

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 низкотемпературного пиролиза для

переработки РТИ

Студент

В.А. Пестерников

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Руководитель

канд. техн. наук, доцент Е.А. Кравцова

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

Консультанты

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

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

Аннотация

В соответствии с заданием на выполнение ВКР, выданным кафедрой «Проектирование и эксплуатация автомобилей», была выполнена разработка конструкции установки низкотемпературного пиролиза для переработки резинотехнических изделий.

Цель работы: разработка конструкции установки низкотемпературного пиролиза для переработки резинотехнических изделий.

ВКР бакалавра включает в себя четыре раздела.

В первом разделе рассмотрено состояние вопроса переработки резинотехнических изделий посредством пиролиза.

Во втором разделе выполнена конструкторская разработка установки низкотемпературного пиролиза для переработки РТИ

В третьем разделе рассмотрен технологический процесс переработки резинотехнических изделий при помощи низкотемпературного пиролиза.

В четвертом разделе рассмотрена безопасность и экологичность установки низкотемпературного пиролиза для переработки РТИ.

Выпускная квалификационная работа состоит из 49 страниц, и включает в себя 10 иллюстраций, 11 таблиц, 22 источника.

Содержание

| | |
|--|----|
| Введение..... | 3 |
| 1 Состояние вопроса | 5 |
| 2 Конструкторская часть | 9 |
| 2.1 Техническое задание на разработку установки для переработки резиновых изделий при помощи низкотемпературного пиролиза .. | 9 |
| 2.2 Техническое предложение на разработку установки для переработки резиновых изделий при помощи низкотемпературного пиролиза | 11 |
| 2.3 Руководство по использованию установки для переработки резиновых отходов низкотемпературным пиролизом | 23 |
| 3 Технологический процесс | 30 |
| 3.1 Эксплуатационные свойства изделий из резины..... | 30 |
| 3.2 Технологическая карта переработки резиновых изделий при помощи низкотемпературного пиролиза..... | 33 |
| 4 Безопасность и экологичность установки низкотемпературного пиролиза для переработки РТИ | 34 |
| 4.1 Конструктивно-технологическая и организационно техническая характеристики установки низкотемпературного пиролиза для переработки РТИ | 34 |
| 4.2 Определение профессиональных рисков | 35 |
| 4.3 Способы снижения профессиональных рисков | 36 |
| 4.4 Пожарная безопасность установки низкотемпературного пиролиза для переработки РТИ..... | 39 |
| 4.5 Экологическая безопасность установки низкотемпературного пиролиза для переработки РТИ..... | 41 |
| Заключение | 44 |
| Список используемой литературы и используемых источников..... | 45 |
| Приложение А Спецификация..... | 48 |

Введение

По данным Росстата в Российской Федерации на 1000 человек населения число собственных автомобилей составляет 305 единиц [1]. Исходя из того, что численность населения составляет 146,7 млн. человек, общее количество личных автомобилей составляет примерно 48,5 млн. единиц. Срок службы автомобильной шины в среднем составляет 5 лет, зачастую реальный срок оказывается ниже, в районе 3-4 лет. Таким образом, каждые 4-5 лет количество изношенных шин возрастает больше, чем на 181 000 штук или, если брать среднюю массу одной шины 7 кг то прирост составляет 1,2 млн. тонн. Если брать в расчет грузовой транспорт, то эта цифра возрастает до 2 млн. тонн и выше.

Постоянный прирост отработанных шин является проблемой не только в России, но и во всем мире. Их неконтролируемое сжигание ведет к загрязнению атмосферы сажей, окисью углерода, цианистыми соединениями, диоксидами. Поскольку резина высокоустойчива к воздействию факторов окружающей среды, накопление больших объемов отработанных покрышек создает серьезную экологическую проблему. Решить ее помогла современные и инновационные технологии переработки отработанных шин. Стоит отметить, что несмотря на существование множества способов переработки в России, их внедрение имеет довольно ограниченный характер. В основном это связано со значительными материальными затратами и организацией дополнительных производств, которые трудно сделать достаточно эффективными из-за сложности протекающих процессов.

В настоящее время разработано довольно большое количество способов переработки изношенных автомобильных шин. Эти способы позволяют получать новые виды продукции для химических производств, дорожного и гражданского строительства и так далее. Бывшие в употреблении автомобильные шины являются источниками углеводов, как предельных, так и непредельных. Помимо этого, в них содержится

металлокорд и углеродный остаток. Для того чтобы добыть эти компоненты используют процессы термической деструкции материала шин, в частности, процесс пиролиза. Пиролиз – это процесс термического разложения вещества без доступа воздуха, при температуре от 350 до 600°C.

Целью работы является разработка конструкции установки для переработки резинотехнических изделий при помощи низкотемпературного пиролиза.

1 Состояние вопроса

Одним из инновационных и передовых методов переработки РТИ является метод СВЧ-пиролиза. СВЧ-Пиролиз – это новое направление в переработке шин. При воздействии микроволнового поля на обрабатываемый материал распределение энергии происходит одновременно по всему объему, поэтому нагрев материала происходит значительно быстрее, чем при обычном пиролизе (который происходит при конвекционном нагреве).

Вследствие того, что сам механизм нагрева материала в поле СВЧ принципиально отличается от обычного нагрева, значительно отличается и состав газообразных и жидких продуктов, так как нагрев происходит одновременно по всему объему, то данная технология позволяет сократить время и увеличить глубину переработки в сравнении с традиционным пиролизом.

Однако, несмотря на данные плюсы, у этой технологии есть существенные особенности, которые ограничивают ее применение. Во-первых, в процессе СВЧ-Пиролиза шин образуются углеводороды, которые заново легко полимеризуются в высокомолекулярные смолистые соединения. При подборе оптимальных режимов можно добиться продукта с минимальным содержанием высокомолекулярных углеводородов и серосодержащих соединений, но практика показывает, что для этого потребуются дополнительные добавки в виде гидроксида калия (КОН) [4].

Во-вторых, метод СВЧ-Пиролиза на практике применялся только в лабораторных условиях. Внедрение данной технологии в промышленных масштабах ограничивается тем, что излучатель сверхвысоких частот требует существенных капитальных вложений, в сравнении с классической печью для пиролиза. Высокие затраты означают увеличенную себестоимость продукции. Также сама технология требует углубленных знаний на стыке физики и химии, что делает затруднительным подбор компетентных кадров.

Можно сделать следующий вывод: технологию СВЧ-Пиролиза возможно применять для получения химических продуктов пиролиза, однако, для того чтобы применять данную технологию в промышленных масштабах необходимо снизить стоимость готовых продуктов.

Классический пиролиз автомобильных шин при помощи конвекционного нагрева основан на том, что отработанные автомобильные шины загружаются в реторту и герметично закрываются. Далее происходит нагрев загруженных материалов без доступа воздуха. В отличие от СВЧ-пиролиза нагрев происходит не так равномерно, однако оборудование для технологии конвекционного нагрева стоит существенно дешевле. Для начала процесса деструкции подогрев тигля – емкости с отработанными автомобильными шинами осуществляется от внешнего источника. Со временем, как только начнется данный процесс, газ, который будет образовываться в ходе пиролиза, будет подогревать тигли практически исключая потребность в постоянной подаче тепла извне.

В ходе пиролиза образуются четыре основных продукта:

- металлокорд. Металл, образующийся в ходе переработки пригоден для дальнейшей реализации на пункты приёма металла;
- пиролизная жидкость. В зависимости от выбранных технологических режимов возможно получать различный фракционный состав жидкого продукта. Так, изменяя температуру и время термического воздействия на шину, можно получить большую фракцию легких или тяжелых углеводородов, в зависимости от того, какая цель стоит перед производством;
- технический углерод. Данный продукт можно вновь использовать в резинотехнической промышленности, а также в лакокрасочной промышленности, строительстве дорог или, как твердое топливо (после необходимой обработки) [9]. По некоторым данным технический углерод может содержать до 92-99 % чистого углерода, что допускает его применение для получения углерод-

углеродных материалов (далее – УУМ). УУМ – это новый класс пористых композитных материалов, сочетающих преимущества как графита, так и активных углей [5];

- пиролизный газ. Данный продукт может использоваться как топливо для теплогенераторов или горелок. Одновременно с этим лучшее применение для данного газа является его использование, как топлива для поддержания необходимой температуры в технологическом процессе пиролиза [5].

В сравнении с другими методами переработки отработанных шин, такими, как сжигание, дробление/криогенное дробление в резиновую крошку, захоронение шин в землю, пиролиз является наиболее экологически чистым способом переработки. Это связано с тем, что технология пиролиза не предусматривает контакта сырья с атмосферой в ходе технологического процесса, что практически исключает вредные выбросы в ходе производства.

По выбору пиролизная установка может быть стационарного или динамического типа. При использовании стационарной печи тигли герметично закрываются и остаются неподвижными на протяжении всего цикла термической деструкции. При эксплуатации установок с подвижной печью, реторта вращается или перемешивает сырье методом «пьяной бочки».

Данные манипуляции позволяют быть технологии более энергоэффективной благодаря равномерному нагреву содержимого. Помимо этого, при перемешивании металлокорд скатывается в клубки, которые проще извлекать из массы готового продукта.

На российском рынке переработкой шин методом пиролиза занимается ряд компаний, например, компания Пиролиз-Экопром. г. Нижний Новгород. Данная компания постоянно модернизирует собственные установки, однако вопрос избытков пиролизного газа до сих пор решается не конденсацией в отдельные емкости, а дожиганием излишков в атмосфере. На востоке страны компания Эко-Стар также занимается утилизацией отработанных автомобильных шин в пиролизных печах, так как эта компания занимается

комплексной переработкой отходов, то большая часть топлива идет на отапливание собственных мощностей. Данный факт подтверждает применимость продуктов переработки шин.

Обращаясь к зарубежному опыту, стоит отметить, что переработка автомобильных шин методом пиролиза применяется уже довольно давно. Примером может служить Англия, где около 20 лет назад в эксплуатацию введен завод по переработке шин мощностью 50000 тонн в год. В процессе переработки получается 3000-4000 тонн легкого дистиллята, 20000 тонн жидкого топлива, 17000 тонн твердого топлива и 5000-7000 тонн металла. Стоимость завода составила 12 миллионов долларов. Компания «Energy Research International Inc» (США) с помощью своей установки может перерабатывать до 1 млн. (примерно 10000 тонн) легковых покрышек в год [6]. Высокого уровня переработки достигли также многие европейские страны: Финляндия, Швеция и Норвегия. Стоит отметить, что в цену новой шины для легкового автомобиля, при покупке, входит еще и 1,75 евро за утилизацию плюс 24 % НДС на эту сумму. Например, финский автовладелец платит этот сбор и тогда, когда покупает новый автомобиль. Один из методов утилизации заключается в переработки шин методом пиролиза [7].

Пиролиз – это один из перспективных способов переработки шин, суть которого заключается в получении углеводородов различного состава и других компонентов, пригодных для дальнейшего применения. Существуют различные способы получения необходимых продуктов: СВЧ и конвекционный пиролиз, как было описано выше, в теории пиролиз возможен под воздействием инфракрасного излучения. [8] Каждый метод имеет свои особенности, у каждого есть свои преимущества и недостатки. Исследования в области переработки шин помогают в борьбе с неконтролируемым приростом отходов резинотехнических изделий, а также помогают внедрять инновационные методы переработки на отечественных предприятиях.

2 Конструкторская часть

2.1 Техническое задание на разработку установки для переработки резинотехнических изделий при помощи низкотемпературного пиролиза

Устройство для переработки резинотехнических изделий относится к объекту утилизационной деятельности, переработка с использованием физических свойств низкотемпературного пиролиза. Установку планируется использовать на существующей материальной базе, специального утилизационного участка, территориально расположенного внутри помещения, со средними, не превышающими норму показателями влажности.

Для корректировки влажности рекомендуется использовать кондиционерные сплит системы, либо промышленные увлажнители.

Экспорт разрабатываемой установки в другие страны не предусмотрен.

Задание на разработку выпускной квалификационной работы выдано, кафедрой «Проектирование и эксплуатация автомобилей» Тольяттинского государственного университета.

При разработке оборудования особое внимание следует обратить на следующие источники информации:

а) Патенты:

- пиролизная установка для утилизации твердых бытовых отходов (патент РФ № 2434928, МПК С10В53/00, F23G5/00);
- пиролизная печь (патент РФ № 2441053, МПК С10В57/00, F23G5/027, В09В3/00);
- устройство переработки – низкотемпературного пиролиза углеводородосодержащих твердых и жидких бытовых, промышленных и лесных отходов (патент РФ № 2416053, МПК F23G5/02, F23G5/12).

б) ГОСТы:

- ГОСТ 8407-89 Сырье вторичное резиновое. Покрышки и камеры шин. Технические условия;
- ГОСТ Р 52107-2003 Ресурсосбережение. Классификация и определение показателей;
- ГОСТ Р 54095-2010 Ресурсосбережение. Требования к экобезопасной утилизации отработавших шин; стандарты по безопасности производства.

в) Журналы, методические пособия и другая техническая литература.

Установка для переработки резинотехнических изделий при помощи низкотемпературного пиролиза должна представлять собой металлический короб, в который устанавливается горелка, теплоудерживающая ёмкость, в которую помещен реактор, устройство для измельчения резинотехнических отходов и шнек для вывода шлака.

От устройства для переработки резинотехнических изделий при помощи низкотемпературного пиролиза требуется:

- предусмотреть возможность автоматического удаления из рабочей зоны (шнек), полученных продуктов пиролиза;
- свести к минимуму тепловые потери реактора;
- сразу после монтажа выполнить опрессовку, гарантирующую герметичность соединений реакторной системы газопровода;
- выполняя запланированные работы по техническому обслуживанию иметь возможность пользоваться минимальным набором инструментов, для быстрого снятия и установки горелки;
- для удешевления изготовления конструкции, повышения ремонтпригодности устройства, максимально использовать стандартные: размеры металлоконструкций, крепежные, и прочие унифицированные элементы;
- силовая часть устройства не должна создавать опасность для оператора, исключив в форме элементов острые углы.

- интерьер устройства гармоничен, согласован с эстетическими рекомендациями.
- прочность каркаса, гарантировано обеспечивающая целостность конструкции на весь период эксплуатации.

Определить график обязательного технического обслуживания и алгоритм визуального контроля, за работоспособностью оборудования.

Устройство для переработки резинотехнических изделий при помощи низкотемпературного пиролиза изготовить в единственном экземпляре. Предусмотреть возможность производства малыми партиями (до 10 штук в год) для продажи, обеспечивая законность реализации и применения устройства, провести мониторинг по вопросам соблюдения патентных правил.

Три основных экономических параметра проектируемой установки: минимальное количество денежных средств, для изготовления единицы продукции, планируемое количество собираемых единиц продукции за год, минимальное время окупаемости:

- расчетная себестоимость установки, при неизменном объеме производства составляет 70000 рублей;
- планируемое производство 10 ед. в год;
- окупаемость приобретенного оборудования при средней загрузке составляет 1 год.

2.2 Техническое предложение на разработку установки для переработки резинотехнических изделий при помощи низкотемпературного пиролиза

Получено задание на разработку установки для переработки резинотехнических изделий при помощи низкотемпературного пиролиза. Установка должна утилизировать резиновые отходы методом низкотемпературного пиролиза.

Мониторинг рынка аналогичных установок и их анализ.

Одна из установок «Золотаревский реактор пиролизной установки» (заявка № 2008131765).

«В устройстве реактора пиролизной установки, герметично закрывающиеся трубчатые камеры с нагревом, в нагревательной камере, с отличием в том, что реактор, состоящий из двух вертикально расположенных, одна над другой, герметично закрывающихся камер, имеющих внешние винтовые ребра, увеличивающие площадь соприкосновения, разделены двумя затворами, автоматически управляемыми и помещенные во внешние нагревательные камеры. Нагревательные камеры имеют отсек, с приемным бункером, для загрузки топлива-сырья, выходной газоход для нагрева реакторов, управляемый двумя автоматическими затворами и трубопроводом вакуумации для создания разряженного состояния в загрузочной камере. Нижняя камера снабжена вертикально расположенными, перфорированными теплопередающими коллекторными сотами для выхода пиролизного газа и удаления из нижней части камеры оставшейся золы, с автоматическим управлением затворами» [5].

Существенным недостатком является необходимость частой остановки технологического процесса для загрузки и выгрузки сырья, влекущей энергетические потери на нагрев и вакуумацию камер.

Следующее устройство «Пиролизная печь с U-образным змеевиком с внутренним оребрением» (патент № 2211854). Нагреватель технологического углеводородного сырья (рисунок 1) имеет радиационную камеру с множеством трубчатых, двухпроходных секций, содержащих входные ветви, соединенные с выходными, трубчатым изогнутым элементом-калач, устройство для подачи высших олефинов состава от C_5 до C_{18} представляющих собой жидкие смеси изомеров и гомологов, во входные трубки. Нагревание смеси, до заданной температуры в трубчатых секциях, температура кипения которых зависит от числа атомов углерода, и

охлаждатели смеси в выходной ветви для конденсации и сбора олефинов этиленовой фракции, содержащей до 3% метана и этана.

Для увеличения площади охлаждения, трубчатая секция имеет радиаторные ребра.

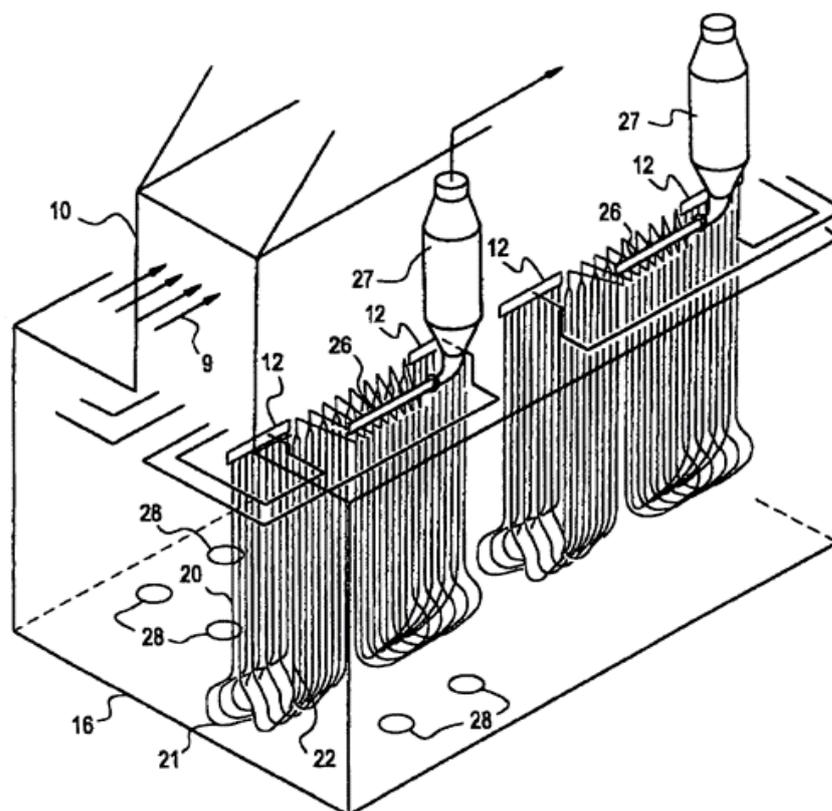


Рисунок 1 – Пиролизная печь с U-образным змеевиком с внутренним оребрением

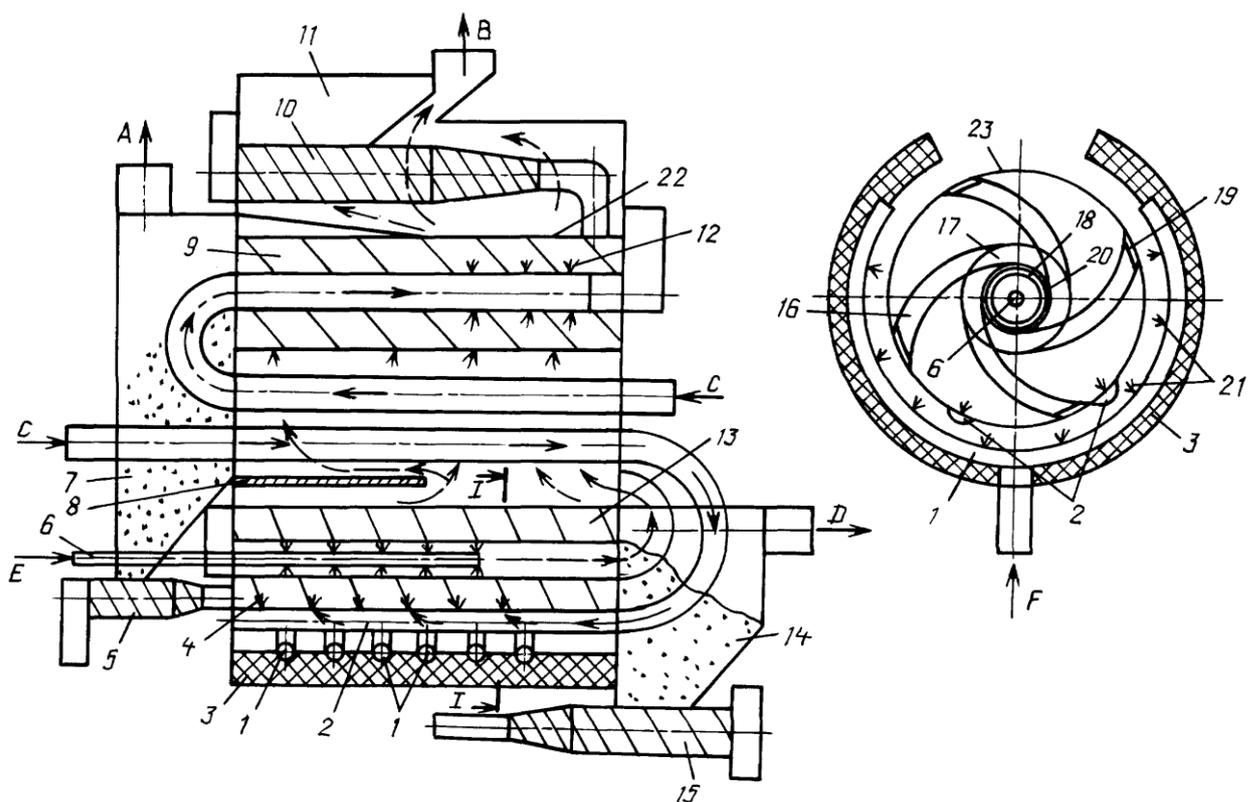
Недостатком является невозможность обеспечить условия для непрерывного производства, необходимость выполнения периодической загрузки и выгрузки сырья также является серьезным неудобством.

Следующее утилизационное устройство низкотемпературного пиролиза для переработки твердых и жидких, бытовых и промышленных углеводородсодержащих отходов (патент РФ №2416053), представленное на рисунке 2.

Поступивший на переработку смешанный, твердый бытовой мусор, на стадии подготовки, проходит по сортировочной линии, из общего объема

удаляются металл, стекло, камни. Твердый бытовой мусор подверженный пиролизу, измельчается и загружается в бункер 11, размеры частиц не должны превышать 50 мм, нагревается отходящими дымовыми газами.

Шнековая подача 10 перемешивая, транспортируя, интенсивно сушит мусор, в реакторе 22 лопасти 16 шнека 9 перемешивают мусор и запускается процесс термического разложения при температуре от 400 до 850 С, нагрев происходит пиролизным газом, через технологические отверстия 12 в полой оси шнека 9, оставшаяся влага удаляется через дымоход «В».



- 1 – газовая горелка и трубы подачи воздуха; 2 – полутрубы; 3 – защита огнеупорная; 4, 12 – отверстия для прохода горячего газа; 5, 10 – загрузчики шнековые; 6 – ось реактора; 7 – бункер сухого продукта; 8 – перемышка огнеупорная; 9, 13 – шнек лопастной, 11 – бункер загрузочный; 14 – бункер твердой фракции; 16 – шнек выгрузки; 17, 18, 20 – навивка; 19 скребок очистной; 21 – факелы газовых горелок; 22 23 – корпус реактора

Рисунок 2 – Пиролизная низкотемпературная установка

Шнек подачи выполнен в виде усеченного конуса, высота навивки ленты уменьшается к выходному отверстию в 4-5 раза, соответствую площади

сечения трубы удаления пиролизных отходов длиной 250-300 мм. Пепел имеет высокую плотность, исполняя роль запорного механизма, предотвращая как, утечку пиролизных газов из реакторного объема, так и подсос в реакторный объем атмосферного воздуха. Приваренные к внутренней поверхности корпуса реактора, циркуляционные каналы предназначены для равномерного прогрева всего объема реактора и придания жесткости конструкции корпуса реакторов, для снижения влияний температурных деформаций.

К недостаткам относят: сложность конструкции, дороговизна оборудования.

Проведенный мониторинг существующих аналогов, подробный анализ конструктивных отличий, подтвердил несоответствие требованиям, установленным техническим заданием. Это объясняет неизбежность создания своей конструкции.

Скелетом установки для низкотемпературного пиролиза является база (рисунок 3), выполненная из листов металла толщиной 5 мм и сваренных в цельную конструкцию. На базу устанавливается пластина толщиной 40 мм, на которой происходит перемалывание РТИ.

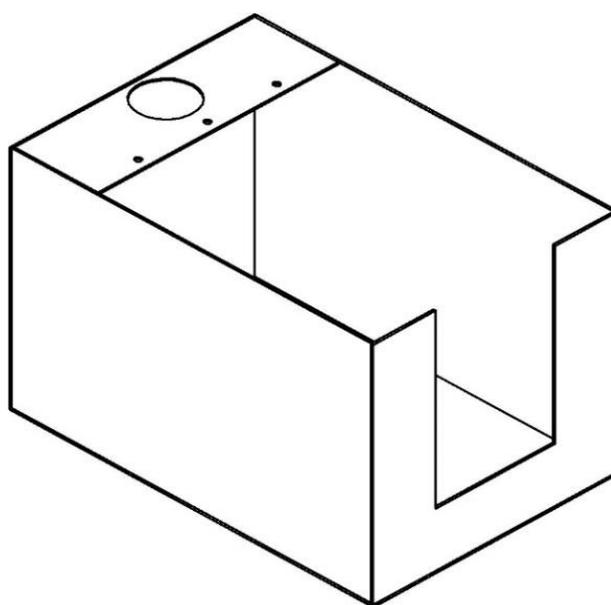


Рисунок 3 – Основание (база) установки

Выбрав базу установки, рассмотрим применимость различных видов горелок для реализации условий технического задания.

Горелки разделяются на разные классы по физическому состоянию топлива, по способу нагнетания и по конструкции.

По физическому состоянию топлива горелки разделяют на:

- газотопливные;
- жидкотопливные.

По способу нагнетания давления в топливном баке:

- давление поднимается посредством нагрева;
- насосные (давление создается насосом).

По конструкции:

- шланговые, при которой ёмкость с топливом соединяется с горелкой специальным шлангом;
- бесшланговые, при которой горелка смонтирована непосредственно на ёмкости.

Жидкое топливо, плюсы:

- экономичнее чем газ;
- качественные горелки с дизельным питанием обладают высоким коэффициентом полезного действия, до 95%;
- длительный срок эксплуатации, до 30 лет;
- универсальность, заменив тип горелки, можно работать на газе;
- эксплуатация не требует разрешения, согласования.

Жидкое топливо, минусы:

- относительно большие расходы на топливо и оборудование;
- при работе котлы создают повышенный шум;
- жидкому топливу присвоен 3 класс опасности;
- возможно применение только низкооктанового бензина;
- частое обслуживание, чистка нагара и прочего.

Газовые горелки наиболее просты в использовании, поэтому наиболее востребованы.

Газовые горелки, плюсы: надежность и простота конструкции, отсутствует необходимость проведения подготовительных работ, продолжительный межсервисный интервал; низкая себестоимость; газ – недорогой, доступный вид топлива; эксплуатация автоматизированных газовых горелок не требует особой подготовки или дополнительного опыта; газовые системы, безопасны и удобны, с широким выбором модели для промышленного предприятия.

Газовые горелки можно классифицировать по используемому виду топлива и по способу подачи окислителя. По используемому виду топлива разделяются на:

- универсальные газомазутные горелки с нагнетателем воздуха;
- пылегазовые горелки с центральной подачей газа для работы на угольной аэровзвеси.

По способу подачи окислителя все горелки делятся на три группы, принципиальное различие которых в способе получения топливной смеси:

- дутьевые, воздух принудительно подается в горелку вентилятором;
- инжекционные, воздух засасывается струей газа сквозь отверстия инжектора;
- бездутьевые, воздух поступает за счет разрежения в топке.

По силе свечения факела разделяются на малосветящихся, инфракрасное излучение, применяется в отопительных котлах и промышленных печах, название условное, факел теряется в огневых каналах.

По форме огневых каналов, беспламенных горелок:

- каналы правильной геометрической формы;
- каналы неправильной геометрической формы;
- факел направлен на огнеупорное препятствие.

По типу вторичного излучателя:

- огнеупорные стенки тоннелей;

- огнеупорные поверхности топок;
- специальные дырчатые, пористые перегородки.

По рабочему давлению, поступающего к горелке газа.

К самым распространенным относятся горелки с низким рабочим давлением (5000 Па), средним давлением – от 5000 Па до 0,50 МПа. К менее распространенным относятся горелки с высоким давлением более 0,50 МПа.

Модели, работающие на низкокалорийных газах высокого давления, имеют недостаточную область применения.

Как нагревающий элемент низкотемпературного пиролиза, бездутьевая горелка, с подачей под давлением горючего газа, в полной мере соответствует условиям, поставленным техническим заданием (рисунок 4).



Рисунок 4 – Бездутьевая горелка, с подачей под давлением горючего газа

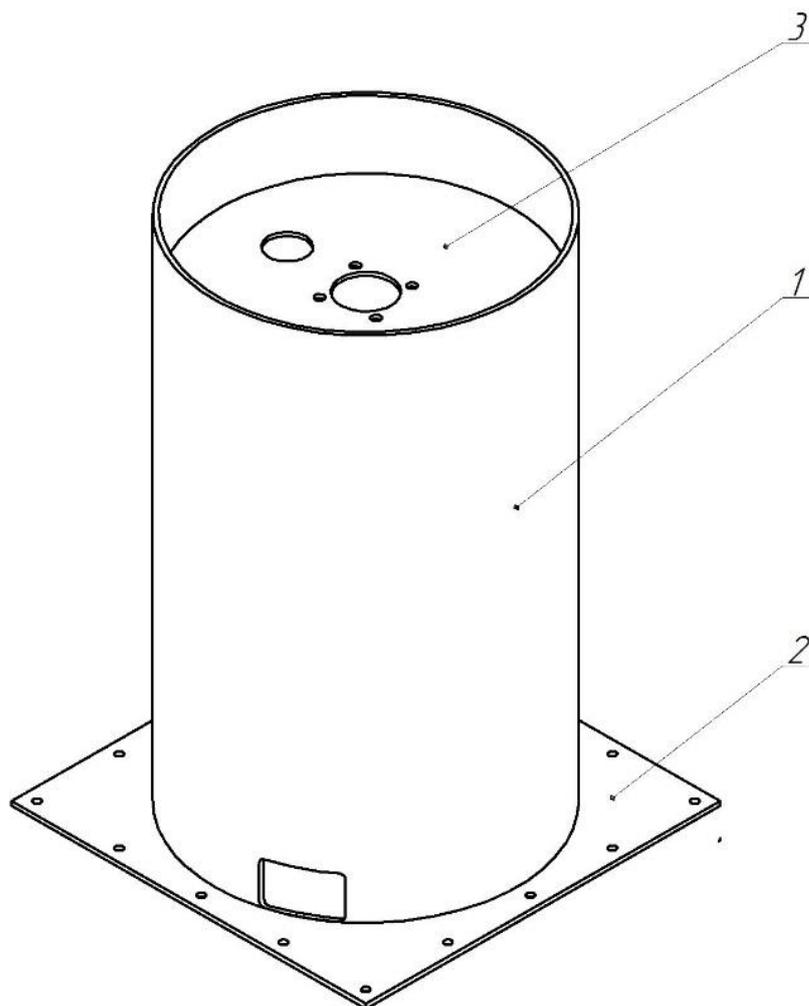
Основные технические характеристики горелки представлены в таблице 1

Таблица 1 – Технические характеристики горелки

| Установка | УГВКр-470 |
|---|------------------------|
| Топливо | Смесь пропан-бутан |
| Эксплуатационное давление газа, МПа | От 0,2 до 0,4 |
| Язык пламени, мм | 200 |
| Эксплуатационный средний расход, кг/ч | 2,5 |
| Температура языка пламени, °С | 1100 |
| Допустимая рабочая температура окружающей среды, °С | от минус 20 до плюс 40 |
| Нетто, кг | 0,64 |
| Габариты, мм | 570×170×60 |

Основа реактора – толстостенная труба (рисунок 5), со стенкой 6 мм. Чтобы смонтировать на базу установки, к основе реактора приварен фланец – металлическая пластина, толщиной 6 мм.

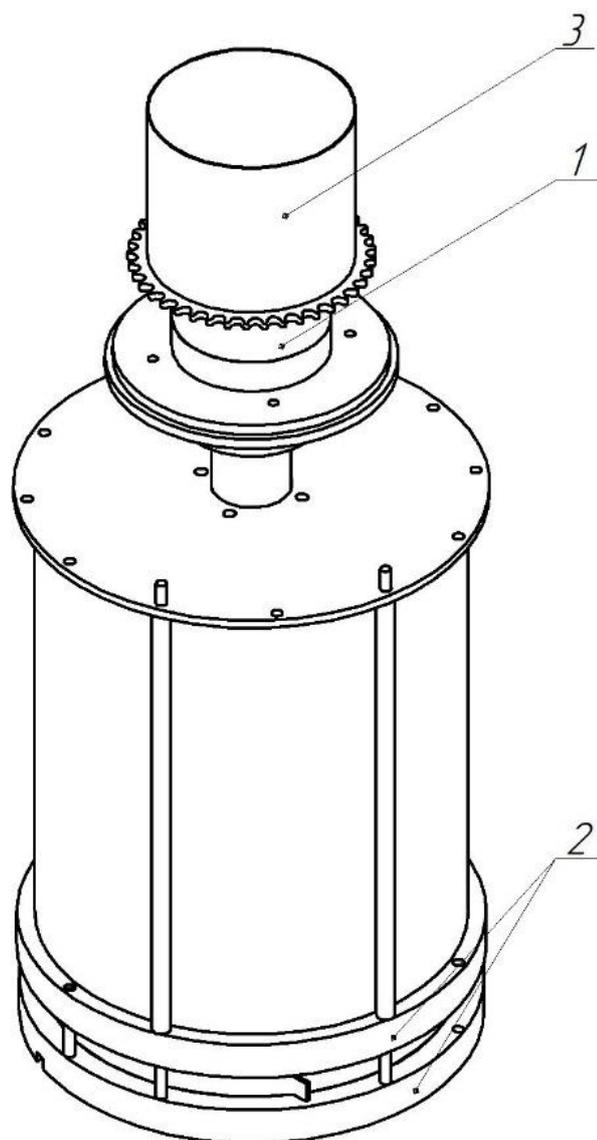
Повышая эффективность, локализуя процесс пиролиза, разработан мощный измельчитель отходов, состоящий из двух вращающихся маховиков перемалывающих углеродосодержащие отходы и приводного механизма.



1 – толстостенная труба; 2 – фланец 6 мм; 3 – пластина толщиной 5 мм

Рисунок 5 – Основание реактора

Сборочная схема бункера загрузки для перемалывания технических и бытовых отходов из резины представлен на рисунке 6.

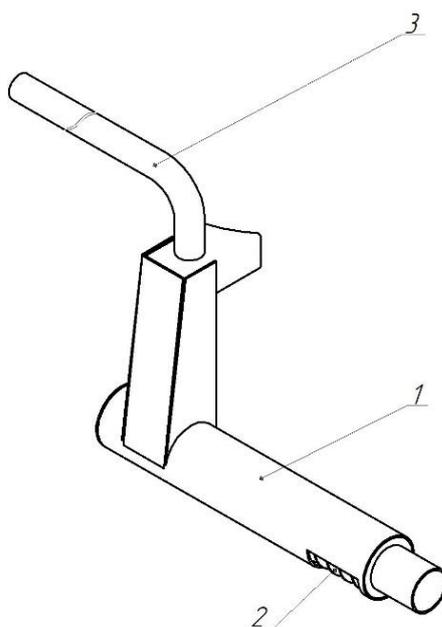


1 – приводной механизм; 2 – перемалывающие маховики; 3 – бункер загрузки

Рисунок 6 – Бункера загрузки для перемалывания технических и бытовых отходов из резины

Для удаления пиролизных и других отходов образовавшихся в результате полного цикла низкотемпературного пиролиза будет использоваться транспортировочный шнек. Общий вид механизма отвода шлама представлен на рисунке 7.

Выбрав подходящие отдельные элементы, для сборки единой целой конструкции установки низкотемпературного пиролиза технических и бытовых отходов из резины, составляем компоновочную схему (рисунок 8).



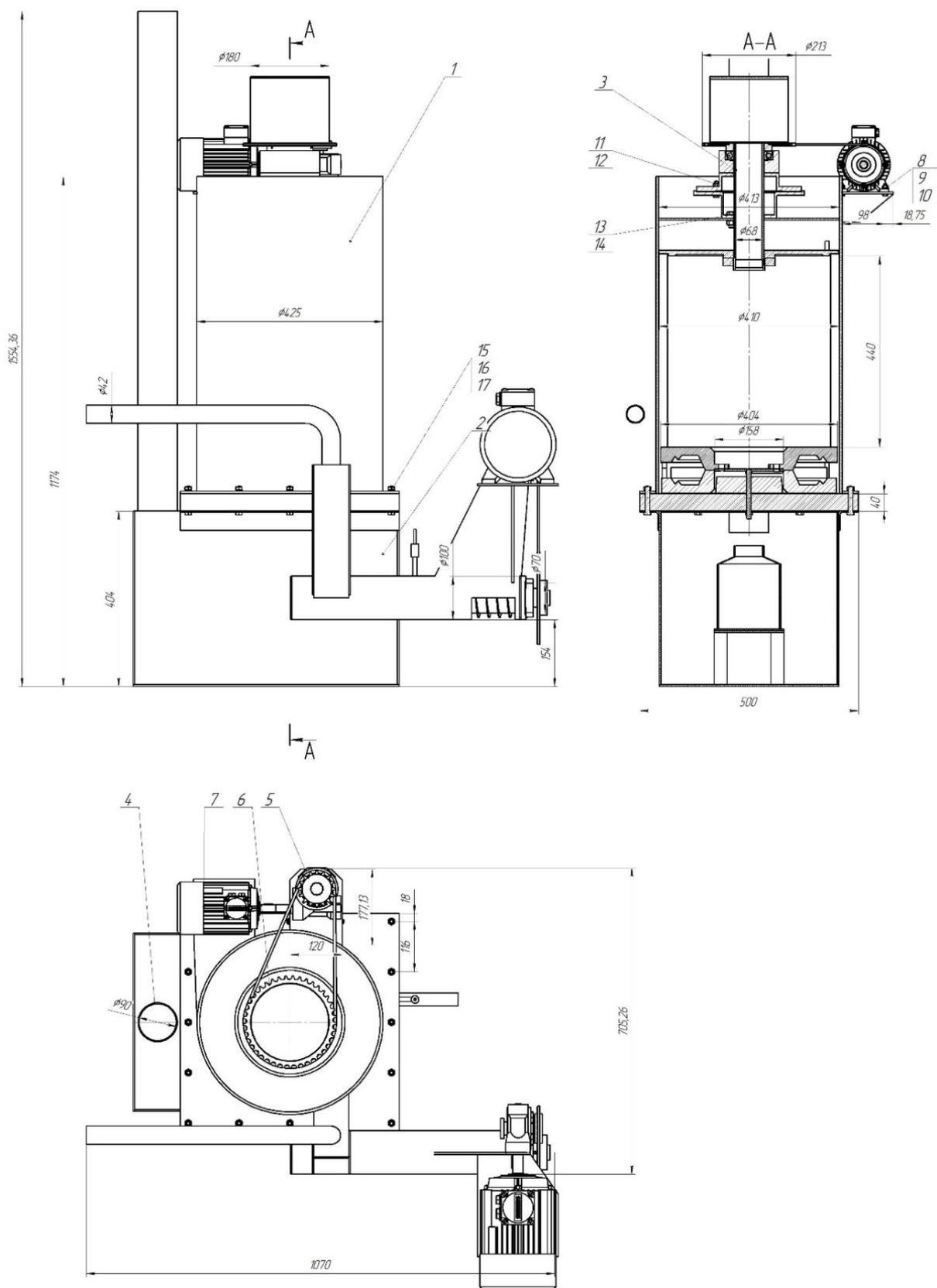
1 – корпусная оболочка шнека; 2 – транспортировочный шнек; 3 – отвод насыщенного пиролизного газа

Рисунок 7 – Устройство механизма отвода шлама

Основной частью утилизационной установки для технических и бытовых отходов из резины при помощи низкотемпературного пиролиза (рисунок 8), является сварная из листового металла конструкция, в виде кубической базы с основанием 1, на котором смонтирован реактор 2, в котором установлен вспомогательный механизм – измельчитель технических и бытовых отходов из резины 3, для нагрева реактора, соплом вверх, устанавливается газоздушная горелка, пиролизный газ направляется по каналу 5, в чиллер для конденсации и сбора пиролизного топлива. Полукокс выводится транспортировочным шнеком 4.

Алгоритм работы установки.

Технические и бытовые отходы из резины загружаются в реактор через загрузочный бункер, на дне реактора подвергаются измельчению маховиками с лезвиями. Реактор нагревается газовой горелкой, обеспечив условия для протекания процесса низкотемпературного пиролиза. По завершению, процесса, отходы низкотемпературного пиролиза, образовавшийся полукокс, выводится транспортировочным шнеком.



1 – корпус; 2 – реактор; 3 – узел измельчителя; 4 – отвод; 5 – шестерня мал; 6 – шестерня бол; 7 – электропривод; 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17 крепежные метизы

Рисунок 8 – Схема устройства низкотемпературного пиролиза резинотехнических отходов

2.3 Руководство по использованию установки для переработки резинотехнических отходов низкотемпературным пиролизом

Руководство по использованию установки предназначено для изучения принципов данной технологии, условий протекающих процессов, содержит рекомендации, обязательные для бережной эксплуатации и качественного обслуживания.

Обслуживающий персонал, выполняющий ремонт и профилактику, должен иметь опыт, необходимую квалификацию, допуск к работам с утилизационным оборудованием с применением технологии низкотемпературного пиролиза.

Рекомендации по использованию установки по переработке резинотехнических отходов с использованием технологии низкотемпературного пиролиза:

- устройство найдет свое применение в технических помещениях ремонтных мастерских, гаражных боксах, станциях технического обслуживания автомобилей, в промышленных помещениях оборудованных естественной вентиляцией;
- в качестве топлива для газовой горелки, использовать пропан-бутановую смесь;
- монтажные работы проводить в строгом соблюдении рекомендаций по монтажу и эксплуатации, ознакомившись с настоящим «Руководством по эксплуатации». Приступая к первому пуску проверить соответствие выполненных монтажных работ;
- рекомендации соответствуют техническим условиям стандартов группы У25, ГОСТ 22992-82.

Целью промышленной безопасности является, предотвращение аварий или сокращение количества возможных аварий на опасных производствах. Целью охраны труда является, сведение к минимуму, риск нанесения вреда персоналу и сохранение здоровья. Монтажные работы, настройка мощности

открытого пламени, эксплуатация данного оборудования, производится в соответствии с рекомендациями руководства. Отклонения от рекомендаций грозит созданием пожароопасной обстановки и даже взрыву. Производства, работающие с горючими, взрывчатыми, воспламеняющимися веществами, относятся к опасным производствам.

На опасных производствах запрещается:

- хранение и присутствие в непосредственной близости от работающего оборудования, горюче-смазочных веществ легковоспламеняющихся и взрывоопасных материалов;
- попытки розжига печи, не достигшей полного остывания (большая вероятность взрыва);
- запуск технологического процесса при выявленных нарушениях целостности одного из элементов конструкции;
- присутствие в рабочей зоне пиролизной установки посторонних лиц, не привлеченных к выполнению планового задания.

В комплект поставки входят:

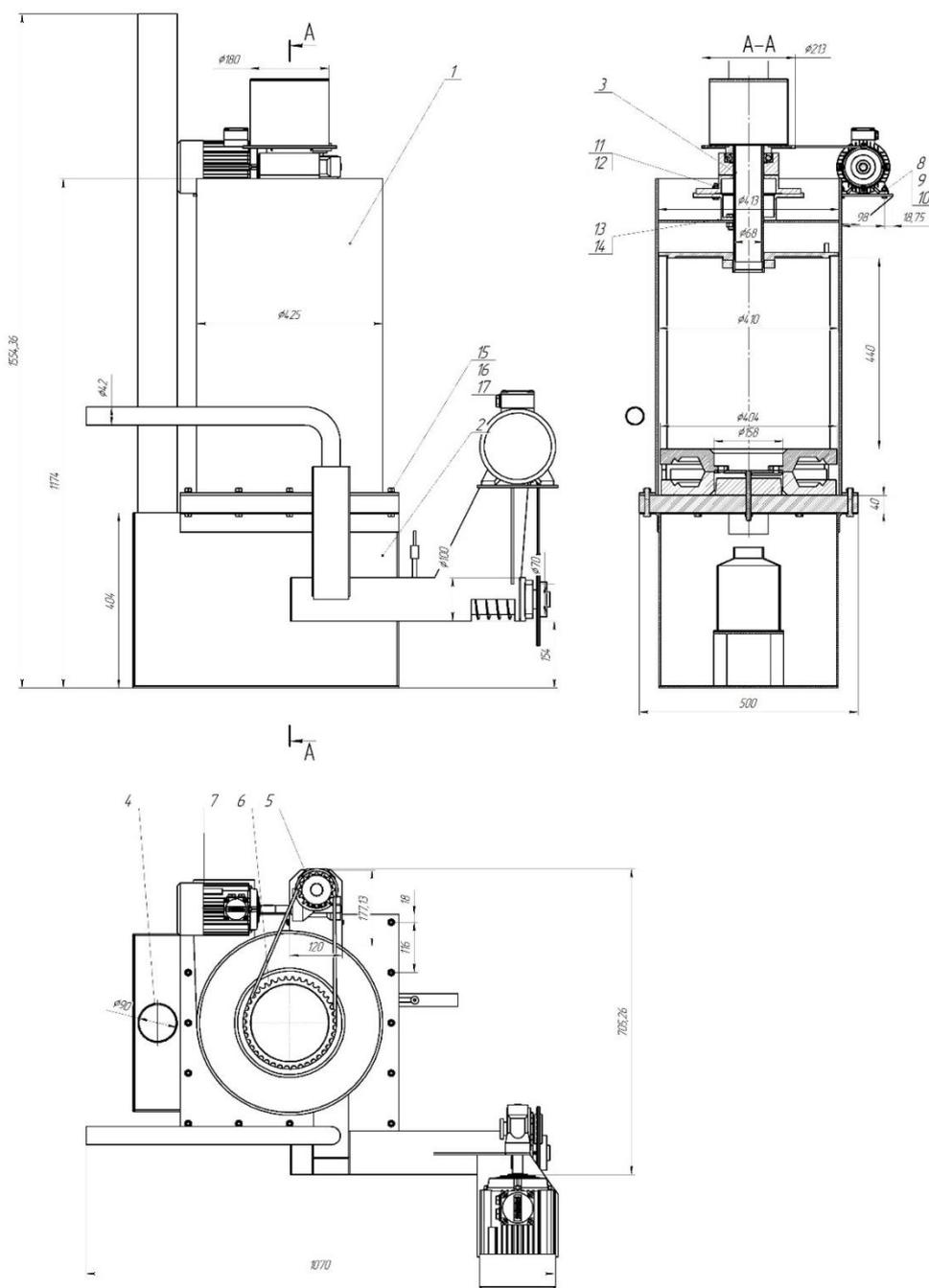
- корпус печи в сборе – 1 шт.
- газовая горелка с пьеза розжигом – 1 шт.
- электропривод – 1 шт.
- механизм измельчения – 1 шт.
- колено дымохода – 2 шт.
- эксплуатационный паспорт – 1 шт.

Эксплуатационные характеристики установки:

- тепловая мощность, кВт 4-10;
- объем реактора, л 230;
- объем загрузочного бункера, л 4;
- показатель сажного числа, ед. 1,0-3,0;
- рабочий шум не превышает, дБ 60.

Работа устройства по переработке резинотехнических отходов, с использованием технологии низкотемпературного пиролиза

Установка для переработки резинотехнических изделий при помощи низкотемпературного пиролиза (рисунок 9)



1 – корпус; 2 – реактор; 3 – узел крушащий; 4 – отвод; 5 – шестерня мал; 6 – шестерня бол; 7 – электропривод; 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17 крепежные метизы

Рисунок 9 – Схема устройства низкотемпературного пиролиза резинотехнических отходов

Основной частью утилизационной установки для технических и бытовых отходов из резины, при помощи низкотемпературного пиролиза, является сварная из листового металла конструкция, в виде кубической базы с основанием 1, на котором смонтирован реактор 2, в котором установлен вспомогательный механизм - измельчитель технических и бытовых отходов из резины 3, для нагрева реактора, соплом вверх, устанавливается газовоздушная горелка, пиролизный газ направляется по каналу 5, в чиллер для конденсации и сбора пиролизного топлива. Полукокс выводится транспортировочным шнеком 4.

Алгоритм работы установки:

Технические и бытовые отходы из резины загружаются в реактор через загрузочный бункер, на дне реактора подвергаются измельчению маховиками с лезвиями. Реактор нагревается газовой горелкой, обеспечив условия для протекания процесса низкотемпературного пиролиза. По завершению процесса, отходы низкотемпературного пиролиза, образовавшийся полукокс, выводится транспортировочным шнеком.

Монтаж дымохода:

- от правильности монтажа дымохода зависит расход топлива, тепловые потери, пожарная безопасность и химический состав воздуха в помещении;
- материал, применяемый для изготовления дымохода, влияет на характеристики канала, проектирование и монтаж выполняются в соответствии со СНиП «Отопление, вентиляция и кондиционирование»;
- современные дымоходы изготавливают из стальной кислотостойкой трубы;
- при несоответствии диаметров в зоне соединения используется редуцирующий переходник, стыки тщательно герметизируются, специальным средством (жаростойким герметиком);

- дымовая труба, расположенная на расстоянии до 1,5 м от конька, должна возвышаться над ним не менее чем на 0,5 метра. В борьбе с образованием конденсата внешние трубы необходимо теплоизолировать;
- для создания нормальной тяги должна быть приточка, обеспечивающая минимальный приток воздуха, из расчета 25 см³ на каждый кВт мощности.

Техническое обслуживание установки низкотемпературного пиролиза для переработки резинотехнических изделий:

- проведение планового, визуального осмотра и мелкого ремонта при ежегодной проверке состояния газовой сети, герметичности труб, целостности защитных лакокрасочных поверхностей, надежность крепежных и сварочных соединений;
- проверка на функциональность, дымовых и вентиляционных каналов, глубокое обслуживание с разборкой и смазкой задвижек и кранов, выявленные очаги коррозии, зачистить, обезжирить и покрыть защитным слоем краски.

Ежесменное обслуживание.

- по окончанию рабочей смены, оператор должен провести уборку рабочей зоны, подготовив оборудования к дальнейшей эксплуатации;
- для принятия смены следует провести осмотр состояния органов управления, считав показания приборов, указывающих на действующий в реальное время, этап технологического процесса;
- мыльным, слабощелочным составом удаляются жировые пятна и пыль применение органических растворителей, вызовет нарушение целостности защитных лакокрасочных поверхностей оборудование.

Техническое обслуживание оборудования проводится в соответствии с таблицей 2.

Таблица 2 – Техобслуживание оборудования

| Сроки проведения | Мероприятия | Вспомогательные материалы | Подходящий инвентарь |
|------------------|--|---------------------------|-------------------------------|
| Ежемесячно | Проверка на предмет утечек, надежность крепежных соединений. | Мыльный раствор, | Кисть, ключ динамометрический |
| Еженедельно | Сухая очистка внутренних поверхностей реактора | Ветошь | Щетка металлическая, скребок |

Ниже в виде таблицы 3 приведен список характерных неисправностей, вариантов обнаружения и их устранения.

Таблица 3 – Возможные неисправности, варианты обнаружения

| Описание | Предположительные причины | Варианты реагирования |
|---|--|---|
| Не запускается электродвигатель | – повреждена одна из жил многожильного кабеля электропитания; – отгорел замыкающий контакт выключателя. | – восстановить питание электродвигателя путем замены кабеля, или пайкой поврежденного участка; – заменить выключатель. |
| Нет поджига горелки | – пьезоэлемент неисправен – отсутствие газа в баллоне; – газовый вентиль неисправен | – заменить пьезоэлемент; – проверить манометром давление, заполнить баллон; – заменить неисправный вентиль. |
| Неполный процесс пиролизной переработки | – сопло горелки заросло – несоблюдение технологии. | – соблюдение этапов технологии – обслужить сопло горелки, или заменить |
| Появление дыма или запаха газа | – отсутствует тяга – нарушена герметичность. | – проверить наличие приточки и чистоту дымохода – устранить утечку |

Хранение оборудования.

Оборудование, не введенное в эксплуатацию, подлежит хранению в подготовленных складских помещениях, защищенных от влияния атмосферных осадков и температурных колебаний. Созданные условия хранения обеспечивают свободный доступ для обслуживания и осмотра. При подготовке оборудования к хранению, необходимо провести техническое

обслуживание, включающее чистку, мойку, нанесение смазки на трущиеся части деталей. Нейтральная среда в хранилищах не должна вызывать коррозию и не содержать активные пары кислот и щелочей, агрессивных газов, повреждающих металлы и изоляционные материалы.

3 Технологический процесс

3.1 Эксплуатационные свойства изделий из резины

Свойства изделий из резины, в зависимости от условий эксплуатации различаются. Однако согласно ГОСТу и ТУ резиновые изделия должны соответствовать определенному набору основных параметров, приведенных в таблице 4.

Таблица 4 – Основные параметры изделий из резины

| Параметр 1 | Характеристика 2 |
|--------------------------------|--|
| Рабочий температурный диапазон | «Диапазон работоспособности варьируется в пределах от минус 110 до плюс 350 °С, однако на практике данный показатель, конкретной марки резины находится в суженом диапазоне [14]. |
| Морозостойкость | «Низкая температура оказывает существенное влияние на эксплуатационные характеристики резинотехнических изделий. Связано это с процессами стеклования (отвердевания) и кристаллизации» [14]. Температура стеклования считается предельной характеристикой морозостойкости резины. Если данный параметр превышает критическую отметку, то материал становится очень хрупким, то есть приобретает физические свойства твердого тела. Морозостойкость резины оценивается по жесткости, температурному пределу хрупкости и эластичности, подверженной воздействию низких температур. |
| Термостойкость | Термостойкость характеризует способность резины сопротивляться тепловому влиянию, (термическому) старению – то есть способность сохранять эксплуатационные свойства, при условии постоянной эксплуатации в высоких температурах при которых происходят необратимые процессы в резине на молекулярном уровне. «Термостойкость влияет на определение предельного срока эксплуатации и линейно зависит от рекомендованных условий эксплуатации материала. Термическая стойкость находится в прямой зависимости от других характеристик резинотехнических изделий: ослабление напряжения, прочность, среда эксплуатации и так далее» [14]. |
| Маслобензостойкость | «Характеризует способность резины противостоять воздействию продуктов нефтепереработки, в результате которого происходит изменение плотности резины (набухание, в т. ч. неравномерное), вымывание (растворение) из неё различных ингредиентов и как следствие – потеря важных механических свойств» [15]. |
| Твердость | Для резины твердость определяется по Шору А (от 0 до 100) и заключается в измерении сопротивления резины погружению в нее индентора (тонкого подпружиненного стержня). Губки |

Продолжение таблицы 4

| 1 | 2 |
|--|--|
| | имеют твердость по Шору А менее 30, мягкие резины имеют твердость по Шору А менее 50, средней твердости 50-75, твердые 76-86, очень твердые более 88, абсолютно твердое тело имеет твердость 100 ед. по Шору А. |
| Газопроницаемость | «Свойство резинотехнического изделия, работающего на границе двух сред пропускать через свою поверхность определенное количество газа (пара). Характеризуется количеством газа в 1 см ³ , проходящего через мембрану толщиной 1 см и площадью 1 см ² , при разности давления 1 атм. Газопроницаемость связана с процессами растворения газа (пара) в резине на одной стороне уплотняемой среды и последующего испарения, с другой стороны. Зависит от марки каучука, температуры и состава уплотняемой среды» [15]. |
| Стойкость к взрывной декомпрессии (кессонному эффекту) | «Стойкость к образованию пор, трещин, вздутий, других внутренних или внешних эффектов в резинотехнических изделиях после быстрого (от 0,5 МПа/мин) сброса высокого давления газа. Возникает из-за предварительного поглощения резиной сжатого газа, который при резком сбросе давления не успевает покинуть её. Эффект проявляется при давлениях выше 10 МПа. Опасен из-за возможности внутренних (невидимых) повреждений в резинотехнических изделиях. Стойкость к кессонному эффекту достигается подбором резин с высокой плотностью/твердостью и выбором наполнителей. Немаловажное значение имеет и показатель относительного удлинения при разрыве – чем больше, тем лучше» [15]. |
| Износостойкость | «Свойство резины противостоять разрушению и отделению внешнего слоя при наличии поверхностного трения. Различают износостойкость к механическому, коррозионно-механическому воздействию, к абразивному, гидро- и газоабразивному воздействию. Отдельно стоит стойкость к усталостному износу при многократных деформациях. Износостойкость важная характеристика для резинотехнических изделий, служащих в качестве уплотнений подвижных соединений, конвейерных лент, трубопроводов, виброизоляторов и прочего» [15]. |
| Химическая стойкость | «Химическая стойкость к действию бензина, масел, щелочей, кислот и др. химически активных веществ, при взаимодействии с которыми происходит необратимое изменение химической структуры полимера и вулканизационной сетки, вплоть до её разрушения. Может снижаться при одновременном действии химически активной среды и механическом воздействии. Определяется к конкретному классу химически активных веществ. Для некоторых видов каучуков (резин) вода также является химически активным веществом» [16]. |
| Адгезия к металлам или тканям | «Представляет большое значение для характеристики резинотехнических и резинотканевых изделий. Характеризуется прочностью связи резин с металлами и др. материалами. Улучшение адгезии достигается введением в резины смеси модификаторов адгезии и применением дополнительных технологических и рецептурных решений» [16]. |

Продолжение таблицы 4

| 1 | 2 |
|---|---|
| Прочность, относительное удлинение при разрыве | «Свойство материала сопротивляться разрушению в результате действия внешних статических механических сил. Определяется на резиновой заготовке определенной формы. Прочность варьируется в пределах от 5 до 35 МПа, относительное удлинение от 100 до 1000%» [16]. |
| Релаксация напряжения | «Снижение напряжения в деформированном изделии при его эксплуатации. Обусловлено двумя группами процессов – физической (под действием силы) и химической (под действием окружающей среды) природы. Характеризуется временем релаксации, в течение которого начальное значение напряжения снижается в заданное количество раз. В процессе эксплуатации уплотнительных изделий напряжение может снижаться вплоть до нулевого значения, что ведет к потере уплотнительных свойств резины» [16]. |
| Сопротивление накоплению остаточной деформации сжатия – ОДС (эластичное восстановление) | «Способность резины сохранять эластичные свойства (восстанавливать первоначальную форму) после выдержки в сжатом состоянии. Существенно зависит от приложенного давления и температуры, под действием которых в каучуке происходят необратимые процессы сшивания и деструкции пространственной решетки. Определяет температурный диапазон эксплуатации уплотнительных изделий. Недостаточное сопротивление к накоплению остаточной деформации приводит к эффекту ползучести – непрерывному увеличению деформации резинотехнического изделия под действием внешнего давления или вибрации» [16]. |
| Усталостная выносливость (утомление резин при многократных деформациях) | «Способность резины противостоять циклическим механическим нагрузкам, растяжениям, сжатию, изгибу и сдвигу, которые активируют в резине протекание необратимых физических и химических процессов. С течением времени эти процессы приводят к повышению жесткости резины, нарушению рабочих функций и в конечном итоге к разрушению резинотехнического изделия» [16]. |
| Стойкость к старению | «Общая характеристика резин, определяющая стойкость резин в течение длительного времени противостоять необратимым изменениям своего внутреннего строения и состава под воздействием внешней среды. Различают стойкость к термическому старению, озонному, световому, химическому и др. видам старения» [17]. |
| Гарантийный срок службы | «Период времени эксплуатации резинотехнического изделия, при котором резина сохраняет заданные физико-механические свойства. В основном зависит от правильного выбора резиновой смеси для конкретных условий эксплуатации. Хорошим показателем для большинства случаев считается диапазон равный 5 годам. Иногда, вместо гарантийного срока (для тяжелых режимов эксплуатации) используется показатель ресурса, который измеряется в часах работы РТИ при воздействии рабочей среды (от десятков до тысяч часов)» [17]. |

«Эксплуатационные свойства готовых резинотехнических изделий зависят не только от состава (рецептуры) исходной резиновой смеси и способа вулканизации, но и от конструктивного исполнения этих изделий – уменьшения площади соприкосновения с агрессивными средами, усилия и способа затяжки уплотнительных изделий, отсутствия в резинотехническом изделии областей с повышенными механическими напряжениями» [18].

3.2 Технологическая карта переработки резинотехнических изделий при помощи низкотемпературного пиролиза

Общая трудоёмкость 51,9 чел.-мин (0,865 чел.-ч.), исполнитель – слесарь 3-го разряда. Технологическая карта переработки резинотехнических изделий представлена в таблице 5.

Таблица 5 – Технологическая карта переработки резинотехнических изделий

| Наименование операции, перехода | Количество точек воздействия | Место выполнения | Трудоёмкость, мин | Технические требования |
|---|------------------------------|----------------------------|-------------------|------------------------|
| 1. Утилизация РТИ | - | - | 21,6 | - |
| 1.1. Загрузить РТИ в бункер | 1 | загрузочный бункер | 1 | - |
| 1.2. Включить устройство для измельчения | 1 | устройство для измельчения | 0,1 | - |
| 1.3. Установить газовую горелку | 1 | печка | 0,3 | - |
| 1.4. Открыть вентиль на баллоне для подачи газа | 1 | баллон | 0,1 | - |
| 1.5. Зажечь горелку | 1 | горелка | 0,1 | - |
| 1.6. Предварительный нагрев | 1 | реактор | 20 | - |
| 2. Пиролиз | | - | 30,1 | - |
| 2.1. Включить привод шнека | 1 | привод | 0,1 | - |
| 3. Завершение процесса утилизации | - | - | 0,2 | - |
| 3.1. Закрыть вентиль на баллоне для подачи газа | 1 | баллон | 0,1 | - |
| 3.2. Выключить привод шнека | 1 | привод | 0,1 | |

4 Безопасность и экологичность установки низкотемпературного пиролиза для переработки РТИ

4.1 Конструктивно-технологическая и организационно техническая характеристики установки низкотемпературного пиролиза для переработки РТИ

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 6 представлен паспорт безопасности на установку низкотемпературного пиролиза для переработки РТИ.

Таблица 6 – Паспорт безопасности на установку низкотемпературного пиролиза для переработки РТИ

| Технологический процесс | Наименование и содержание операций и переходов | Должность работника, выполняющего технологическую операцию, процесс, согласно Приказа Росстандарта от 12.12.2014 N 2020-ст | Оборудование и приспособления | Перечень веществ и материалов, используемых при выполнении технологического процесса |
|---|--|--|--|--|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Переработка РТИ при помощи низкотемпера | 1 Утилизация РТИ. 2. Пиролиз | Слесарь 3 разряда | Установка для переработка РТИ при помощи | Перчатки, маска |

Продолжение таблицы 6

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|------------------|----------------------------------|---|------------------------------|---------------|
| турного пиролиза | 3 Завершение процесса утилизации | | низкотемпературного пиролиза | защитные очки |

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 низкотемпературного пиролиза для переработки РТИ представлена в таблице 7.

Таблица 7 – Идентификация профессиональных рисков

| Наименование выполняемых работ | Наименование О и ВПФ согласно ГОСТ 12.0.003-2015 | Источник происхождения О и ВПФ |
|----------------------------------|---|--|
| 1 | 2 | 3 |
| 1 Утилизация РТИ | Движущиеся машины и механизмы, подвижные части производственного оборудования | Установка низкотемпературного пиролиза для переработки РТИ |
| | Повышенный уровень шума | |
| 2. Пиролиз | Движущиеся машины и механизмы, подвижные части производственного оборудования | |
| | Тепловое излучение окружающих поверхностей | |
| | Монотонность труда, вызывающая монотонию | |
| 3 Завершение процесса утилизации | Статические нагрузки, связанные с рабочей позой | |
| | Монотонность труда, вызывающая монотонию | |

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 (далее – СОУТ). СОУТ позволяет оценить условия труда на рабочих местах и выявить вредные и (или) опасные производственные факторы и тем самым выполнить некоторые обязанности работодателя, предусмотренные Трудовым кодексом РФ:
 - 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.
- н) Издание (тиражирование) инструкций по охране труда.

Сводная информация по способам снижения профессиональных рисков представлена в таблице 8.

Таблица 8 – Способы снижения профессиональных рисков

| О и ВПФ | Организационно-технические методы и технические средства защиты, снижения, устранения О и ВПФ | СИЗ |
|---|--|--|
| 1 | 2 | 3 |
| 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) |
| Повышенный уровень шума | Использование шумопоглощающих экранов | Противошумные наушники, беруши |
| 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 |
| Статические нагрузки, связанные с рабочей позой Монотонность труда, вызывающая монотонию Напряжение зрительных анализаторов | Оздоровительно-профилактические мероприятия: – медицинские осмотры согласно ст. 212 ТК РФ – рационализация режимов труда и отдыха в соответствии с действующим законодательством РФ; – устройство комнат психологической разгрузки; | – |

Продолжение таблицы 8

| 1 | 2 | 3 |
|---|---|---|
| | – занятия различными видами физической культуры, санаторно-курортное оздоровление, физиотерапевтические медицинские мероприятия | |

4.4 Пожарная безопасность установки низкотемпературного пиролиза для переработки РТИ

Пожарная безопасность – состояние защищенности личности, имущества, общества и государства от пожаров.

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 10 показаны правила соблюдения пожарной безопасности на предприятии.

Сводная информация по мероприятиям, направленным на предотвращение пожарной опасности и обеспечению пожарной безопасности при технологическом процессе переработки РТИ при помощи низкотемпературного пиролиза представлена в таблице 9.



Рисунок 10 – Правила пожарной безопасности на предприятии

Таблица 9 – Мероприятия, направленные на предотвращение пожарной опасности и обеспечению пожарной безопасности при технологическом процессе переработки РТИ при помощи низкотемпературного пиролиза

| Мероприятия, направленные на предотвращение пожарной опасности и обеспечению пожарной безопасности | Предъявляемые требования к обеспечению пожарной безопасности, эффекты от реализации |
|---|---|
| 1 | 2 |
| 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 источников наружного и внутреннего 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, ГОСТ 12.1.004–91 ССБТ «Пожарная безопасность Общие требования» | Наличие действующего плана эвакуации при пожаре, своевременное размещение планов эвакуации в доступных для обозрения местах |
| Размещение информационного стенда по пожарной безопасности | Наличие средств наглядной агитации по обеспечению пожарной безопасности |

4.5 Экологическая безопасность установки низкотемпературного пиролиза для переработки РТИ

Сводная информация по идентификации экологических факторов технологического процесса переработки РТИ при помощи низкотемпературного пиролиза представлена в таблице 10.

Таблица 10 – Идентификация экологических факторов технологического процесса переработки РТИ при помощи низкотемпературного пиролиза

| Структурные составляющие (оборудование) технологического процесса | Антропогенное воздействие на окружающую среду: | | |
|---|--|---------------|--|
| | атмосферу | гидросферу | литосферу |
| 1 | 2 | 3 | 4 |
| Установка для переработки РТИ при помощи низкотемпературного пиролиза | Мелкодисперсная пыль | 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 переработки РТИ при помощи низкотемпературного пиролиза представлена в таблице 11.

Таблица 11 – Мероприятия, направленные на снижение негативного антропогенного воздействия технологического процесса переработки РТИ при помощи низкотемпературного пиролиза

| Мероприятия, направленные на снижение негативного антропогенного воздействия технологического процесса переработки РТИ при помощи низкотемпературного пиролиза на: | | |
|---|---|--|
| атмосферу | гидросферу | литосферу |
| 1 | 2 | 3 |
| 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 низкотемпературного пиролиза для переработки РТИ».

В разделе «Безопасность и экологичность установки низкотемпературного пиролиза для переработки РТИ»:

- составлен паспорт безопасности на установку низкотемпературного пиролиза для переработки РТИ (таблица 6);
- определены профессиональные риски при использовании установки низкотемпературного пиролиза для переработки РТИ (таблица 7) и способы их снижения (таблица 8);
- рассмотрены мероприятия, направленные на предотвращение пожарной опасности и обеспечению пожарной безопасности при технологическом процессе переработки РТИ при помощи низкотемпературного пиролиза (таблица 9, 10);
- рассмотрены мероприятия, направленные на снижение негативного антропогенного воздействия технологического процесса переработки РТИ при помощи низкотемпературного пиролиза (таблица 11).

Заключение

В целях выполнения поставленной цели работы ВКР была выполнена разработка конструкции установки низкотемпературного пиролиза для переработки РТИ.

Пиролиз – это один из перспективных способов переработки шин, суть которого заключается в получении углеводородов различного состава и других компонентов, пригодных для дальнейшего применения

Исследования в области переработки шин помогают в борьбе с неконтролируемым мировым приростом отходов резинотехнических изделий, а также помогают внедрять инновационные методы переработки на отечественных предприятиях.

В процессе выполнения работы были решены следующие задачи:

- рассмотрено состояние вопроса переработки резинотехнических изделий посредством пиролиза;
- определены компоненты, образующиеся после пиролиза: металлокорд, пиролизная жидкость, технический углерод, пиролизный газ;
- выполнена конструкторская разработка установки низкотемпературного пиролиза для переработки РТИ, составлены техническое задание и предложения на разработку установки низкотемпературного пиролиза для переработки РТИ, выполнено руководство по эксплуатации;
- составлен технологический процесс переработки резинотехнических изделий при помощи низкотемпературного пиролиза;
- рассмотрена безопасность и экологичность установки низкотемпературного пиролиза для переработки РТИ.

Список используемой литературы и используемых источников

1 Солодова, Н. Л. Пиролиз углеводородного сырья : учебное пособие / Н. Л. Солодова, А. И. Абдуллин ; Федеральное агентство по образованию, Гос. образовательное учреждение высш. проф. образования "Казанский гос. технологический ун-т". - Казань : КГТУ, 2008. - 239 с.

2 Гориславец, С. П. Пиролиз углеводородного сырья / С.П. Гориславец, Д.Н. Тменов, В.И. Майоров ; АН УССР, Ин-т газа. - Киев : Наук. думка, 1977. - 307 с.

3 Барабанов, Н. Л. Высокотемпературный пиролиз углеводородов. - Москва : [б. и.], 1971. - 71 с.

4 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.

5 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.

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

7 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.

8 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.

9 Лукьянов, И. Пиролиз нефтяного сырья (ресурсы нефтехимии) / П. И. Лукьянов, А. Г. Басистов. - Москва : Гостоптехиздат, 1962. - 274 с.

10 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.

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

12 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.

13 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.

14 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.

15 Волков, И. А. Основы математического моделирования транспортных и транспортно-технологических машин и оборудования: метод. пособие для студентов оч. и заоч. обучения спец. 190600.62 "Эксплуатация трансп.-технол. машин и комплексов" / И. А. Волков, А. С. Рукодельцев, И. С. Тарасов ; Волж. гос. акад. вод. трансп., Каф. приклад. механики и подъем.-трансп. машин. - Н. Новгород : ВГАВТ, 2014. - 51 с.

16 Росс, Т. Приспособления для ремонта автомобилей / Т. Росс. - Москва : За рулем, 2004. - 136 с.

17 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.

18 Маевская Е. Б. Экономика организации : учебник / Е. Б. Маевская. - Москва : ИНФРА-М, 2017. - 351 с.

19 Чумаков, Л. Л. Раздел выпускной квалификационной работы «Экономическая эффективность проекта». Уч.-методическое пособие / Л. Л. Чумаков. - Тольятти: изд-во ТГУ, 2016. – 37 с.

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

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

Приложение А
Спецификация

| Перв. примен. | Строч. № | Формат | Зона | Лист | Обозначение | Наименование | Кол. | Примечание |
|---------------|----------|--------|------|------|---|---|-------|-----------------------------|
| | | | | | | | | |
| | | | | | | <i>Документация</i> | | |
| | | A1 | | | 20.БР.ПЭА.265.61.00.000.СБ | Сборочный чертеж | 1 | |
| | | A4 | | | 20.БР.ПЭА.265.61.00.000.ПЗ | Пояснительная записка | 1 | |
| | | | | | | <i>Сборочные единицы</i> | | |
| | | | | 1 | 20.БР.ПЭА.265.61.01.000 | Корпус верхний | 1 | |
| | | | | 2 | 20.БР.ПЭА.265.61.02.000 | Горелка | 1 | |
| | | | | 3 | 20.БР.ПЭА.265.61.03.000 | Нижний корпус | 1 | |
| | | | | 4 | 20.БР.ПЭА.265.61.04.000 | Приводной механизм | 1 | |
| | | | | 5 | 20.БР.ПЭА.265.61.05.000 | Подставка горлки | 1 | |
| | | | | 6 | 20.БР.ПЭА.265.61.06.000 | Крепление редуктора верхнего | 1 | |
| | | | | 7 | 20.БР.ПЭА.265.61.07.000 | Крепление нижнего редуктора и элеткродвигателя | 1 | |
| | | | | 8 | 20.БР.ПЭА.265.61.08.000 | Крепление электродвигателя верхнего | 1 | |
| | | | | | | <i>Детали</i> | | |
| | | | | 9 | 20.БР.ПЭА.265.61.00.009 | Труба | 1 | |
| | | | | 10 | 20.БР.ПЭА.265.61.00.010 | Крышка | 1 | |
| | | | | | 20.БР.ПЭА.265.61.00.000 | | | |
| | | | | | Изм. / Лист | № докум. | Подп. | Дата |
| | | | | | Разраб. Пестерников В.А. | | | |
| | | | | | Пров. Кравцова Е.А. | | | |
| | | | | | Н.контр. Кравцова Е.А. | | | |
| | | | | | Утв. Бойровский А.В. | | | |
| | | | | | Установка пиролизная в сборе | | | Лист 1 / Листов 2 |
| | | | | | | | | ТГУ, ИМ, гр. ЭТКбэ-1501Д |

Копировал

Формат А4

