

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Тольяттинский государственный университет»

Институт машиностроения

(наименование института полностью)

Кафедра

Проектирование и эксплуатация автомобилей

(наименование)

23.03.03 Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов

(код и наименование направления подготовки)

Автомобили и автомобильное хозяйство

(направленность (профиль) / специализация)

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА (БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА)

на тему Разработка установки для преобразования тепловой энергии в
электрическую в целях обеспечения энергетических нужд АТП

Студент

Е.Н. Беленков

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Руководитель

старший преподаватель В.Г. Доронкин

(ученая степень, звание, И.О. Фамилия)

Консультанты

канд. техн. наук, доцент А.Н. Москалюк

(ученая степень, звание, И.О. Фамилия)

Тольятти 2020

Аннотация

В соответствии с заданием на выполнение ВКР, выданным кафедрой «Проектирование и эксплуатация автомобилей», была выполнена разработка конструкции установки для преобразования тепловой энергии в электрическую в целях обеспечения энергетических нужд АТП.

Цель работы: разработка конструкции установки для преобразования тепловой энергии в электрическую в целях обеспечения энергетических нужд АТП

ВКР бакалавра включает в себя четыре раздела.

В первом разделе рассмотрено использование энергии пара для выработки электроэнергии.

Во втором разделе проведена разработка конструкции установки для преобразования тепловой энергии в электрическую и составлено руководство по ее эксплуатации.

В третьем разделе рассмотрена утилизация отработанного моторного масла при помощи горелок.

В четвертом разделе рассмотрена безопасность и экологичность установки для преобразования тепловой энергии в электрическую.

Выпускная квалификационная работа состоит из 56 страниц, и включает в себя 11 иллюстраций, 13 таблиц, 21 источник.

Содержание

Введение.....	3
1 Состояние вопроса	5
2 Конструкторская часть	9
2.1 Техническое задание.....	9
2.2 Техническое предложение	11
2.3 Руководство по эксплуатации установки	25
3 Технологический процесс	31
3.1 Утилизация отработанного моторного масла	31
3.2 Сравнительные достоинства и недостатки горелок на отработанном масле	32
3.3 Схемы и конструкции.....	35
3.4 Технологическая карта работы установки	41
4 Безопасность и экологичность установки для преобразования тепловой энергии в электрическую в целях обеспечения энергетических нужд АТП.....	42
4.1 Конструктивно-технологическая и организационно техническая характеристики установки	42
4.2 Определение профессиональных рисков	43
4.3 Способы снижения профессиональных рисков.....	43
4.4 Пожарная безопасность установки	46
4.5 Экологическая безопасность установки.....	48
Заключение	51
Список используемой литературы и используемых источников.....	52
Приложение А Спецификация.....	55

Введение

Несмотря на большие инвестиции денежных средств в сектор электроэнергетики, до сих пор существует проблема обеспечения надежности и на практике выливается в весьма неприятные явления.

«Крупные промышленные предприятия все больше делают ставку на автономное энергообеспечение собственных производств, а это весьма пагубно сказывается как на экологии (увеличение выбросов CO₂, золошлаковых захоронений), так и на экономике страны в целом, поскольку инвестиции в единую энергетическую систему страны постепенно падают» [1, 2].

Вопреки распространенному заблуждению переход крупных предприятий на собственную генерацию не связан с ростом цен на электроэнергию, по крайней мере, не в первую очередь. Цена на электроэнергию складывается не только из стоимости ее производства и распределения, но и с учетом необходимости обеспечения юридических и технологических гарантий надежности энергоснабжения.

Как уже было отмечено выше, надежность энергоснабжения не следует рассматривать исключительно с технической точки зрения. Гарантировать на сто процентов бесперебойную поставку электроэнергии физически невозможно. Аварии все равно будут происходить, сколько бы денег ни вкладывали в развитие энергетической инфраструктуры. Слишком много неконтролируемых факторов имеют место быть в процессе энергоснабжения. Помимо чисто технических факторов присутствуют и погодный фактор, и человеческий, и масса иных.

«Ключевые и наиболее ценные гарантии, которые предоставляют поставщики электроэнергии, лежат в юридической плоскости. Речь идет о том, что поставщики несут ответственность за надежное энергоснабжение перед потребителем. Иными словами, если по каким-то причинам

энергоснабжение прекратится, поставщик электроэнергии обязан будет компенсировать убытки, вызванные таким отключением.

Между тем юридические гарантии, которые предоставляют поставщики электроэнергии, далеко не всегда прельщают потребителей, поскольку последние попросту не верят в то, что поставщики в случае аварии надлежащим образом исполнят свои обязательства. К сожалению, подобное недоверие имеет под собой веские основания. Как показывает практика, реальной компенсации убытков, вызванных аварийным отключением, потребителю удастся добиться крайне редко. Это обстоятельство во многом объясняет, почему все больше крупных промышленных потребителей переходят на автономное энергообеспечение» [2, 3].

При возникновении аварии на собственном генерирующем объекте убытки никто не компенсирует. Таким образом, если затраты на энергоснабжение оценивать с учетом возможных рисков несения некомпенсируемых убытков, то картина предстает в совершенно другом ключе.

На основании указанного выше целью работы является разработка установки для преобразования тепловой энергии в электрическую энергию в целях обеспечения энергетических нужд автотранспортного предприятия.

1 Состояние вопроса

«В настоящее время по всему миру применяют новые технологии энергосбережения, к которым относится использование энергии пара для выработки электроэнергии в котельных и перевода их в мини-ТЭЦ. Масштабы применения этой технологии энергосбережения достаточно велики. Так, к примеру, в России находятся в эксплуатации около 90000 паровых котельных с паропроизводительностью 10-100 т/час» [1].

Этих производств, где пар – основа технологического процесса, много: это нефтепереработка, химические комбинаты, предприятия деревообработки и бумажной отрасли, а также почти вся пищевая промышленность: молоко/маслозаводы, колбасные и мясоперерабатывающие производства, консервная промышленность, производство напитков и соков, кондитерские и хлебобулочные комбинаты. В таких отраслях хорошо знают цену пару, а потому активно и последовательно внедряют мероприятия, направленные на повышение эффективности его использования.

Правильная трассировка, изоляция и дренаж паропроводов, приведение параметров пара на входе в теплообменное оборудование к оптимальным, оснащение всех теплообменных аппаратов надёжно работающими конденсатоотводчиками, возврат конденсата в котельную, установка узлов учёта – благодаря активной работе в области оптимизации систем теплоснабжения паропотребление снижается без потери производительности по продукту.

Однако до сих пор в этой «карте оптимизации» есть белые пятна – потери, которые считались неизбежными в силу особенностей технологии.

Так, например, всем известно, что пар, поступающий в пластинчатые теплообменники, в силу их конструктивной особенности, не может быть давлением выше, чем 5-6 бар, давление пара на жаровне – 6-6,5 бар, пар в пастеризатор молока подаётся под давлением не выше 5,5 бар, варочно-жарочная камера на колбасном производстве потребляет пар с давлением 1,2-

6,5 бар. И большинство технологических процессов потребляют пар схожих параметров. Котельные же спроектированы и устроены таким образом, что пар из котла выходит с давлением гораздо больше, где-то это 12-13 бар, а где-то и 25 бар (в зависимости от марки котлоагрегата).

Для понижения параметров пара в котельной, либо непосредственно перед потребителем, устанавливаются редукционные, либо редукционно-охлаждающие установки, которые приводят давление пара к оптимальным для использования параметрам. Избавляясь от «избыточного» давления и температуры, редукционные и редукционно-охлаждающие установки избавляют своих владельцев и от «излишков энергии», весьма немалых.

Необходимо отметить, что пар – не только теплоноситель, а также имеет способность приводить в движение, давшую в свое время толчок промышленной революции.

Установив в параллель с основным редукционным узлом, через который проходит пар, турбину, совмещенную с генератором, возможно вырабатывать электрическую энергию, одновременно снижая давление пара. Общая схема решения представлена на рисунке 1.

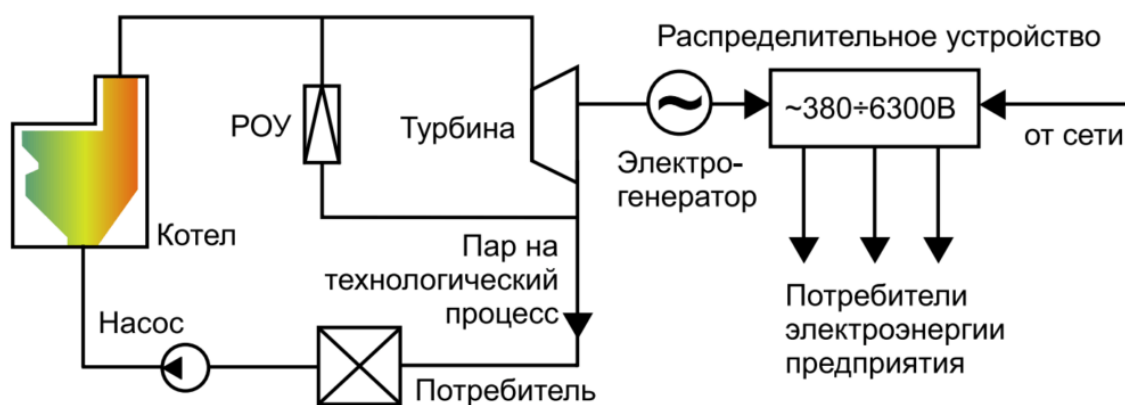


Рисунок 1 – Схема выработки электрической энергии от паровой турбины

Использование энергии пара возможно для внутренних нужд предприятия. Разумеется, объем дополнительного источника определяется

расходом пара на участке, где устанавливается система энергоэффективного редуцирования. В целом продуктовая линейка поставщиков турбин, используемых в составе систем энергоэффективного редуцирования пара, позволяет реализовывать как проекты малой (до 1,5 МВт), так и средней генерации (до 20 МВт).

Первые будут актуальны в производствах, где потенциал выработки пара невысок (8-30 т/час), вторые – на производствах с большим потреблением пара, к которым можно отнести, например, практически все предприятия нефтехимической промышленности.

Для наглядности, приведем пример, основанный на данных ТЭО проекта системы энергоэффективного редуцирования пара для производителя картона в ЮФО РФ:

- расход пара – 20 тонн пара в час;
- давление пара на входе в РУ – 13 бар;
- давление на выходе и требуемое на производстве – 4,5 бар;
- действующий тариф на электроэнергию – 4,8 руб. без НДС;
- мощность, которую можно снять с турбогенератора, подключив его в параллель с редукционной установкой – 450-600 кВт. Это позволит, например, обеспечить бесперебойную работу котельной, что снизит потребление электроэнергии в целом и обеспечит её автономность и независимость от внешних источников;
- срок окупаемости составит от 2,3-2,8 лет.

Часто предприятия, уже имеющие мощные турбины с противодавлением, предназначенные на большую выработку и расход пара, в летний период их не используют из-за низкого потребления пара, снижая давление пара через редукционно-охладительную установку. Разумный выход – установка микротурбины для снижения давления и выработки энергии. Рассмотрим на примере расчете системы энергоэффективного редуцирования пара, используемой для снижения давления в «межсезонье»:

- расход пара – 15 тонн в час;

- давление – 10/4 бар;
- рабочая среда – перегретый пар;
- планируемая мощность – 420 кВт;
- расчетный срок окупаемости составит около 2,8-2,9 года.

На практике не всегда требуется преобразовывать механическую мощность на валу турбины в электрическую энергию. Дело в том, что каждое преобразование одного вида энергии в другой приводит к потерям, поскольку каждое преобразующее устройство имеет свой КПД и, он всегда (к сожалению) меньше единицы.

Зачастую, на предприятии используется мощное динамическое оборудование, приводимое в действия электродвигателями: сетевые насосы, компрессоры, измельчители и тому подобное. Проводя обследование производства, мы изучаем корреляцию циклограммы работы такого оборудования и загрузки котельной. Если мы видим сильную взаимосвязь, то рассматриваем возможность применения турбоприводов для динамического оборудования. Особенно такой прием хорош, если оборудование резервировано (насосы, компрессоры). В таком случае, часть оборудования приводится в действие электродвигателями, а часть турбоприводом.

При любой конфигурации системы энергоэффективного редуцирования пара результат для предприятия – снижение затрат на закупку электроэнергии у внешних поставщиков.

2 Конструкторская часть

2.1 Техническое задание

Установка для преобразования тепловой энергии в электрическую, обеспечивающую энергетическую безопасность АТП, должна представлять собой резервуар для нагрева воды, с возможностью подачи пара на паровую машину, которая приводит в движение генератор для выработки электрической энергии.

Установка должна обеспечивать достаточное давление пара для приведения в движение ротора парового двигателя.

Проектируемое оборудование будет использоваться на базе автотранспортного предприятия в закрытом помещении. Все параметры помещения такие как освещенность, температура, влажность и так далее, должны отвечать требованиям нормативных значений.

Так как планируется создать установку в одном экземпляре, то есть для нужд конкретного предприятия, проводить анализ на патентную чистоту не требуется. Возможность экспорта в зарубежные страны также не предусмотрена.

При разработке оборудования особое внимание следует обратить на следующие источники информации, авторские свидетельства и патенты:

1. Патенты:

- установка для преобразования тепловой энергии в механическую и/или электрическую (патент РФ №2006135571);
- способ роторного преобразования тепловой энергии в электрическую и устройство для его осуществления (патент РФ №2005137157);
- установка для преобразования тепловой энергии окружающей среды в механическую работу (патент РФ №2011138051).

2. Государственные стандарты:

- ГОСТ 23269-78 «Турбины стационарные паровые. Термины и определения».
- ГОСТ 21046-86 «Нефтепродукты отработанные».

4. Журналы, методические пособия и другая техническая литература.

Установка для преобразования тепловой энергии в электрическую должна состоять из рамы, резервуара для воды, устройства для нагрева, труб для передачи пара, роторного двигателя, генератора, теплообменника.

Установка должна отвечать следующим требованиям:

- герметичность всех паропроводящих соединений;
- создание необходимого давления пара для привода генератора;
- поддержание температуры нагрева резервуара;
- удобный монтаж или демонтаж устройства для нагрева;
- внешний вид должен соответствовать эстетическим требованиям;
- прочность для обеспечения целостности конструкции;
- заземление конструкции;
- при работе устройство должно создавать минимальные вибрации издавать шум в допустимых пределах, отвечать всем требованиям производственной безопасности;
- конструкция оборудования должна исключать выбрасывание предметов, а также выбросы смазывающих, охлаждающих и других рабочих жидкостей;
- элементы оборудования не должны иметь острых углов, кромок, заусенцев и поверхностей с неровностями;
- движущиеся части необходимо окрасить в яркий цвет, а остальные части в серый (черный).

Из конструктивных соображений и учитывая характеристики существующих аналогов, принимаем следующие технические установки:

- габаритные размеры, не более мм 2200x2200x1200;

– масса устройства, не более кг 400.

«Внешние очертания установки должны отвечать требованиям технической эстетики и передавать функциональный характер изделия. Пропорции контуров устройства должны обеспечивать композиционное равновесие. Переломы элементов формы должны быть логичными и согласовываться между собой, острые углы рекомендуется скруглить» [5].

«Использовать установку должны люди, прошедшие специальный инструктаж по технике безопасности и изучившие правила эксплуатации устройства» [18].

При выполнении работы необходимо предусмотреть разработку руководства по эксплуатации установки, в которой необходимо указать:

- общие требования, предъявляемые к установке;
- технические характеристики
- комплектность поставки;
- алгоритм работы установки;
- правила безопасности при работе на установке;
- техническое обслуживание;
- требования по хранению, транспортировке.

Транспортировка осуществляется в разобранном виде, все узлы и агрегаты, снятые с рамы должны быть упакованы в деревянные ящики, которые маркируются соответственным образом.

При выполнении задания предусмотреть разработку технического предложения с эскизным проектом. На экспертизу предоставить в письменном варианте ТЗ, ТП.

2.2 Техническое предложение

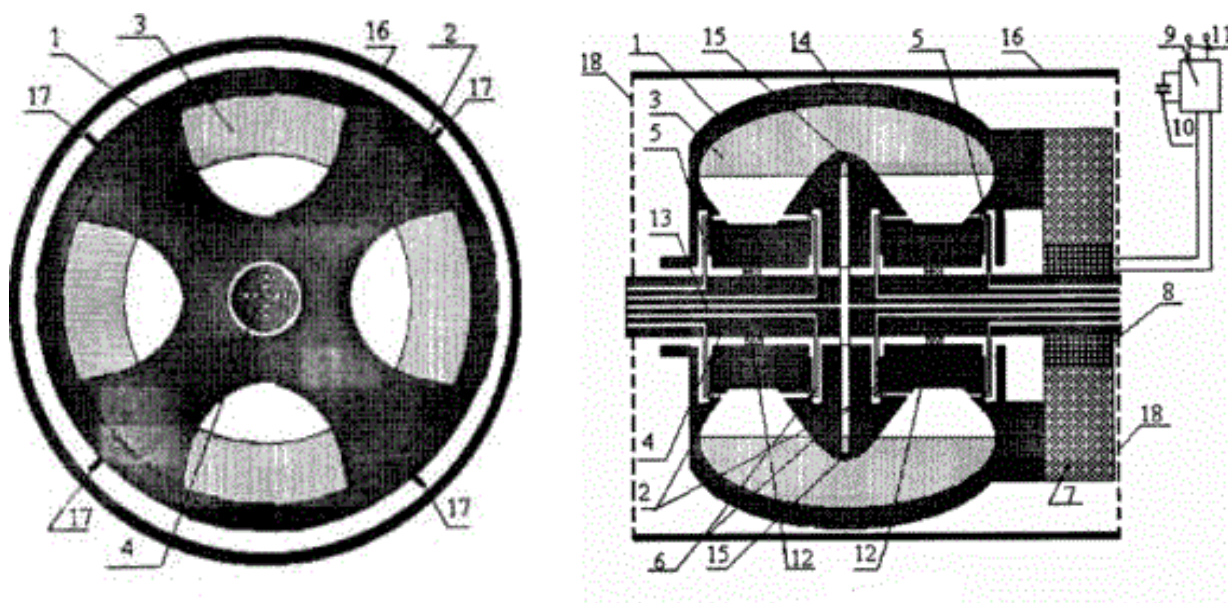
В соответствии с техническим заданием необходимо разработать конструкцию установки для преобразования тепловой энергии в электрическую, обеспечивающую энергетическую безопасность

автотранспортного предприятия, которая должна представлять собой резервуар для нагрева воды и дальнейшей подачи пара в паровой двигатель, который в свою очередь приводит в движение генератор для выработки электрической энергии.

Также в соответствии с техническим заданием был проведен анализ технической литературы.

Первым делом рассмотрим способ роторного преобразования тепловой в электрическую энергию и устройство, предназначенное для этого (патент № 2269016).

«Устройство (рисунок 2) состоит из ротора 1, в который плотно впрессован сердечник 2, соединенный подшипниками 12 с неподвижным статором 4, в котором размещены: трубка 13 подачи рабочей жидкости, газоотводная трубка 5 и трубка 6 для подачи газовой рабочей смеси. К статору 4 крепится статор электромагнитного преобразователя 8 (электромагнитный преобразователь представляет собой электрический генератор, способный также выполнять и функции электромотора, когда на него подается соответствующее питание), вокруг которого может вращаться ротор электромагнитного преобразователя 7, закрепленный на роторе. На внутренней части сердечника имеются круговые прорезы, в которых размещены трубки 5 и 6; в верхней его части расположены клапаны 15 для подачи рабочей жидкости; в роторе 1 имеется заглушка 14 для слива рабочей жидкости 3. Рабочая жидкость показана в состоянии устройства, когда ротор раскручен. Показанная в верхнем правом углу система коммутации состоит из аккумулирующего конденсатора 10, блока управления 9 режимом работы устройства и клемм съема полезной мощности 11. Она предназначена для управления запуском и съема полезной мощности с генератора. Ротор 1 помещен в осесимметричный короб 16, образующий с ротором полость, служащую для воздушного охлаждения устройства, для чего на роторе имеются лопасти 17, а на коробе – защитная решетка 18» [4].



1 – ротор; 2 – сердечник; 3 – рабочая жидкость; 4 – статор; 5, 6 – трубки; 7 – ротор электромагнитного преобразователя; 8 – статор электромагнитного преобразователя; 9 – блок управления; 10 – аккумулирующий конденсатор; 11 – клемма; 12 – подшипник; 13 – трубка подачи рабочей жидкости; 14 – заглушка; 15 – клапан для подачи рабочей жидкости; 16 – короб; 17 – лопасти

Рисунок 2 – Устройство для роторного преобразования тепловой в электрическую энергию

«Устройство работает следующим образом. После заливки рабочей жидкости во внутреннюю полость между ротором и сердечником включают напряжение на электромагнитный преобразователь, который в данном случае используется в качестве электромотора. Напряжение, подаваемое на электромагнитный преобразователь, имеет постоянную составляющую и составляющую, модулированную во времени. Вращение ротора электромагнитного преобразователя приводит к вытеснению жидкости во внешнюю область полостей. Модуляция мощности приводит к раскачке колебаний рабочей жидкости, заключающейся в периодичном изменении уровня в правых и левых полостях» [4].

«Блок управления выводит упомянутую раскачку в состояние резонанса, частота которого обусловлена заданной конструкцией ротора и сердечника и кратна частоте оборотов ротора, после чего поддерживает это состояние. В тот момент, когда объем области, свободной от рабочей

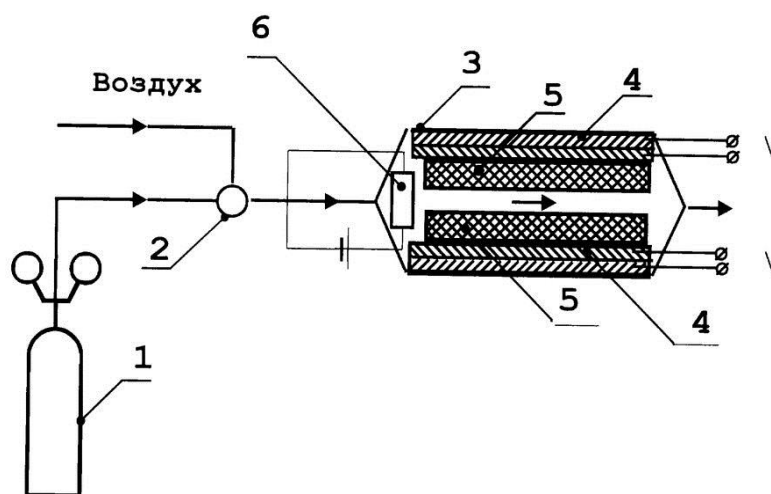
жидкости, становится максимально большим, в нее впрыскивают газовую рабочую смесь, которая сжимается при обратном движении рабочей жидкости. Это сжатие отличается от обычной схемы сжатия в известных двигателях внутреннего сгорания (ДВС) тем, что оно реализуется с помощью трехмерного сжатия. Это, в свою очередь, резко повышает степень сжатия. Поджиг газовой рабочей смеси производится при ее максимальном сжатии. После поджига газовой рабочей смеси начинается стадия расширения области, свободной от рабочей жидкости, причем образовавшиеся продукты сгорания совершают, в процессе этого расширения, работу над рабочей жидкостью. Когда объем свободной от рабочей жидкости области становится близким к максимуму, открывается отверстие выпуска газа, и продукты сгорания выводятся через газоотводную трубку. В результате описанного выше процесса энергия колебаний рабочей жидкости увеличивается. Когда раскачка колебаний рабочей жидкости становится независимой от внешнего привода, блок управления меняет режим работы: с подачи мощности на устройство с целью его раскрутки на использование резонанса для съема мощности с устройства. Электромагнитный преобразователь периодически (причем этот период определяется резонансной частотой колебаний рабочей жидкости) на определенное время, меньшее, чем период, подключается к внешней нагрузке и к аккумулялирующему конденсатору и отдает в них свою энергию» [4].

«В оставшуюся часть периода электромагнитный преобразователь отсоединяется от внешней нагрузки и работает в режиме электромотора, причем питание осуществляется за счет той энергии, которая была перед этим запасена в аккумулялирующем конденсаторе. В результате может быть снята только добавочная, выделяемая при сгорании топлива энергия, а энергия, относящаяся к колебаниям рабочей жидкости, остается постоянной: колебания не затухают, но и не раскачиваются» [4].

Анализ способа роторного преобразования энергий позволил выявить основной недостаток – его сложность.

Далее рассмотрим термоэлектрический генератор (патент номер 2197054) (рисунок 3).

«Термоэлектрический генератор предназначен для преобразования тепло сжигания топлива, в состав которого входит камера каталитического сжигания топлива, содержащую катализатор, термоэлектрические преобразователи, источник топлива, средства для смешения топлива с воздухом и средства для подачи горючей смеси в камеру каталитического сжигания, средства для предварительного нагревания катализатора до температуры каталитической реакции окисления топлива, например электрический нагреватель, и средства для его отключения после достижения температуры каталитической реакции, заключенные между двумя керамическими или металлическими пластинами, камера каталитического сжигания образована, по крайней мере, одним термоэлектрическим преобразователем и катализатор нанесен на высокотемпературную поверхность термоэлектрического преобразователя» [4].



1 – источник топлива; 2 – эжектор; 3 – камера каталитического сжигания;
4 – термоэлектрический преобразователь; 5 – катализатор; 6 – электронагреватель

Рисунок 3 – Устройство термоэлектрического генератора

Анализ устройства термоэлектрического генератора позволил выявить следующие недостатки:

- большие потери в связи с теплопроводностью термоэлементов;
- высокая температура горения, что снижает ресурс термоэлектрических модулей и требует частой замены,
- ограниченные функциональные возможности.

Далее рассмотрим термоэлектрический генератор (патент США 3881962).

«Термоэлектрический генератор включает:

- горелку для сжигания топлива, в присутствии кислорода;
- бойлер, включающий цилиндрический кожух, содержащий нагреваемую жидкость и расположенный вокруг полой центральной части, в которой размещена горелка для нагревания жидкости;
- множество термоэлектрических преобразователей для перевода тепловой энергии в электрическую энергию;
- множество каналов для подачи нагретой жидкости от кожуха к термоэлектрическим преобразователям и для возврата жидкости в кожух;
- теплоаккумулирующие средства, находящиеся в тепловом контакте с каналами для отвода тепла от термоэлектрических преобразователей;
- горелка включает каталитический реактор, расположенный в центральной части внутри бойлера и содержащий внешнюю реакционную поверхность для полного сжигания топлива, расположенную вблизи кожуха.

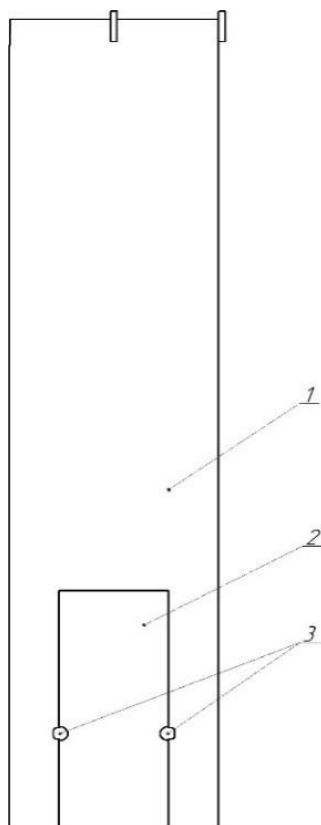
В термоэлектрическом генераторе используется теплоперенос от жидкой фазы к газообразной с помощью бойлера, внутри которого расположена горелка. Тепло от сжигания топлива нагревает кожух, внутри которого находится испаряющаяся жидкость. Полученный таким образом пар течет по ряду теплообменных трубок, отходящих от бойлера к горячим соединениям термоэлементов. Электроэнергия вырабатывается за счет

разности потенциалов между горячими и холодными соединениями термоэлементов» [4].

Недостатком является сложность конструкции.

Анализ конструктивных особенностей установок – аналогов показал, что ни одна из них в полной мере не отвечает установленным в ТЗ требованиям, что обуславливает необходимость разработки новой конструкции.

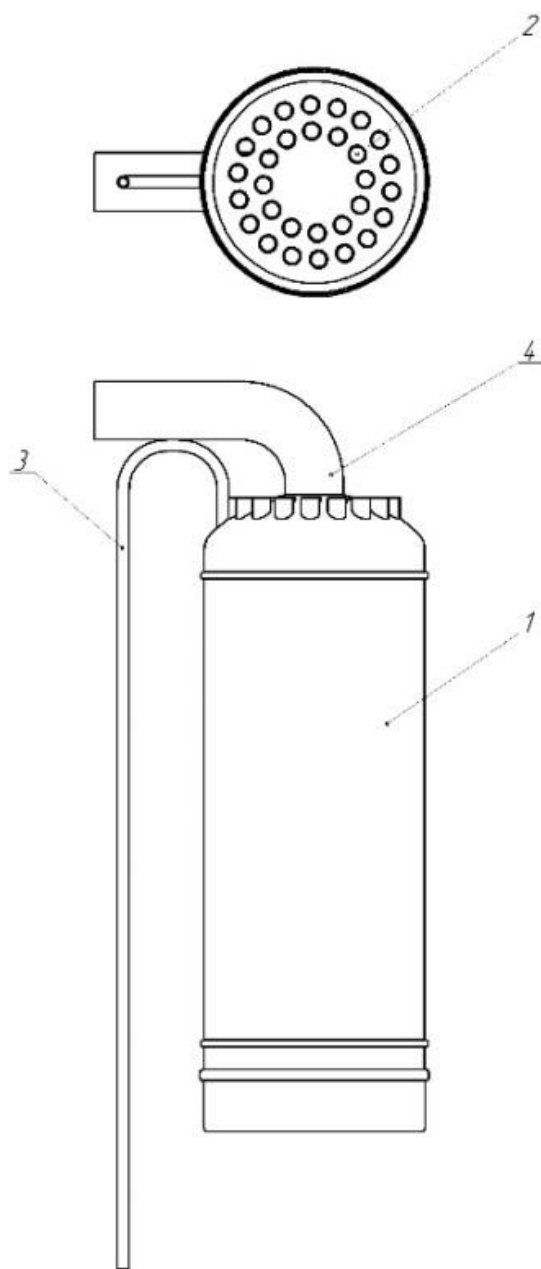
Основной частью установки для преобразования тепловой энергии в электрическую энергию является основание, выполненное из трубы диаметром 325 мм и толщиной 5 мм с прорезью для нагревающего устройства (рисунок 4). Для удобства установки горелки, в основании предусмотрены салазки.



1 – корпус; 2 – прорезь для нагревающего устройства; 3 – салазки для нагревающего устройства

Рисунок 4 – Основание установки

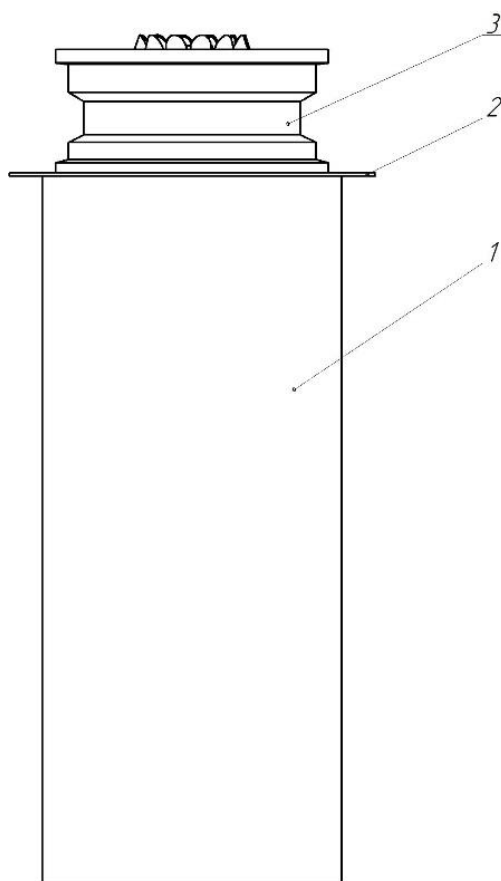
После выбора основания установки, выбираем резервуар для воды вместимостью 50 л, состоящий из корпуса, труб для циркуляции выхлопных газов, трубы для подачи воды, трубы для отвода пара (рисунок 5).



1 – корпус; 2 – трубы для циркуляции выхлопных газов; 3 – труба для подачи воды;
4 – труба для отвода пара

Рисунок 5 – Резервуар для жидкости

Резервуар устанавливается на пластину. Для улучшения теплообмена предусмотрена труба диаметром 426 мм и толщиной 6 мм (рисунок 6). Сверху на неё устанавливается пластина, к которой крепится теплообменник.



1 – труба; 2 – пластина; 3 – теплообменник

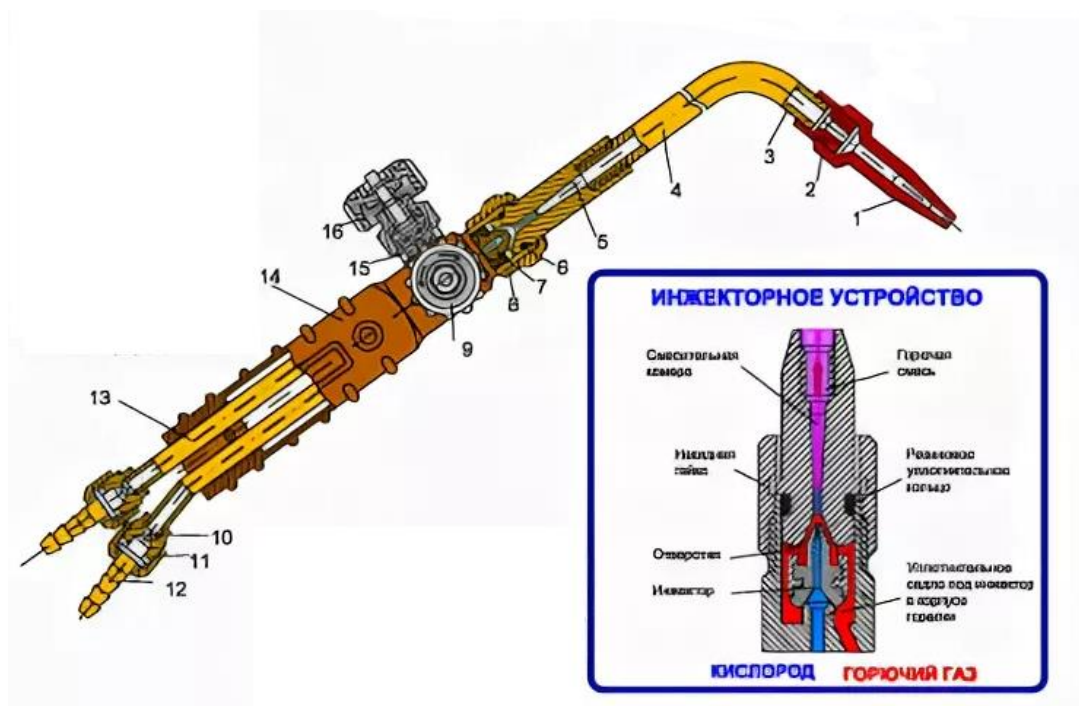
Рисунок 6 – Устройство теплообменника

Для нагрева выбранного резервуара и генерации пара, необходимо подобрать нагревающее устройство в виде горелки.

«Горелка – это устройство для контролируемого сжигания жидкого, газообразного или пылеобразного топлива. Обеспечивают испарение (для жидкого топлива), смешивание с воздухом или другим окислителем, формирование факела и распределение пламени. По назначению горелки делят на сварочные, осветительные и нагревательные, по типу используемого топлива – газовые, на жидком топливе, комбинированные, по способу подачи окислителя – атмосферные и с подводом окислителя. Также горелкой иногда называют герметичную колбу дуговой лампы, в которой происходит разряд» [5,6].

«Газовая горелка – это устройство для смешения кислорода с газообразным топливом с целью подачи смеси к выходному отверстию и

сжигания её с образованием устойчивого факела (рисунок 7). В газовой горелке газообразное топливо, подаваемое под давлением, смешивается в смесительном устройстве с воздухом (кислородом воздуха) и образовавшаяся смесь поджигается на выходе из смесительного устройства с образованием устойчивого постоянного пламени» [7].



- 1 – мундштук; 2 – nipple мундштука; 3 – наконечник; 4 – трубчатый мундштук;
 5 – смесительная камера; 6 – резиновое кольцо; 7 – инжектор; 8, 11 – накидная гайка;
 9 – вентиль горючего газа; 10 – штуцер; 12 – шланговый nipple; 13 – трубка;
 14 – рукоятка; 15 – сальниковая набивка; 16 – кислородный вентиль

Рисунок 7 – Инжекторная горелка

«Газовые горелки обладают широким спектром достоинств. Конструкция газовой горелки очень проста. Ее запуск занимает доли секунды и работает такая горелка практически безотказно. Газовые горелки используются для отопительных котлов или промышленного применения.

Газ является самым удобным, обладающим чрезвычайно высокими потребительскими качествами видом органического топлива, поэтому устройства, работающие на нем, пользуются особой популярностью. Почти

все они оснащаются системами автоматики, благодаря чему достигается высокая безопасность и безотказность их работы» [7].

Одним из вариантов жидкотопливной горелки является горелка на отработанном масле. Её принципиальная схема представлена на рисунке 8.

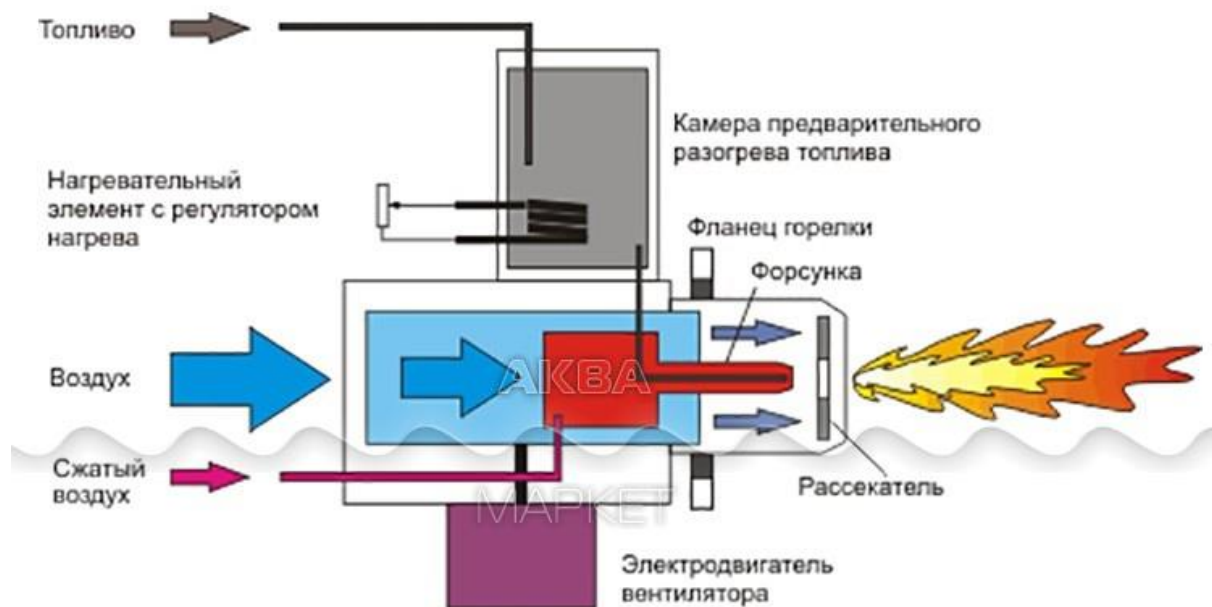
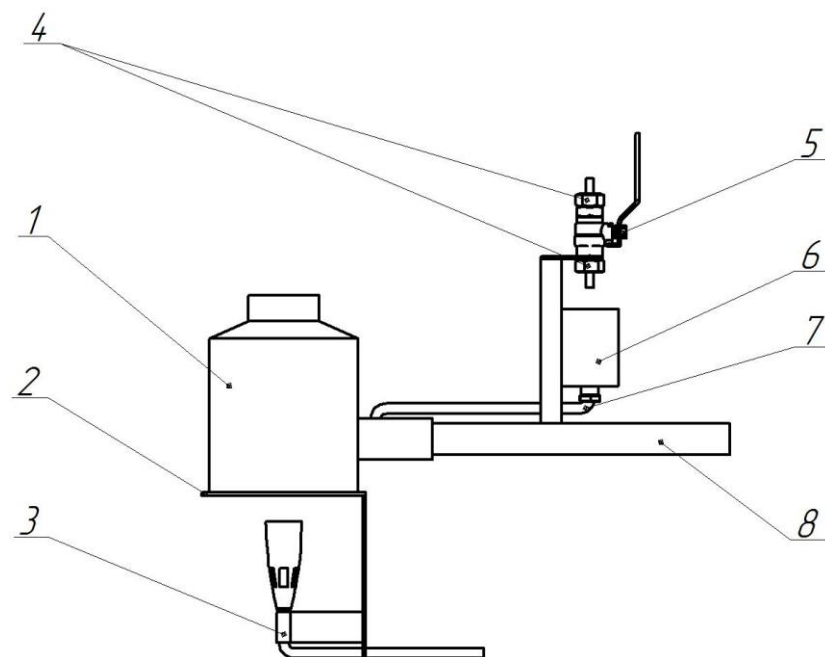


Рисунок 8 – Устройство жидкотопливной горелки, работающей на отработанном масле

Наиболее подходящим нагревающим элементом для установки преобразования тепловой энергии в электрическую является горелка на отработанном масле, т.к. она дешева в изготовлении, сокращает расходы на отопление и одновременно решает проблемы утилизации отходов ГСМ, что немаловажно для АТП.

Горелка на отработанном масле состоит из корпуса, приваривающегося к пластине (рисунок 9).

Внутри корпуса расположена труба для улучшения процесса теплообмена. Снизу расположена газовая горелка для предварительного нагрева корпуса. Система подачи отработанного масла состоит из двух штуцеров, крана, топливного фильтра, трубки для подачи масла. Также имеется труба для подачи воздуха.



1 – корпус; 2 – пластина; 3 – газовая горелка; 4 – штуцер; 5 – кран; 6 – топливный фильтр;
7 – трубка для подачи масла; 8 – труба для подачи воздуха

Рисунок 9 – Горелка на отработанном масле

В качестве парового двигателя для привода генератора принимаем роторный двигатель Ванкеля (рисунок 10). Поскольку стоимость ДВС ниже стоимости паровой турбины, то при условии незначительных доработок в конструкции мы получим более дешевый приводной двигатель: паровой мотор на базе серийного ДВС.

Паровые моторы, как паровые поршневые машины, обладают высокой надежностью. Ресурс до капитального ремонта поршневых машин может быть выше, чем у исходных ДВС (30000-100000 ч), так как пар при работе двигателя, в отличие от горючей смеси, не взрывается, а расширяется и плавно давит на поршень.

Для технического обслуживания турбин необходим высококвалифицированный персонал. Паровые моторы, как близкие по типу к ДВС, могут обслуживаться специалистами более низкой квалификации, а их ремонт можно производить прямо на месте эксплуатации.



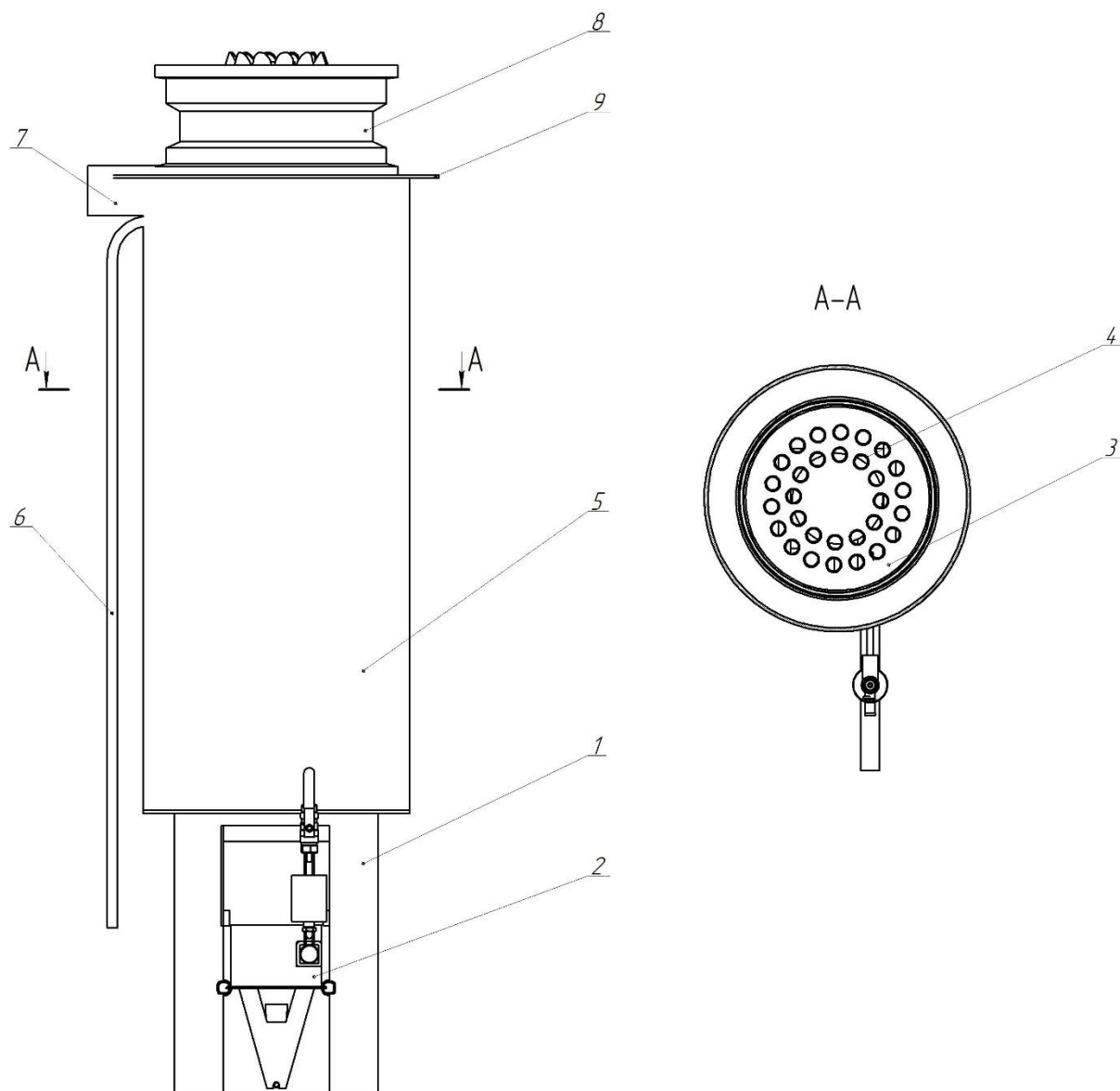
Рисунок 10 – Роторно-поршневой двигатель в разрезе

Чтобы вырабатывать ток с частотой, в соответствии с требованиями ГОСТ 13109-97 на сетевую электроэнергию (в нормальном режиме – 50 Гц), установка должна работать с источником бесперебойного питания или параллельно с сетью централизованного электроснабжения.

Генератор вырабатывает электроэнергию с относительно грубой стабилизацией частоты переменного напряжения. С помощью агрегата выпрямления напряжения получается постоянное напряжение. Затем агрегат инвертирования, снабженный высокостабильным задающим генератором частоты, обеспечивает преобразование постоянного напряжения в переменное с высокой точностью стабилизации частоты.

Блок аккумуляторных батарей служит для кратковременного резервного электропитания АИН в случае выхода из строя установки или на время аварийного включения резерва.

После выбора всех элементов, входящих в состав установки для преобразования тепловой энергии в электрическую, составляем компоновочную схему размещения элементов (рисунок 11).



1 – основание; 2 – горелка на отработанном масле; 3 – резервуар для нагрева воды; 4 – трубы для циркуляции выхлопных газов; 5 – труба; 6 – труба для подачи воды; 7 – труба для отвода пара; 8 – теплообменник; 9 – пластина

Рисунок 11 – Общий вид установки

Установка для преобразования тепловой энергии в электрическую энергию представляет собой конструкцию в виде основания 1, в котором имеется вырез для установки горелки на отработанном масле 2, во внутрь основания помещается резервуар для нагрева воды 3, в котором расположены трубы для циркуляции выхлопных газов 4, труба для подачи воды 6 и труба для отвода пара 7, пространство между трубой 5 и резервуаром 3 служит в

качестве «рубашки» для нагрева, в которую попадают отработавшие газы, сверху на пластине 9 установлен теплообменник 8.

Установка работает следующим образом.

В ёмкость подаётся холодная вода до наполнения, в основание вносится предварительно разогретая горелка и соединяется с насосом для подачи масла, после чего включается насос. Происходит нагрев резервуара. После достижения температуры кипения, начинается процесс парообразования и пар под давлением через трубу попадает на ротор паровой машины. Паровая машина приводит в движение генератор.

2.3 Руководство по эксплуатации установки

Руководство по эксплуатации установки для преобразования тепловой энергии в электрическую, обеспечивающую энергетическую безопасность АТП предназначено для изучения принципа действия устройства и содержит сведения, необходимые для его правильной эксплуатации и обслуживания.

«К обслуживанию, проведению профилактических работ и ремонту устройству допускается персонал, изучивший техническую документацию и имеющий квалификационную группу по технике безопасности не ниже третьей.

1. Общие указания

- а) установка для преобразования тепловой энергии в электрическую, обеспечивающую энергетическую безопасность АТП может применяться для обеспечения электрической энергией помещений мастерских, гаражей, станций технического обслуживания автомобилей, АТП, складов и других помещений с естественной вентиляцией и не предназначена для бытового использования;
- б) горелка работает на отработанных машинных, трансмиссионных, гидравлических маслах;

- в) прежде чем приступать к монтажу и эксплуатации установки, следует внимательно ознакомиться с настоящим «Руководством по эксплуатации». Соблюдение правил эксплуатации установки обеспечит его нормальную и безопасную работу;
- г) общие требования техники безопасности соответствуют ГОСТ 22992-82.

2. Правила безопасности:

- а) установка должна устанавливаться, настраиваться и эксплуатироваться в соответствии с данным руководством. Невыполнение требований может привести к пожару или взрыву;
- б) установка должна соответствовать местным Правилам пожарной безопасности» [18].

3. Комплектность:

- резервуар для нагрева воды, шт 1;
- горелка на отработанном масле, шт 1;
- насос для подачи масла, шт 1;
- труба для подачи воды, шт 1;
- труба для отвода пара, шт 1;
- теплообменник, шт 1;
- паровой двигатель, шт 1;
- генератор, шт 1;
- руководство по эксплуатации и паспорт, шт 1.

4. Технические характеристики

- а) тепловая мощность, кВт/час:
 - минимальная 4;
 - максимальная 10.
- б) расход отработанного масла, л/час:
 - минимальный 0,8;

– максимальный 1,5.

в) объем воды в резервуаре, л 50.

5. Запрещается:

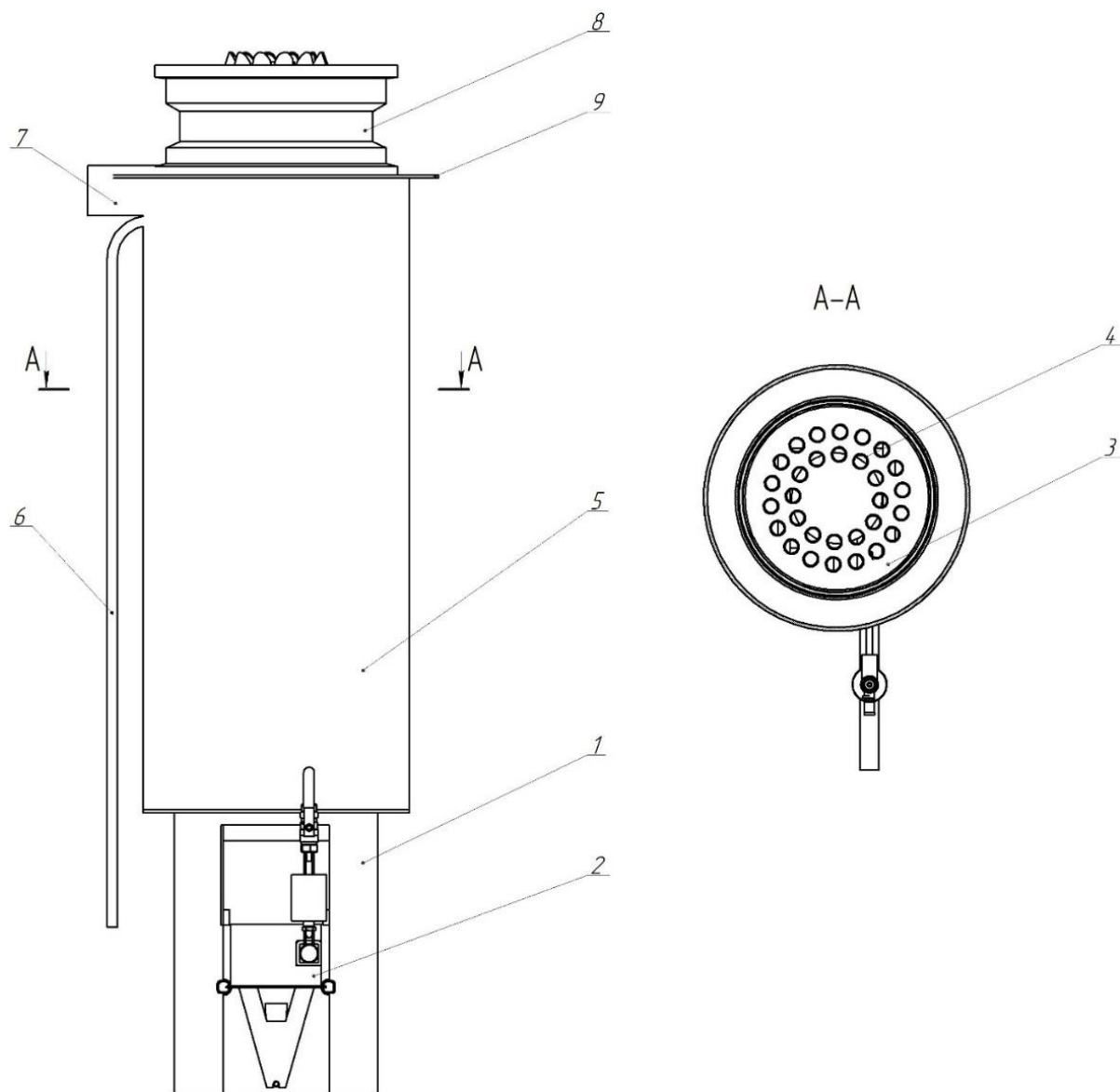
- хранить и использовать вблизи установки легковоспламеняющиеся и взрывчатые вещества;
- разжигать неостывшую горелку, всегда следует дожидаться полного остывания;
- пользоваться установкой при неисправных элементах конструкции, механизмов и узлов;
- допускать к эксплуатации установки детей и лиц, не изучивших настоящее руководство.

6. Работа установки для преобразования тепловой энергии.

Установка для преобразования тепловой в электрическую энергию, работающая на отработанном масле из автомобильных двигателей, коробок передач, гидравлических систем, масле трансмиссии или их смеси (рисунок 12). Установка представляет собой конструкцию в виде основания 1, в котором имеется вырез для установки горелки на отработанном масле 2, во внутрь основания помещается резервуар для нагрева воды 3, в котором расположены трубы для циркуляции выхлопных газов 4, труба для подачи воды 6 и труба для отвода пара 7, пространство между трубой 5 и резервуаром 3 служит в качестве «рубашки» для нагрева, в которую попадают отработавшие газы, сверху на пластине 9 установлен теплообменник 8.

Установка работает следующим образом.

В емкость подаётся холодная вода до наполнения, в основание вносится предварительно разогретая горелка и соединяется с насосом для подачи масла, после чего включается насос. Происходит нагрев резервуара. После достижения температуры кипения, начинается процесс парообразования и пар под давлением через трубу попадает на ротор паровой машины. Паровая машина приводит в движение генератор.



1 – основание; 2 – горелка на отработанном масле; 3 – резервуар для нагрева воды;
 4 – трубы для циркуляции выхлопных газов; 5 – труба; 6 – труба для подачи воды;
 7 – труба для отвода пара; 8 – теплообменник; 9 – пластина

Рисунок 12 – Устройство установки

7. «Техническое обслуживание

а) профилактические работы. Профилактические работы проводятся при ежегодной проверке технического состояния, при этом визуально проверяется состояние лакокрасочных покрытий, крепление деталей и сборочных единиц, надежность паяк и контактных соединений, отсутствие сколов и трещин на деталях. Места, подвергнутые коррозии, следует зачистить и

покрыть эмалью (лаком). При визуальном осмотре рекомендуется проверить комплектность установки и состояние принадлежностей.

б) ежедневное техническое обслуживание. В процессе эксплуатации следует содержать узлы, механизмы и агрегаты установки в чистоте. Перед началом работы следует проверить крепление органов управления, надежность соединения разъемов. Запрещается при удалении жировых пятен и пыли применять органические растворители, ацетон, сильнодействующие кислоты и основания, повреждающие целостность защитных покрытий установки.

в) текущий ремонт» [15].

Перечень возможных неисправностей, возможных причин и способов их устранения приведен в таблице 1.

Таблица 1 – Основные неисправности

Вид неисправности	Возможная причина	Метод устранения
Отсутствует подача отработанного масла	– в баке нет масла; – засорение узла подачи; – неисправен электродвигатель насоса.	– долить масла; – очистить узел подачи; – отремонтировать или заменить насос.
Недостаточная температура для образования пара	Неисправность горелки	Ремонт или замена горелки
Из-под стыков деталей конструкции проходят газы	Не обеспечена герметичность	Установка прокладки или обработка стыков специальным высокотемпературным герметиком

8. Хранение узлов, механизмов и агрегатов установки

«Узлы, механизмы и агрегаты до введения в эксплуатацию должны храниться в упаковке предприятия изготовителя в отапливаемых хранилищах при температуре окружающего воздуха от 5 до 40°C и при относительной влажности до 80% (при температуре 25°C) - условия хранения "Л" по ГОСТ 15150-69. В хранилищах не должно быть пыли, паров кислот и щелочей,

агрессивных газов и других вредных веществ, вызывающих коррозию металлов и повреждение изоляционных материалов.

Без упаковки они должны храниться в отапливаемых хранилищах при температуре окружающего воздуха от 10°C до 35°C и при относительной влажности до 80% (при температуре 25°C)» [16].

3 Технологический процесс

3.1 Утилизация отработанного моторного масла

Утилизация отработанного моторного масла (отработки) достаточно серьезная проблема во всем мире. Вместе с тем энергетический потенциал отработки высок; сжигая ее, можно получить много тепла, несравненно более дешевого, чем от любого другого энергоносителя. Вопросом, как делается горелка на отработке своими руками, интересуются не только профессионально связанные с автохозяйством – запас отработки поможет сэкономить значительную сумму и на отоплении подсобных помещений в частном домовладении. Для отопления жилых помещений отработка совершенно непригодна из-за содержащихся в ней изначальных присадок в моторное масло и попавших в него в процессе эксплуатации примесей. Однако отработка – весьма специфичное горючее, и любая иная горелка для жидкого топлива на нем не заработает.

Отработка топливо не только грязное, но и очень липкое. Одна из задач присадок в моторное масло – обеспечить облипание им тонким слоем трущихся поверхностей, работающих в тяжелых условиях. Поэтому горелки на отработке работают почти исключительно с подогревом топлива, увеличивающим его текучесть: слишком вязкое горючее не смешается как следует с воздухом, не пройдет через сопло форсунки, или не облечет ровным слоем распылительную головку.

Для быстрого и надежного поджига отработки пригодны только электрическая искра и газовый факел.

Отработка загрязнена не только твердыми частицами, но также водой и/или антифризом, попавшими в нее из системы охлаждения ДВС. Фильтрация топлива – достаточно сложный процесс. Организовывать его имеет смысл, только если отработка на топливо постоянно есть в наличии, например, в достаточно крупной и загруженной работой автомастерской, а

горелка на отработке для нерегулярного использования должна быть нечувствительна не только к твердым загрязнениям, но и к обводненности топлива.

Отсюда следует неблагоприятный вывод: энергонезависимых горелок на отработке не бывает. Есть способы сжигания отработки без наддува и подогрева, но такие устройства дают приемлемые технические и экологические показатели только в составе разработанных заодно с ними теплогенерирующих приборов и горелками как таковыми не являются.

Исходя из перечисленных особенностей, самодельная горелка на отработанном масле может быть выполнена по одной из следующих схем:

- эжекционной с наддувом.
- распылительной инжекторной (горелка Бабингтона).
- топливо-воздушной свободного объемного горения (чашечная испарительная горелка).

3.2 Сравнительные достоинства и недостатки горелок на отработанном масле

3.2.1 Эжекционная

Эжекционная горелка обеспечивает полное сгорание топлива и минимально возможное количество побочных продуктов в отходящих газах. Пламя горячее, свыше 1200 градусов, расход топлива минимален для данного класса устройств (см. также в конце). Мощность домодельных – 1,5-100 кВт. Регулировка мощности (модуляция) горелки возможна во всем указанном диапазоне. Без ограничений применима в технологических целях, а в исключительных случаях применима для временного отопления жилых помещений, если топочная дверца штатной отопительной печи или котла выходит в нежилое помещение – в прихожую, чулан, топочную и т.п.

Примечание: кухня и баня считаются жилыми помещениями.

Недостатки эжекционной горелки на отработке:

- технически сложна: используются точные металлические детали, требующие для изготовления станочного парка;
- на неочищенной отработке сразу выходит из строя, поэтому делать эжекционную горелку на отработке, не обзаведясь фильтровальной топливной станцией, бессмысленно;
- наиболее энергозависима – собственное удельное электропотребление составляет около 20 Вт на 1 кВт тепловой мощности в диапазоне последней 5-40 кВт. Ниже и выше этих значений собственное удельное электропотребление увеличивается;
- требует снабжения управляющей автоматикой, так как весьма чувствительна к свойствам и качеству топлива, которые и у очищенной отработки нестабильны;
- более других типов горелок на отработке склонна к устранимым отказам в работе.

Используются эжекционные горелки для сжигания отработки преимущественно для отопления больших помещений или обеспечения технологических процессов в условиях, когда топливо для них постоянно имеется в наличии.

3.2.2 Инжекторная

Инжекторная горелка совершенно нечувствительна к степени загрязненности топлива, лишь бы в нем осталось 30-40% чего-то горючего. Технически проще предыдущей – горелку Бабингтона можно сделать дома из подручных материалов, если есть настольный сверлильный станок. Диапазон мощностей в любительском исполнении – примерно 3-20 кВт. Модуляция горелки возможна начиная примерно от 30% максимальной мощности. Можно добиться модуляции от 10% максимума, то техническая сложность изготовления возрастает при этом в разы, а склонность к отказам увеличивается. Может работать без электроподогрева топлива; в таком случае собственное энергопотребление до 300 Вт независимо от тепловой мощности; в подавляющем большинстве случаев – до 100 Вт. Если же

топливо греется ТЭНом в накопительном баке, то собственное энергопотребление как в предыдущем случае. Без управляющей автоматики склонна к отказам при смене партии топлива без перенастройки горелки.

Для самодельщиков важное преимущество горелки Бабингтона в том, что ее наддув способен обеспечить компрессов от старого поломанного холодильника.

Недостатки горелки Бабингтона:

- топливо не сгорает полностью. КПД по топливу простейшей горелки Бабингтона около 80%. Довести степень сжигания топлива до 95-97% возможно, но тогда ее техническая сложность возрастает до сравнимой с эжекционной. Правда, токарно-фрезерных станков для изготовления все равно не потребуется, а собственное энергопотребление горелки не увеличивается;
- горелка Бабингтона источает в воздух много паров топлива, что делает ее абсолютно непригодной для жилых помещений и ограниченно пригодной для помещений с временно находящимися там людьми и/или предметами, чувствительными к замасливанию. Однако гнать пламя горелки Бабингтона в трубу можно, что значительно уменьшает указанные недостатки;
- пламя тоже грязное и не очень горячее, до 900-1000 градусов. Поэтому инжекционная горелка на отработке ограниченно применима для термических технологических процессов с черными металлами, а цветные и тем более драгоценные испортит.

Самодельные горелки Бабингтона чаще всего и применяются для временного отопления подсобных помещений или в простых технологических процессах, напр., для разогрева обычной конструкционной стали под гнутье.

3.2.3 Испарительная

Топливо-воздушная горелка на отработке может быть изготовлена из подручных вещей без использования сложных технологических операций.

Мощность – около 5-15 кВт. Любое тяжелое топливо горит без перенастройки: помимо отработки другое минеральное и растительное масло, мазут, нефтешлам. Отказывает только при неправильном пользовании. Побочных продуктов сгорания топлива источает больше предыдущей, поэтому применима либо для временного запуска отопительных приборов с хорошим дымоходом в нежилых помещениях, либо на открытом воздухе. В технологических целях применима весьма ограниченно, т.к. дает столб горячих газов с температурой менее 600 градусов. Наиболее доступный для изготовления начинающими умельцами тип горелки на отработке.

3.3 Схемы и конструкции

3.3.1 Эжекционная горелка

Еще одна особенность отработки как топлива заключается в том, что подать весь необходимый для ее сжигания воздух под наддувом очень сложно, его требуется много. Поэтому наддувом в горелках такого типа преимущественно вытягивают топливо из сопла эжектора и распыляют его, а воздух для дожигания подсасывается непосредственно в факел пламени. Такая схема дает возможность обойтись для наддува электрической мощностью до 100 Вт, а остальное расходуется на подогрев топлива ТЭНом. Часть электрической мощности, необходимой для наддува с топливом более текучим, используем на подогрев отработки, и обычная в общем эжекционная горелка на ней работает.

На рисунке 13 представлена схема устройства эжекционной горелки на отработке.

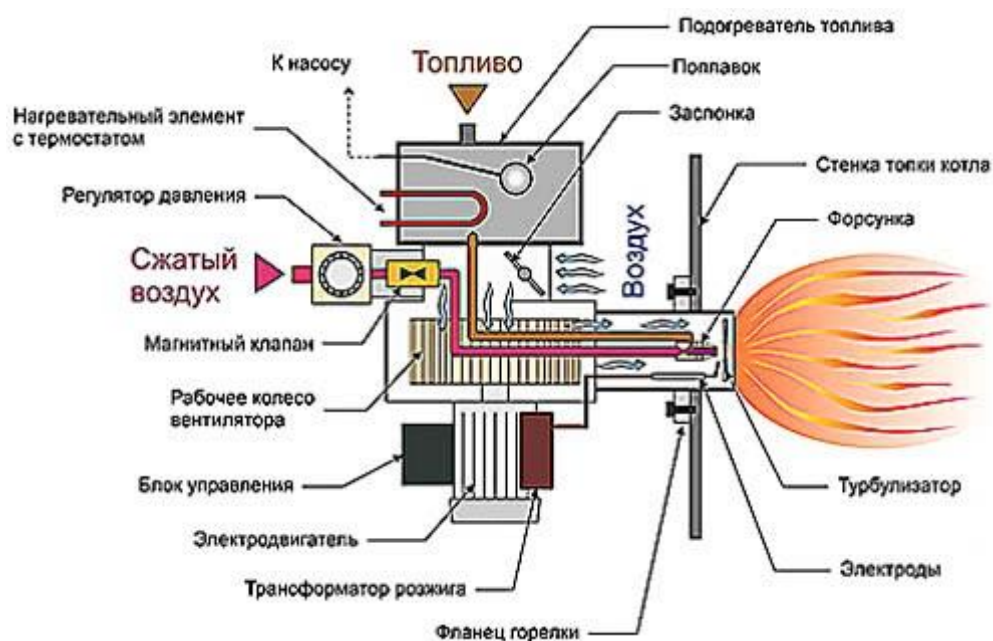


Рисунок 13 – Схема устройства эжекционной горелки на отработке

Устанавливается такая горелка на глухом фланце в топочный проем печи/котла, а вторичный воздух в факел подсасывается через поддувало. Однако, кроме форсунки, в данной конструкции имеются еще тонкие моменты.

Первый из них – турбулизатор воздушного потока. Наддув эжекторной горелки на отработке может быть обеспечен встроенным вентилятором-улиткой либо, через редуктор, пневмосистемой предприятия или промышленным (возможно, бытовым аналогичной конструкции) поршневым компрессором. На мощность горелки где-то 3-15 кВт возможен также наддув от холодильного компрессора от 250 Вт электрических.

В зависимости от способа наддува меняется конструкция турбулизатора. Компрессор или разводка сжатого воздуха для привода пневмоинструмента дают, при необходимых для эжекции топлива условиях в воздушной рубашке горелки, слишком мощный и быстрый поток воздуха. В таком случае турбулизатор должен являться кольцевой диафрагмой вокруг сопла с широкими слабо изогнутыми наружными лопастями, позиции 1 и 2 на рисунке 14. Псевдо-ламинарная струя воздуха из диафрагмы вытянет

топливо из форсунки и обеспечит его стабильный поджиг, а в 3-5 см от диафрагмы горящий масляный туман будет подхвачен мощным вихрем, распылен до испарения и полностью сожжен.

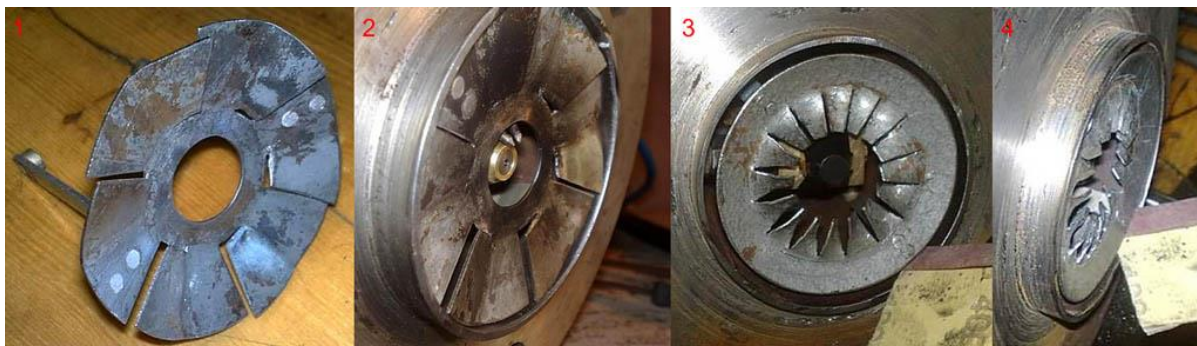


Рисунок 14 – Конструкция турбулизатора (завихрителя) эжекционной горелки на отработке в зависимости от способа наддува

Если же воздушный поток оптимален (встроенная улитка по расчету) или слабоват (компрессор от холодильника), то турбулизатор из многих узких более изогнутых внутренних лопастей совмещается с диафрагмой, а по краю турбулизатора оставляют кольцевой зазор в 0,5-1,5 см. Диафрагма-завихритель оказывает меньшее сопротивление воздушному потоку, слабый, но сразу хорошо закрученный вихрь эффективно высасывает и распыляет топливо, а кольцевой поток из зазора не дает вихрю расплзаться в стороны, пока топливо не испарится в факеле.

Примечание: целесообразность того или другого турбулизатора для конкретной горелки определяется опытом – поджиг топлива должен быть стабилен, а срывов пламени не должно быть во всем диапазоне регулировки мощности горелки. Начинать нужно с диафрагмы с внешними лопастями, подгибая их больше и больше. Не выходит – надо переходить на диафрагму-турбулизатор с внутренними лопастями.

Вторая тонкость – поджиг факела. Автосвеча с удаленной «лапкой» (корпусной ламелью) мало подходит, так как рассчитана на поджиг паров легкого топлива короткой искрой, а не тумана тяжелого длиной.

Зажигать факел горелки на отработке нужно электродами для зажигания котлов на жидком топливе (рисунок 15). Расстояние между разрядниками (носиками, остриями) электродов требуется 3-8 мм (для горелок на 3-30 кВт), а расстояние от оголенных металлических частей электродов до ближайших металлических деталей конструкции должно быть как минимум втрое больше. Включая форсунку: в момент зажигания разрядники должны находиться в извергаемом соплом масляном тумане и поджигать его искрой между собой. Зажигание искрой от разрядника на форсунку даст слабый нестабильный факел, который легко сорвется от колебаний наддува или подачи топлива.

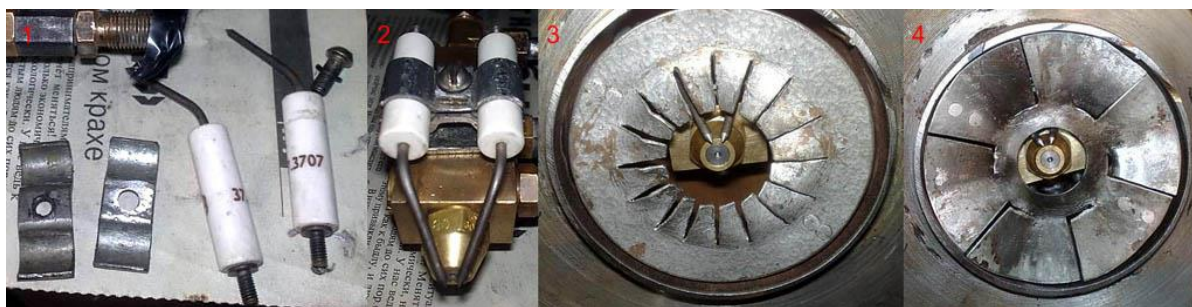


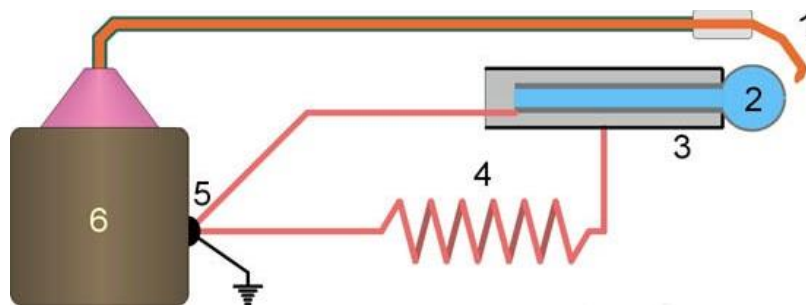
Рисунок 15 – Способ зажигания топлива эжекционной горелки на отработке двумя электродами

Для зажигания двумя разрядниками необходим специальный трансформатор зажигания с изолированной вторичной обмоткой на 6-8 кВ. Ее выводы соединяются с электродами зажигания проводами в толстой, от 2 мм, термостойкой изоляции из силикона или тефлона (фторопласта). Лучше – в последней: при нагреве до 150 градусов пробивная стойкость фторопласта-4 остается около 80 кВ на 1 мм, а силикона будет не выше 20 кВ/мм. Такой огромный запас электрической прочности необходим ввиду сильного загрязнения проводов в процессе эксплуатации.

Спецтрансформатор зажигания стоит дорого, так как выпускаются такие для котлов от 20 кВт. Если мощность горелки до 15 кВт (и для описываемой далее горелки Бабингтона), можно применить однопроводную

схему поджига от автомобильной катушки зажигания искрой от электрода на форсунку; имеется в виду наличие только одного высоковольтного провода. Условие – ручной вывод на режим: горелку зажигают на минимальной мощности и вручную выводят на штатную, следя, чтобы факел не сорвался.

Для зажигания горелки на отработке по однопроводной схеме корпусную клемму трансформатора соединяют с корпусом горелки и форсункой разными обратными проводами. Искра не постоянный ток, а импульсный разряд, и электрическая цепь становится чувствительной к наличию в ней реактивности. Электрическая реактивность массивного корпуса горелки больше, чем форсунки, что уже облегчает искре выбор в пользу сопла. Если же дополнительно включить в корпусный обратный провод небольшую индуктивность (рисунок 16), то и однопроводное зажигание станет вполне стабильным.



1 – поджигающий электрод; 2 – форсунка; 3 – корпус горелки (не изолирован от форсунки); 4 – спираль из медной проволоки $d=(1 \dots 2)$ м диаметр спирали $D=(20 \dots 40)$ мм, количество витков $w=5-6$; 5 – клемма заземления трансформатора; 6 – трансформатор поджига

Рисунок 16 – Схема зажигания горелки на отработке одним электродом

Горелки на отработке, режим работы которых задается с пульта стоят очень дорого, но без автоматики городить самодельную эжекционную горелку на отработке нет смысла: даже при фиксированной мощности и заправке топливом из одной партии нужно для получения стабильного пламени регулировать одновременно подогрев топлива и подачу воздуха. Поэтому самодельные эжекционные горелки на отработке делаются

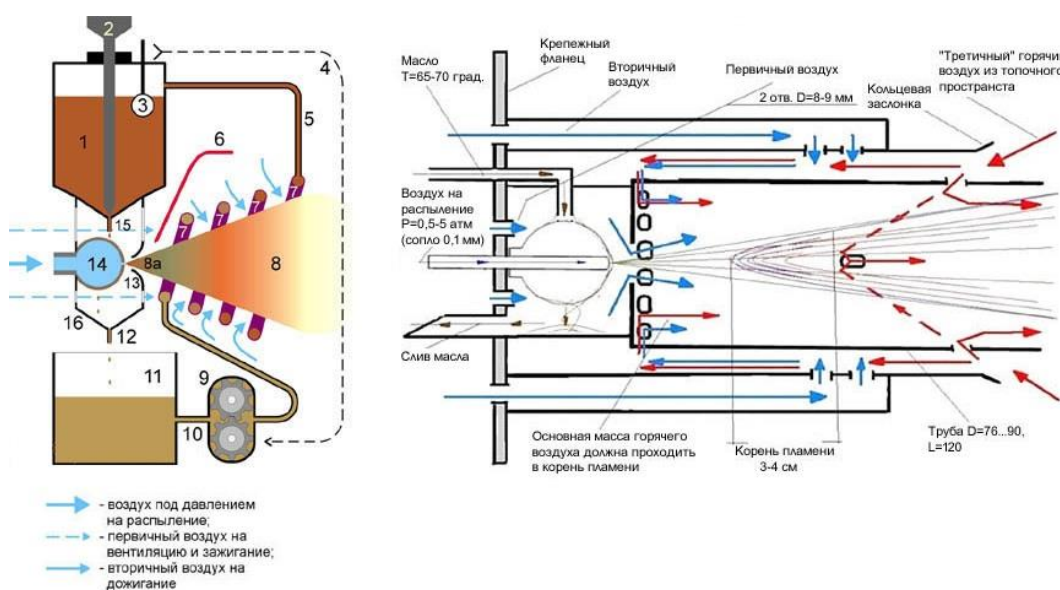
полуавтоматическими с установкой мощности вручную и применением относительно недорогой автоматики от котлов отопления.

3.3.2 Горелка Бабингтона

Сам Роберт Бабингтон, запатентовавший свою горелку в 1979 г., признавался, что, отчаявшись придумать форсунку, не засоряющуюся от отработки, попробовал продуть воздух сквозь тонкий слой масла – получилось.

Такое техническое решение оказалось возможным благодаря тому, что масло реологическая жидкость, попросту – сверхтекучая.

Конструкция горелки Бабингтона показана слева на рисунке 17, а справа – устройство камеры сгорания (дожигателя) для нее. Здесь уже виден недостаток данной горелки: чтобы сжечь отработку более чем на 95%, требуется 3-х ступенчатая подача воздуха (кроме как для распыления), причем частично с подогревом. Хотя наддува все равно не требуется.



1 – расходный бак (питатель); 2 – регулятор подачи топлива; 3 – поплавков;
4 – сигнал обратной связи от поплавка на запуск насоса; 5 – питающий трубопровод;
6 – поджигающий электрод; 7 – подогреватель топлива; 8 – факел пламени; 8а – зона масляного тумана; 9 – питательный насос; 10 – отборный трубопровод; 11 – сборник топлива; 12 – слив избыточного топлива; 13 – диафрагма; 14 – распылительная головка; 15 – капельница; 16 – корпус горелки

Рисунок 17 – Устройство горелки Бабингтона и камеры сгорания (дожигателя) для нее

Действует горелка Бабингтона довольно просто: топливо капает на распылительную головку со сферической поверхностью, что обеспечивает равномерное его растекание. Капает с избытком, чтобы воздуху всегда было что сдуть. Выброшенное воздушной струей из сопла в головке масло образует туман, который поджигается. Топливная пленка постоянно наползает на сопло благодаря реологическим свойствам масла. Избыток топлива стекает в сборник, откуда питательным насосом подается через подогреватель обратно в расходный бак (питатель). Часто вместо поплавка, включающего насос, питатель снабжается стоком избытка в баке прямо в сборник; питательный насос в таком случае работает непрерывно.

3.4 Технологическая карта работы установки

Технологическая карта представлена на листе 6 графической части ВКР. Общая трудоемкость составляет 171,2 чел.-мин (2,85 чел.-ч.). Исполнителем является слесарь 3-го разряда.

4 Безопасность и экологичность установки для преобразования тепловой энергии в электрическую в целях обеспечения энергетических нужд АТП

4.1 Конструктивно-технологическая и организационно техническая характеристики установки

Паспорт безопасности предназначен для обеспечения потребителя достоверной информацией по безопасности применения, хранения, транспортирования и утилизации материалов, изделий, устройств а также их использования в бытовых целях.

Паспорт безопасности должен содержать изложенную в доступной и краткой форме достоверную информацию, достаточную для принятия потребителем необходимых мер по обеспечению защиты здоровья людей и их безопасности на рабочем месте, охране окружающей среды на всех стадиях жизненного цикла вещества, в том числе утилизацию.

В таблице 8 представлен паспорт безопасности на установку для преобразования тепловой энергии в электрическую в целях обеспечения энергетических нужд АТП

Таблица 8 – Паспорт безопасности на установку

Технологический процесс	Наименование и содержание операций	Должность работника, который выполняет операцию	Оборудование и приспособления	Перечень веществ и материалов
Преобразование тепловой энергии в электрическую энергию	1 Нагрев воды. 2 Преобразование тепловой энергии в электрическую энергию	Слесарь 3 разряда	Установка для преобразования тепловой энергии в электрическую в целях обеспечения энергетических нужд АТП, газовая горелка	Перчатки, защитные очки, маска

4.2 Определение профессиональных рисков

Определение профессиональных рисков подразумевает под собой процедуру обнаружения, выявления опасных и вредных производственных факторов и установления их временных, количественных и других характеристик, в целях выработки пакета предупреждающих мероприятий для обеспечения безопасности труда.

Сводная информация по идентификации профессиональных рисков при использовании установки для преобразования тепловой энергии в электрическую в целях обеспечения энергетических нужд АТП представлена в таблице 9.

Таблица 9 – Идентификация профессиональных рисков

Наименование выполняемых работ	Наименование О и ВПФ согласно ГОСТ 12.0.003-2015	Источник происхождения О и ВПФ
1 Нагрев воды	Повышенная температура окружающей среды	Газовая горелка, горелка на отработанном масле
	Тепловое излучение окружающих поверхностей	
2 Преобразование тепловой энергии в электрическую	Тепловое излучение окружающих поверхностей	Поверхности для преобразования тепловой энергии в электрическую установки, горелка на отработанном масле, роторно-поршневой двигатель
	Повышенный уровень шума	
	Движущиеся машины и механизмы, подвижные части производственного оборудования	

4.3 Способы снижения профессиональных рисков

Работодатель обязан ежегодно обеспечивать реализацию мероприятий, направленных на улучшение условий труда, в том числе разработанных по результатам специальной оценки условий труда и оценки профессиональных рисков, и направлять на эти цели, согласно ст. 226 Трудового кодекса РФ, не менее 0,2 % суммы затрат на производство продукции (работ, услуг).

Типовой перечень мероприятий по улучшению условий и охраны труда и снижению уровней профессиональных рисков (далее – Перечень) утвержден Приказом Минздравсоцразвития России от 01.03.2012 № 181н (в ред. от 16.06.2014).

«Основные мероприятия, включаемые в Перечень:

- а) Проведение специальной оценки условий труда позволяющие оценить условия труда на рабочих местах и выявить вредные и (или) опасные производственные факторы:
 - информировать работников об условиях и охране труда на рабочих местах, о риске повреждения здоровья, предоставляемых им гарантиях, полагающихся им компенсациях и средствах индивидуальной защиты;
 - разработать и реализовать мероприятия по приведению условий труда в соответствие с государственными нормативными требованиями охраны труда;
 - установить работникам компенсации за работу с вредными и (или) опасными условиями труда.
- б) Обеспечение работников, занятых на работах с вредными и (или) опасными условиями труда, а также на работах, производимых в особых температурных и климатических условиях или связанных с загрязнением, средствами индивидуальной защиты, смывающими и обезвреживающими средствами.
- в) Организация обучения и проверки знаний по охране труда работников.
- г) Проведение обязательных медицинских осмотров и психиатрических освидетельствований.
- д) Устройство новых и (или) модернизация имеющихся средств коллективной защиты работников от воздействия опасных и вредных производственных факторов.

- е) Приведение уровней естественного и искусственного освещения на рабочих местах, в бытовых помещениях, местах прохода работников в соответствие с действующими нормами.
- ж) Устройство новых и (или) реконструкция имеющихся мест организованного отдыха, помещений и комнат релаксации, психологической разгрузки, мест обогрева работников, а также укрытий от солнечных лучей и атмосферных осадков при работах на открытом воздухе; расширение, реконструкция и оснащение санитарно-бытовых помещений.
- з) Обеспечение хранения средств индивидуальной защиты, а также ухода за ними (своевременная химчистка, стирка, дегазация, дезактивация, дезинфекция, обезвреживание, обеспыливание, сушка), проведение ремонта и замена СИЗ.
- и) Приобретение стендов, тренажеров, наглядных материалов, научно-технической литературы для проведения инструктажей по охране труда, обучения безопасным приемам и методам выполнения работ, оснащение кабинетов (учебных классов) по охране труда компьютерами, теле-, видео-, аудиоаппаратурой, лицензионными обучающими и тестирующими программами, проведение выставок, конкурсов и смотров по охране труда.
- к) Обучение лиц, ответственных за эксплуатацию опасных производственных объектов.
- л) Оборудование по установленным нормам помещения для оказания медицинской помощи и (или) создание санитарных постов с аптечками, укомплектованными набором лекарственных средств и препаратов для оказания первой помощи.
- м) Организация и проведение производственного контроля» [18].

Сводная информация по способам снижения профессиональных рисков представлена в таблице 10.

Таблица 10 – Способы снижения профессиональных рисков

О и ВПФ	Организационно-технические методы и технические средства защиты, снижения, устранения О и ВПФ	СИЗ
Повышенная температура окружающей среды поверхностей. Тепловое излучение окружающих поверхностей	Удаление оператора из опасных зон с помощью автоматизации работы установки, применение дистанционного управления. Оборудование рабочего места вентиляционными системами и установками	Спецодежда
Повышенный уровень шума	Использование шумопоглощающих экранов	Противошумные наушники, беруши
Движущиеся машины и механизмы, подвижные части производственного оборудования	Организационно-технические мероприятия: – инструктажи по охране труда; – содержание технических устройств в надлежащем техническом состоянии	Оборудование установки защитными кожухами, спецодежда в зависимости от условий труда (респиратор, защитные перчатки)

4.4 Пожарная безопасность установки

Требования пожарной безопасности – специальные условия социального и (или) технического характера, установленные в целях обеспечения пожарной безопасности законодательством Российской Федерации, нормативными документами или уполномоченным государственным органом.

Каждый работник обязан:

- знать и соблюдать требования правил пожарной безопасности и инструкций о мерах пожарной безопасности, действующих на предприятии;
- при приеме на работу пройти вводный противопожарный инструктаж;
- до начала самостоятельной работы пройти первичный противопожарный инструктаж на рабочем месте;
- не реже одного раза в полугодие проводить повторный противопожарный инструктаж;

- при необходимости проводить внеплановый и целевой противопожарные инструктажи;
- соблюдать меры предосторожности при использовании средств бытовой химии, газовых приборов, проведении работ с легковоспламеняющимися и горючими веществами, материалами и оборудованием;
- при возникновении пожара немедленно сообщить об этом в пожарную охрану, непосредственному или вышестоящему руководителю, принять все меры к эвакуации людей, тушению пожара и сохранности материальных ценностей;
- при нарушениях пожарной безопасности на участке работы, использовании, но по прямому назначению пожарного оборудования, указать об этом нарушителю и сообщить лицу, ответственному за пожарную безопасность.

На рисунке 11 показаны правила соблюдения пожарной безопасности на предприятии.



Рисунок 11 – Правила пожарной безопасности на предприятии

Сводная информация по мероприятиям, направленным на предотвращение пожарной опасности и обеспечению пожарной безопасности при технологическом процессе преобразовании тепловой энергии в электрическую энергию представлена в таблице 11.

Таблица 11 – Мероприятия, направленные на предотвращение пожарной опасности и обеспечению пожарной безопасности при технологическом процессе преобразования тепловой энергии в электрическую энергию

Мероприятия, направленные на предотвращение пожарной опасности и обеспечению пожарной безопасности	Предъявляемые требования к обеспечению пожарной безопасности, эффекты от реализации
Наличие сертификата соответствия продукции требованиям пожарной безопасности	Все приобретаемое оборудование должно в обязательном порядке иметь сертификат качества и соответствия
Обучение правилам и мерам пожарной безопасности в соответствии с Приказом МЧС России 645 от 12.12.2007	Проведение обучения, а также различных видов инструктажей по тематике пожарной безопасности под роспись
Проведение технического обслуживания, планово-предупредительных ремонтов, модернизации и реконструкции оборудования	Выполнение профилактики оборудования в соответствии с утвержденным графиком работ. Назначение приказом руководителя лица, ответственного за выполнение данных работ
Наличие знаков пожарной безопасности и знаков безопасности по охране труда по ГОСТ	Знаки пожарной безопасности и знаки безопасности по охране труда, установленные в соответствии с нормативно-правовыми актами РФ
Рациональное расположение производственного оборудования без создания препятствий для эвакуации и использованию средств пожаротушения	Эвакуационные пути в пределах помещения должны обеспечивать безопасную, своевременную и беспрепятственную эвакуацию людей
Обеспечение исправности, проведение своевременного обслуживания и ремонта противопожарного водоснабжения, средств пожаротушения	Не допускается использование неисправных средств пожаротушения также средств с истекшим сроком действия
Разработка плана эвакуации при пожаре в соответствии с требованиями статьи 6.2 ГОСТ Р 12.2.143-2009 «Пожарная безопасность. Общие требования»	Наличие действующего плана эвакуации при пожаре, своевременное размещение планов эвакуации в доступных для обозрения местах

4.5 Экологическая безопасность установки

Сводная информация по идентификации экологических факторов технологического процесса преобразования тепловой энергии в электрическую представлена в таблице 12.

Таблица 12 – Идентификация экологических факторов технологического процесса преобразовании тепловой энергии в электрическую

Структурные составляющие (оборудование) технологического процесса	Антропогенное воздействие на окружающую среду:		
	атмосферу	гидросферу	литосферу
Установка для преобразования тепловой энергии в электрическую	Мелкодисперсная пыль, продукты сгорания масла, CO, CO	Не обнаружено	Спецодежда пришедшая в негодность, твердые бытовые / коммунальные отходы (ТБО, ТКО, коммунальный мусор), металлический лом

Сводная информация по мероприятиям, направленным на снижение негативного антропогенного воздействия технологического процесса преобразовании тепловой энергии в электрическую представлена в таблице 13.

Таблица 13 – Мероприятия, направленные на снижение негативного антропогенного воздействия технологического процесса преобразовании тепловой энергии в электрическую

Мероприятий, направленные на снижение негативного антропогенного воздействия технологического процесса преобразовании тепловой энергии в электрическую на:		
атмосферу	гидросферу	литосферу
Использование фильтрующих элементов в имеющихся на участке отсасывающих устройствах. Контроль воздушной среды должен проводиться по методикам, утвержденным Министерством здравоохранения РФ, ГОСТ 12.1.005-76, ГОСТ 12.1.014-79 и ГОСТ 12.1.016-79	Соблюдение мер по предотвращению загрязнения почв. Контроль за утилизацией и захоронением выбросов, стоков и осадков сточных вод. Персональная ответственность за охрану окружающей среды	Износенная спецодежда используется как вторсырье при производстве ветоши. Вывоз отходов осуществляется на основании заключенного договора с региональным оператором по вывозу мусора

Заключение по разделу «Безопасность и экологичность установки для преобразования тепловой энергии в электрическую в целях обеспечения

энергетических нужд АТП».

В разделе «Безопасность и экологичность установки для преобразования тепловой энергии в электрическую энергию в целях обеспечения энергетических нужд АТП»:

- составлен паспорт безопасности на установку для преобразования тепловой энергии в электрическую энергию (таблица 8);
- определены профессиональные риски при использовании установки для преобразования тепловой энергии в электрическую энергию (таблица 9) и способы их снижения (таблица 10);
- рассмотрены мероприятия, направленные на предотвращение пожарной опасности и обеспечению пожарной безопасности при технологическом процессе преобразовании тепловой энергии в электрическую энергию (таблица 11, 12);
- рассмотрены мероприятия, направленные на снижение негативного антропогенного воздействия технологического процесса преобразования тепловой энергии в электрическую энергию (таблица 13).

Заключение

В целях выполнения поставленной цели работы ВКР была выполнена разработка конструкции установки для преобразования тепловой энергии в электрическую в целях обеспечения энергетических нужд АТП.

В процессе выполнения работы были решены следующие задачи:

- рассмотрено использование энергии пара для выработки электроэнергии;
- проведена конструкторская разработка установки для преобразования тепловой энергии в электрическую и составлено руководство по ее эксплуатации;
- рассмотрена утилизация отработанного моторного масла при помощи горелок;
- рассмотрена безопасность и экологичность установки для преобразования тепловой энергии в электрическую.

Список используемой литературы и используемых источников

1 Энергетическая безопасность России / Бушуев В. В., Воропай Н. И., Мастепанов А. М. и др.; Редсовет В. В. Бушуев и др.; М-во топлива и энергетики Рос. Федерации. Ин-т энерг. стратегии и др. - Новосибирск : Наука : Сиб. изд. фирма РАН, 1998. - 301 с.

2 Агапов, Ю. Н. Котельные установки и парогенераторы : учебное пособие / Ю. Н. Агапов, В. Г. Стогней, А. М. Наумов ; ГОУВПО "Воронежский гос. техн. ун-т". - Воронеж : Воронежский гос. техн. ун-т, 2010 (Воронеж : Воронежский гос. техн. ун-т). - 96 с.

3 Крылов, В. И. Котельные установки и парогенераторы : учебное пособие / В. И. Крылов ; Федеральное агентство ж.-д. транспорта, Федеральное гос. бюджетное образовательное учреждение высш. проф. образования "Петербургский гос. ун-т путей сообщения императора Александра I" (ФГБОУ ВПО ПГУПС). - Санкт-Петербург : ПГУПС, 2015. - 56 с.

4 Основы современной малой энергетики : учебное пособие : [в 3 т.] / Э. П. Гужулев [и др.] ; Федеральное агентство по образованию, Гос. образовательное учреждение высш. проф. образования "Омский гос. технический ун-т", ЗАО Центр технической безопасности и диагностики "Полисервис". - Омск : Изд-во ОмГТУ, 2006-. - 21 см. т. 2: Т. 2. - 2006. - 312 с.

5 Технологичность конструкций изделий : справочник / Т. К. Алферова [и др.] ; под ред. Ю. Д. Амирова. - Москва : Машиностроение, 1985. - 367 с.

6 Васильев, В. И. Основы проектирования технологического оборудования автотранспортных предприятий : Учеб. пособие [для самостоят. работы по спец. "Автомобили и автомоб. хоз-во" / В. И. Васильев; Курган. машиностроит. ин-т. - Курган : Изд-во Курган. машиностроит. ин-та, 1992. - 87 с.

7 Кирсанов, Е. А. Основы расчета, разработки конструкций и эксплуатации технологического оборудования для автотранспортных предприятий : учеб. пособие / Кирсанов Е.А., Новиков С.А. - М. : [б. и.], 19 - В надзаг.: Моск. гос. автомоб.-дор. ин-т (Техн. ун-т). Ч. 1. - 1993. - 80 с.

8 Анурьев, В. И. Справочник конструктора-машиностроителя. В 3 т. Т. 1 / В. И. Анурьев ; под ред. И. Н. Жестковой. - 8-е изд., перераб. и доп. - Москва : Машиностроение, 2001. - 920 с.

9 Грибков, В. М. Справочник по оборудованию для технического обслуживания и текущего ремонта автомобилей / В. М. Грибков, П. А. Карпекин. - Москва : Россельхозиздат, 1984. - 223 с.

10 Детали машин : учеб. для вузов / Л. А. Андриенко [и др.] ; под ред. О. А. Ряховского. - 2-е изд., перераб. ; Гриф МО. - Москва : Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2004. - 519 с.

11 Дунаев, П. Ф. Конструирование узлов и деталей машин : учеб. пособие для вузов / П. Ф. Дунаев, О. П. Леликов. - 11-е изд., стер. ; Гриф МО. - Москва : Академия, 2008. - 496 с.

12 Машины, агрегаты и процессы. Проектирование, создание и модернизация [Текст] : материалы международной научно-практической конференции / Министерство образования и науки Российской Федерации, Санкт-Петербургский филиал Научно-исследовательского центра "МашиноСтроение" [и др.] ; главный редактор Жуков Иван Алексеевич]. - Санкт-Петербург : СПбФ НИЦ МС, 2018-. - 21 см. № 2. - 2019. - 157 с.

13 Бурков, А. А. Проектирование оборудования и систем из него : учеб. пособие / А. А. Бурков, Е. Б. Щелкунов, И. П. Конченкова. - Комсомольск-на-Амуре : КНАГТУ, 2006 (Комсомольск-на-Амуре). - 92 с.

14 Кузнецов, А. С. Малое предприятие автосервиса : организация, оснащение, эксплуатация / А. С. Кузнецов, Н. В. Белов. - Москва : Машиностроение, 1995. - 303 с.

15 Куклин, Н. Г. Детали машин : учеб. для техникумов / Н. Г. Куклин, Г. С. Куклина, В. К. Житков. - 5-е изд., перераб. и доп. ; Гриф МО. - Москва : Илекса, 1999. - 391 с.

16 Теория механизмов и машин : респ. междувед. научно-тех. сб. Вып. 36 / [редкол.: С. Н. Кожевников (отв. ред.) и др.]. - Харьков : Вища шк., 1984. - 129 с.

17 Бортяков, Д. Е. Основы проектной деятельности системы автоматизированного проектирования машин и оборудования : учеб. пособие / Д. Е. Бортяков, С. В. Мещеряков, Н. А. Солодилова ; С.-Петерб. политехн. ун-т Петра Великого. - СПб. : Изд-во Политехн. ун-та, 2017. - 150 с.

18 Горина Л. Н. Раздел выпускной квалификационной работы "Безопасность и экологичность технического объекта". Учеб.-метод. пособие / Л. Н. Горина, М. И. Фесина ; ТГУ ; Ин-т машиностроения ; каф. "Управление промышленной и экологической безопасностью" . - ТГУ. - Тольятти : ТГУ, 2018. - 41 с.

19 Niemann, G. Maschinenelemente: Band 1: Konstruktion und Berechnung von Verbindungen, Lagern, Wellen / G. Niemann, H. Winter. - 2005.Springer, - p. 903.

20 Mikell, P. Fundamentals of Modern Manufacturing: Materials, Processes, and Systems / P. Mikell. - John Wiley & Sons, 2010. - p. 1024.

21 Konig, R. Schmiertechnik / R. Konig. – Springer, 1963. – p.164.

Приложение А
Спецификация

Перв. примен.	Формат	Зана	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
Спроб. №					Документация		
	A4			20.БР.ПЗА.24.9.61.00.000.ПЗ	Пояснительная записка	1	
	A1			20.БР.ПЗА.24.9.61.00.000.СБ	Сборочный чертеж	3	
					Сборочные единицы		
			1	20.БР.ПЗА.24.9.61.01.000	Корпус установки	1	
			2	20.БР.ПЗА.24.9.61.02.000	Корпус внутренний	1	
			3	20.БР.ПЗА.24.9.61.03.000	Теплообменник	1	
			4	20.БР.ПЗА.24.9.61.04.000	Резервуар	1	
			5	20.БР.ПЗА.24.9.61.05.000	Горелка	1	
Подп. и дата							
					Детали		
			6	20.БР.ПЗА.24.9.61.00.006	Крышка	1	
					Стандартные изделия		
			7		Гайка М10х1,25-6Н ГОСТ 15521-70	3	
			8		Теплоизоляция	1	
			9		Роторнопоршневой компрессор	1	
Инв. № подл.	Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	20.БР.ПЗА.24.9.61.00.000	
	Разраб.	Беленков Е.Н.					
	Пров.	Доронкин В.Г.				Установка для преобразования тепловой энергии в электрическую	
	Н.контр.	Доронкин В.Г.					
	Утв.	Бабровский А.В.					
						Лит.	Лист
							1
						Листов	
						2	
						ТГУ, ИМ, гр. ЭТКДз-1501Д	

Копировал

Формат А4

Продолжение Приложения А

[illegible]