого мотовездехода.

При разработке технического проекта полноприводного мотовездехода в расчетной части, подтверждены прочностные показатели исходя из полученного значения максимального крутящего момента на колесах.

$$M_{\text{max кол}} = 49,5 \text{ Н*м}$$

Список литературы:

1. Шваб П. и р. Передаточное устройство мотоцикла. А.С. 1063691. Бюл. №48, 1983.
2. Саберова Л.Н. Полноприводной мотоцикл. Пат. RU 2648647. Бюл. №9, 2017.

УДК 665.612.2

Шугин Антон Александрович.

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

Научный руководитель

Медяков Андрей Андреевич,

к.т.н., заведующий кафедрой энергообеспечения предприятий
*ФГБОУ ВО «Поволжский государственный технологический университет»,
г. Йошкар-Ола*

**СОКРАЩЕНИЕ ВЫБРОСОВ ПАРНИКОВЫХ ГАЗОВ И КРИТЕРИИ
ВЫБРОСОВ ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ ВЕЩЕСТВ ПУТЕМ ПРЯМОГО
ПРЕОБРАЗОВАНИЯ ПОПУТНОГО ГАЗА В СИНТЕТИЧЕСКОЕ
ТОПЛИВО НА МЕСТОРОЖДЕНИЯХ НЕФТЯНЫХ СКВАЖИН**

Актуальной проблемой является повышение эффективности использования попутного нефтяного газа. Уменьшение выбросов вредных веществ весьма актуально в топливопотребляющих системах, где использование больших количеств ПНГ происходит с недостаточной полнотой и относительно низким КПД.

В качестве базового варианта для этого цикла был использован процесс преобразования «Нефтяной газ в топливо» на нефтяной скважине в Огайо. Жидкое топливо, получаемое непосредственно из попутного нефтяного газа, состоит в основном из премиального синтетического дизельного топлива с небольшим количеством синтетического бензина.

Целью работы является оптимизация процесса использования попутного нефтяного газа, основанная на минимизации расхода топлива.

База данных для (С-К) была создана путем количественной оценки потенциального сокращения выбросов парниковых газов и критериев выбросов загрязняющих веществ для репрезентативных факелов попутного газа в Огайо и существующих факелов во всем мире путем количественной оценки:

1. Сокращение выбросов факельного газа (г/МДЖ), когда попутный газ больше не сжигается, а преобразуется непосредственно в синтетическое жидкое топливо на месторождении нефтяной скважины.

2. Неорганизованные выбросы попутного нефтяного газа на месторождении скважины при добыче нефти, включающие выбросы CH_4 и CO_2 (г/МДЖ) от бурения нефтяных скважин, сбор попутного газа и передачу его на совместно расположенную установку по производству синтетического топлива.

3. Выбросы (г/МДЖ), производимые факельной установкой для производства топлива.

4. Среднее снижение выбросов дизельного топлива (г/МДЖ) для синтетических дизельных топлив по сравнению с нефтяными дизельными топливами для дизельных автомобилей 1996-2016 модельного года.

В данном варианте цикла (С-К) синтетическое дизельное топливо и синтетический бензин смешиваются на 20 и 10% с нефтяным дизельным топливом и бензином соответственно. В то время как синтетическое дизельное топливо может использоваться как есть (100%), было обнаружено, что 20% - ная синтетическая дизельная смесь (с нефтяным дизелем) значительно улучшает работу двигателя, увеличивает экономию топлива и снижает выбросы.

Прямая переработка попутного нефтяного газа в синтетическое дизельное топливо в глобальном масштабе может сократить выбросы CO_2 и CH_4 до 356 и 5,96 млн. тонн/год, соответственно, что приведет к сокращению выбросов парниковых газов примерно на 113,3 и 92,2% (20-летний потенциал глобального потепления) и 73,8 и 50,7% (100-летний потенциал глобального потепления) для синтетического дизельного и бензинового топлива по сравнению с бензиновым топливом нефтяного происхождения, соответственно.

Аналогично, выбросы дизельного топлива могут быть сокращены в глобальном масштабе до 23,3, 0,374, 42,4 и 61,3 миллиона тонн/год для CO , твердых частиц, NO_x и углеводородов. Потенциальная экономическая выгода такого подхода заключается в том, что во всем мире из попутного нефтяного газа ежегодно может производиться до 5,30 и 71,1 млрд литров синтетического топлива.

Список литературы:

1. Воликов, А. Н. Энергоэкологическая эффективность сжигания газового и жидкого топлива в котлах малой и средней мощности / А. Н. Воликов, О. Н. Новиков // Современные проблемы науки и образования. – 2012. – № 4. – С. 102-110.

2. Бараз, В. И. Добыча нефтяного газа / В. И. Бараз. – М.: Недра, 1983. – 252 с.
3. Технология переработки нефти. Ч. 1: Первичная переработка нефти / под ред. Глаголевой О. Ф., Капустина В. М. – М.: Химия, Колосс, 2006. – 400 с.
4. Рынок переработки попутного нефтяного газа в России (Статья подготовлена ResearchTechartна основании исследования рынка утилизации попутного нефтяного газа) // Сфера Нефтегаз. – 2010. – № 2. – С. 110-111.
5. Попутный нефтяной газ в России: «Сжигать нельзя, перерабатывать!» / П. А. Кирюшин, А. Ю. Книжников, К. В. Кочи [и др.]: аналитический доклад об экономических и экологических издержках сжигания попутного нефтяного газа в России – М.: Всемирный фонд дикой природы (WWF), 2013. – 88 с.
6. Книжников, А. Ю. Проблемы и перспективы использования попутного нефтяного газа в России / А. Ю. Книжников, Н. Н. Пусенкова // Ежегодный обзор проблемы в рамках проекта «Экология и Энергетика. Международный контекст» Вып. 1. – М.: WWF России, ИМЭМО РАН, 2009. – 28 с.

УДК 622.70

Яшкин Артём Сергеевич

направление Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов
(магистратура), гр. ЭТМм-21

Научный руководитель

Шестаков Яков Иванович,

к.т.н., профессор кафедры эксплуатации машин и оборудования
*ФГБОУ ВО «Поволжский государственный технологический университет»,
г. Йошкар-Ола*

ИССЛЕДОВАНИЕ, АНАЛИЗ И МОДЕРНИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ ТРАНСПОРТИРОВКИ ИНЕРТНЫХ СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Цель работы – Целью данной работы является исследование и анализ и модернизация технологического оборудования для транспортировки инертных строительных материалов, разными видами транспортировки.

Актуальность работы заключается в том, чтобы произвести краткий анализ, выбрать наиболее лучший способ транспортировки инертных строительных материалов. Использование в производстве инертных строительных материалов требует их перемещения внутри предприятия. Сырье подвергается многочисленным погрузо-разгрузочным работам, поэтому линии внутривозовского

транспортирования инертных строительных материалов являются не только средством перемещения, но и важным элементом технологического процесса: транспортно-конвейерные механизмы существенно влияют на ритм и длительность всего производственного цикла.

Наиболее распространенным способом транспортирования являются механическая транспортировка. При выборе способа необходимо учитывать конкретные задачи транспортирования, требуемую производительность, условия компоновки оборудования на производстве и свойства самих материалов.

Механический способ транспортирования позволяет автоматизировать производство при небольшом энергопотреблении и низких потерях сырья во время перемещения. Механическое транспортирование применяется при тарном и бестарном хранении, в цехах с небольшими расстояниями между рабочими машинами.

Существует несколько видов механических транспортеров, такие как шнековые конвейеры, ленточные конвейеры, ковшовые элеваторы(нории) и спиральные транспортеры.

Шнековые транспортеры с гибким и жестким валом предназначены для перемещения сыпучих, порошкообразных и других материалов. Передвижение сырья происходит внутри трубы при помощи специальных винтов. Шнеки бывают горизонтальными, наклонными и вертикальными. Оснащаются разными винтами, в зависимости от свойств материала: сплошной винт (хорошо сыпучие), ленточный винт (кусковые), фасонный винт (тестообразные).

Ленточные транспортеры предназначены для транспортировки разнообразных грузов — сыпучих и штучных, в таре и без нее. Ленточный конвейер представляет собой замкнутую ленту, которая движется по замкнутому контуру. В зависимости от перемещаемых грузов лента может быть гладкой, с рифлением, с перегородками, и произведена из резины, брезента, ПВХ и др.

Ковшовые элеваторы (нории)— это особый тип конвейера, при помощи которого сыпучие материалы перемещаются вертикально на высоту до 60 м. Принцип действия нории базируется на перемещении грузов ковшами, которые закреплены винтами на транспортирующей ленте. Скорость, тип и количество ковшей подбирается с учетом требований производства. Ковшовые элеваторы используются и как самостоятельные транспортеры, и в составе специализированных технологических линий.

Спиральные транспортные системы способны подавать материал из одного бункера по трем и более направлениям одновременно и используются в приемке, растаривании, хранении, транспортировании, просеивании и дозировании продуктов. Спираль и трубы этого транспортера являются гибким элементом, поэтому спиральные транспортеры позволяют обеспечивать подачу не только по прямолинейной трассе, но и по трассам, имеющим изгибы.

Наиболее лучшим способом транспортировки инертных строительных материалов является: спиральный транспортер.

Приведем ряд преимуществ спирального транспортера:

1. легко монтируется и обслуживается;
2. трассы имеют разнообразную геометрию, что позволяет экономить производственные площади и гибко встраивать новые элементы в уже существующие технологические линии;
3. не производят ни шума ни пыли, гигиеничны, благодаря принципу внутренней самоочистки, не требуют применения специальной очистных систем;
4. наиболее экономичные по энергозатратам, и позволяют регулировать производительность работы.

В числе основных недостатков этого способа — сложность устройства и очистки механизмов, возможность появления вредителей и потери сырья.

Для предотвращения этих недостатков нужно, внедрение более удобные, простые устройства на транспортеры и конвейеры, а также просмотреть весь процесс механической транспортировки, почему и как происходит потеря сырья, выявить все недостатки и проанализировать их.

Вывод.

В результате анализа данной темы, можно сделать вывод о том что, внедрение в производственный процесс современных способов транспортировки позволяет оптимизировать производство, исключить потери ценного сырья и существенно повышает экономический эффект работы предприятия.

Список литературы:

1. Р. А. Волков, А. Н. Гнутов, В. К. Дьячков и др, Под общ. ред. Ю. А. Пертена. - Л.; Машиностроение, Ленингр, отд-ние, 2002. - 367 с
2. ЭкоЭнергия: [Электронный ресурс], URL: http://www.ecology-energy.ru/equipment/equipment_elements/transporters/ Дата обращения 5.11.2020 г.

СОДЕРЖАНИЕ

Предисловие	3
 <i>Аверьянова А.А., Абасев Ю.В.</i>	
Повышение эффективности работы сетевых подогревателей тепловых электрических станций.....	4
 <i>Андрианов Д.Ю.</i>	
Модель управления беспилотной снегоходной транспортной платформой.....	6
 <i>Андрианов Д.Ю., Долгополов К.А.</i>	
Исследование применения беспилотного КАМАЗА «Одиссей» в арктических условиях.....	10
 <i>Андрианов Д.Ю., Долгополов К.А.</i>	
Исследование применения наземных транспортных систем, предназначенных для эксплуатации в арктических условиях	14
 <i>Апташев Р.Ю.</i>	
Сравнительный анализ методов контроля уровня жидкости в вертикальном стальном резервуаре (РВС) на объектах нефтепродуктообеспечения.....	18
 <i>Афанасьева Е.В.</i>	
Анализ методов и технических средств диагностирования котлов железнодорожных цистерн.....	22
 <i>Белоусов К.С.</i>	
Динамический метод контроля массы груза подъемной машины.....	25
 <i>Гатауллина И.М., Кондратьев А.Е.</i>	
Применение снегоплавильной установки с тепловым насосом.....	29

Глазырин Д.А.

Разработка системы автономного электроснабжения участка магистрального газопровода.....31

Граховский А.А.

Динамический метод контроля массы груза и массы колесного автотранспорта.....33

Губин М.А., Спиридонова Т.Э.

Влияние дефектов на собственные частоты и формы колебаний.....37

Дмитриев К.А.

Анализ работы оборудования для подогрева сетевой воды на Йошкар-олинской ТЭЦ-2.....39

Долгополов К.А., Андрианов Д.Ю.

Использование автономных необитаемых подводных аппаратов для исследования Арктики.....41

Забродин Н.Г.

Исследование особенностей работы электрод-инструмента при электроэрозионной обработке.....45

Забродин Н.Г.

Разработка математической модели электроэрозионной обработки...49

Зайцев А.П.

Разработка эндоскопа для диагностики газопровода в многоквартирных домах.....52

Ивлиева Е.А.

Проведение диагностики резервуара с применением метода локального низкотемпературного нагружения материалов.....54

Ильдюков М.В.

Принципы проектирования малого автотранспортного предприятия и планировочные решения.....56

Казанцев Г.Г.

Проведение диагностики приспособленности автомобилей-рефрижераторов к перевозке скоропортящихся грузов60

Кобзарь П.А.

Технико-экономическое обоснование перевода угольной отопительной котельной №0101 ул.Мышино г.Йошкар-Ола РМЭ на сжигание природного газа.....62

Козырев И.С.

Автоматизация вычисления параметров истечения воздуха из воздухопровода заводской магистрали64

Кокорина О.И.

Интенсификация теплообменных процессов в градирнях ТЭЦ.....67

Коробков Ю.В.

К вопросу проведения экспертизы промышленной безопасности диагностирования подземных газопроводов69

Краснова Е.Г.

Совершенствование средств и методов поиска утечек природного газа на объектах газораспределения71

Куручкина К.Ю.

Расчет системы газоснабжения с использованием программы ZULUGAZ76

Ласточкина Д.В.

Значимость мойки и очистки в технологических процессах ремонта.79

Ласточкина Д.В.

Струйный способ мойки транспортных средств.....81

Ласточкина Д.В.

Технологический процесс мойки в структуре процессов ремонта техники.....83

Лоншаков Д.И.

Модернизация компрессорной станции предприятия г. Набережные Челны.....85

Мазунин И.Д.

Разработка сварочного робота на базе гибкого манипулятора.....87

Макуева Д. А., Шайхутдинов Я. О.

Использование биологического топлива при производстве электроэнергии и тепла.....90

Минаева А.В.

АСУ ТП котлоагрегата БКЗ-220.....92

Мукатдаров А.А.

Анализ использования пьезодатчиков при проведении виброакустической диагностики.....93

Мурзаева М.А.

Применение частотно-регулируемого привода на питательные насосы в теплоэлектроцентрали (ТЭЦ).....96

Овчинников В.С.

Модернизация ионитной части водоподготовительной установки йошкар-олинской ТЭЦ-2.....98

Патерюхин И.С.

Механизмы формирования свойств износостойких покрытий.....102

Петров А.Р.

Способ повышения срока эксплуатации сельскохозяйственной техники.....104

Попугаев М.В.

Техническое обслуживание, ориентированное на надёжность (Reability Centered Maintenance), применение к подвижному составу в условиях ООО «ПТФ Акашевская».....105

Потапов К.В.

Основные направления и особенности применения электрической энергии в сельском хозяйстве.....109

Пугачев Н.С.

Подбор отопительных приборов для системы теплоснабжения жилого дома в г. Йошкар-Ола112

Садовина Е.А.

Современные технологии покрытия дорог композиционными материалами.....114

Сергеева Д.В., Макуева Д.А.

Преимущества инфракрасной системы обогрева над традиционными способами отопления118

Сибгатуллин Б.Г.

Исследование электрообогрева трубопровода нефти.....120

Созонов К.А.

Исследование надежности системы солнечного горячего водоснабжения в Республике Марий Эл.....123

Соколов Н.В.

Модернизация погрузочного устройства мобильного погрузчика стрелочного типа126

Суханова К.В.

Анализ эффективности применения пофасадного автоматического регулирования системы отопления в здании общежития128

Уманцева Т.Ю.

Возможности использования возобновляемых источников энергии для энергообеспечения овощехранилища.....131

Урдяков Р.Р.

Реконструкция и модернизация регенеративного воздухоподогревателя на Йошкар-Олинской ТЭЦ-2.....133

Ухов И.С.

Диагностика сети газоснабжения с. Новые Параты Волжского района Республики Марий Эл, с целью определения возможности подключения.....136

Федорова Л.В.

Определение толщины стенки цилиндрической обечайки корпуса котла-утилизатора.....139

Фоминых К.С.

Динамический метод контроля массы груза и массы летательного аппарата вертикального взлета142

Фролов В.А.

Проект разработки магнитного дефектоскопа.....145

Чертищев И.С.

Надёжность тепловых сетей республиканской больницы г. Йошкар-Ола.....147

Чугунов А.А.

Направления повышения энергоэффективности загородного двухэтажного коттеджа.....150

Швецов А.Н.

Применение тепловых насосов на предприятиях использующих холодильные и морозильные камеры.....152

Шестаков В.Г.

Повышение эксплуатационных характеристик электродвигателей
используемых в сельском хозяйстве155

Шкуров Н.В.

Разработка основных параметров привода трансмиссии
полноприводного мотоцикла.....157

Шугин А.А.

Сокращение выбросов парниковых газов и критерии выбросов
загрязняющих веществ путем прямого преобразования попутного газа в
синтетическое топливо на месторождениях нефтяных скважин.....160

Яшкин А.С.

Исследование, анализ и модернизация технологического оборудования
для транспортировки инертных строительных материалов.....162

Научное издание

ИНЖЕНЕРНЫЕ КАДРЫ – БУДУЩЕЕ ИННОВАЦИОННОЙ ЭКОНОМИКИ РОССИИ

Материалы VI Всероссийской
студенческой конференции

Йошкар-Ола, 10-13 ноября 2020 г.

Часть 1

ИНЖИНИРИНГОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ – ВЗГЛЯД В БУДУЩЕЕ СОВРЕМЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА

Излагается в авторской редакции
Техническая подготовка материалов *Д. М. Ласточкин*

Подписано в печать 15.12.2020. Формат 60×84 ¹/₁₆.
Бумага офсетная. Печать офсетная.
Усл. печ. л. 9,99. Тираж 100 экз. Заказ № 5515.

Поволжский государственный технологический университет
424000 Йошкар-Ола, пл. Ленина, 3

Отпечатано в типографии ООО «Вертола»
424030 Республика Марий Эл, г. Йошкар-Ола, ул. Мира, 21