

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)

23.05.01 Наземные транспортно-технологические средства

(код и наименование направления подготовки / специальности)

Автомобили и тракторы

(направленность (профиль) / специализация)

**ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА
(ДИПЛОМНЫЙ ПРОЕКТ)**

на тему Установка-прицеп для утилизации шин

Обучающийся

А.С. Курылев

(Инициалы Фамилия)

(личная подпись)

Руководитель

канд. техн. наук, доцент А.В. Бобровский

(ученая степень (при наличии), ученое звание (при наличии), Инициалы Фамилия)

Консультанты

канд. техн. наук, доцент А.В. Бобровский

(ученая степень (при наличии), ученое звание (при наличии), Инициалы Фамилия)

доцент И.В. Дерябин

(ученая степень (при наличии), ученое звание (при наличии), Инициалы Фамилия)

канд. экон. наук, доцент О.М. Сярдова

(ученая степень (при наличии), ученое звание (при наличии), Инициалы Фамилия)

О.А. Головач

(ученая степень (при наличии), ученое звание (при наличии), Инициалы Фамилия)

Тольятти 2022

Аннотация

Дипломный проект выполнен на тему: «Установка-прицеп для утилизации шин».

Цель дипломного проекта – разработка мобильной установки-прицепа для утилизации шин.

Пояснительная записка содержит пять разделов, введение и заключение, список используемой литературы и используемых источников, приложения, всего 81 страница с приложениями.

Графическая часть содержит 10 листов формата А1, выполненных в автоматизированной системе разработки и оформления конструкторской и проектной документации КОМПАС-График. Выполненный дипломный проект полностью соответствует утвержденному заданию.

В первом разделе рассмотрены основные проблемы утилизации шин, выполнена классификация методов утилизации отработанной резины, отдельно рассмотрен механический способ утилизации отработанной резины, как наименее энергозатратный и простой способ.

Во втором разделе составлены техническое задание и предложение на разработку конструкции установки-прицепа для утилизации шин, выполнен подбор гидроцилиндра и расчет цепной передачи привода шредера.

В третьем разделе выполнено обоснование выбора технологического процесса, определена трудоемкость сборки, составлен технологический процесс сборки установки-прицепа для утилизации шин.

В четвертом разделе рассмотрены вопросы, касающиеся обеспечения безопасности, экологичности проекта.

В пятом разделе определена эффективность разработки установки-прицепа для утилизации шин.

Abstract

The title of the graduation work is: «The installation-trailer for tire recycling».

The aim of the work is to develop the mobile trailer for tire recycling.

The graduation work consists of five parts, introduction, conclusion, list of references, appendices, 81 pages in total.

The graphic part is on 10 A1 sheets, which performed in the automated system for the development and execution of design and project documentation «KOMPAS-Graph». The graduation project fully complies with the approved assignment.

In the first part we analyze the main problems of tire recycling, classify the methods of recycling waste rubber. Separately, we review the mechanical method of waste rubber recycling as the least energy-intensive and simple method.

In the second part we present the terms of reference and the technical proposal for the design development of the installation-trailer for tire recycling.

In the third part we establish the selection of technological process, determine the labor intensity, and develop the technological process for assembling the installation-trailer for tire recycling.

The fourth part deals with issues related to ensuring the safety and environmental friendliness of the project.

The fifth part defines the economic efficiency of the developed installation-trailer for tire recycling.

Содержание

Введение.....	5
1 Состояние вопроса	7
1.1 Основные проблемы утилизации шин	7
1.2 Классификация методов утилизации отработанной резины	10
1.3 Механический способ утилизации отработанной резины.....	14
2 Конструкторская часть	15
2.1 Техническое задание на разработку установки-прицепа для утилизации шин.....	15
2.2 Техническое предложение на разработку установки-прицепа для утилизации шин.....	17
2.3 Расчеты конструкции.....	32
3 Технологический раздел.....	39
3.1 Обоснование выбора технологического процесса.....	39
3.2 Определение трудоемкости сборки.....	42
3.3 Составление технологического процесса сборки установки-прицепа для утилизации шин.....	43
4 Безопасность и экологичность проекта	48
4.1 Конструктивно-технологическая и организационно-техническая характеристика технологического процесса переработки шины на установке-прицепе для утилизации шин	48
4.2 Идентификация профессиональных рисков.....	49
4.3 Методы и средства снижения профессиональных рисков	50
4.4 Обеспечение пожарной безопасности технического объекта	55
4.5 Обеспечение экологической безопасности рассматриваемого технологического процесса переработки шины на установке-прицепе для утилизации шин.....	58
5 Экономическая эффективность проекта.....	60
Заключение	69
Список используемой литературы и используемых источников.....	70
Приложение А. Спецификации.....	77

Введение

Экологичная переработка использованных шин и резиновых изделий является одной из самых больших глобальных экологических проблем на сегодняшний день. В России, как правило, утилизация отработанных шин в настоящее время осуществляется просто путем «сброса» их в ближайшее «удобное» место или путем утилизации на свалке. Использованные шины более или менее легально смешиваются с другими отходами на свалках. Количество шин, хранящихся в мире на свалках, оценивается в один миллиард штук. Утилизация шин на свалках или разбрасывание их по окрестностям приводит к серьезному долгосрочному загрязнению окружающей среды. Отсутствие альтернатив утилизации шин увеличивает количество шин, хранящихся на свалках. Данный метод нельзя назвать экологичным, поскольку шины разлагаются более ста лет.

«Количество переработанных шин в России составляет около 20% от общего объема. Учитывая, что количество использованных шин постоянно увеличивается, это наносит непоправимый ущерб окружающей природе. Для сравнения, уровень переработки бывших в употреблении шин в Европе составляет 76%, в США – 87%, Японии – 89%» [10].

Использованные шины, согласно законодательству Российской Федерации, являются отходами IV класса и подлежат обязательной переработке. К сожалению, в России использованные шины либо просто оставляют на дорогах (в случае прокола или повреждения), либо закапывают. Использованные шины, оставленные на природе, представляют серьезную опасность: они не поддаются биологическому разложению, легко воспламеняются и образуют идеальную питательную среду для грызунов и насекомых, превращая их в «инкубатор» для различных инфекций. Таким образом, проблема утилизации шин достигает серьезных глобальных масштабов.

В то же время потребности человека в природных ресурсах неуклонно растут, и их ценность тоже постоянно растет. Одним из способов сокращения потребления природных ресурсов является использование материальных ресурсов, накопленных в отходах. Резиновые отходы и использованные шины являются ценными вторичными сырьевыми ресурсами.

Современная промышленность должна быть ориентирована не только на потребление и производство, но и на сохранение окружающей среды. Переработка отходов в настоящее время является наиболее эффективным способом повышения устойчивости окружающей среды.

Целью данной работы является разработка установки-прицепа для переработки шин и повышения экологической эффективности переработки шин.

1 Состояние вопроса

1.1 Основные проблемы утилизации шин

Постоянно увеличивающийся поток автомобилей приводит к колоссальному накоплению использованных шин. К сожалению, в России индустрия переработки шин не очень заинтересована в инвестициях из-за высокой стоимости инвестиций и низкого экономического эффекта или рентабельности. Промышленно развитые страны имеют законодательство, которое обязывает и стимулирует использование вторичной переработки. Переработка резиновых изделий имеет целый ряд финансовых возможностей. Европейский союз сформулировал долгосрочную стратегию экологической устойчивости, включающую:

- предотвращение загрязнения,
- переработка и повторное использование отходов,
- оптимизация окончательной обработки отходов,
- правила перевозки отходов,
- меры по восстановлению окружающей среды,
- расширение знаний людей и рекомендаций в области устойчивого потребления,
- интеграция параметров окружающей среды в стандарты продукции.

Главным инициатором решения проблемы в России также является государство. Государственное финансирование, со всеми его ограничениями и трудностями, не способствует высокорентабельным проектам. Необходимо создать комплексную государственную программу по сбору, временному хранению, переработке и развитию рынка. Действующее законодательство Российской Федерации в области обращения с отходами имеет ряд проблем:

- производитель (импортер) не несет никаких обязательств по утилизации своей продукции в конце жизненного цикла;

- в законодательстве Российской Федерации отсутствуют реальные экономические стимулы для расширения коммерческого использования отходов в качестве вторичного материального ресурса;
- нет установленных полномочий по регулированию обращения с отходами между государственными и муниципальными органами власти;
- на региональном уровне отсутствует законодательное регулирование управления сбором отходов и логистикой.

Факторами, препятствующими развитию производства в секторе переработки резиновых изделий, являются:

- отсутствие государственного органа, ответственного за организацию, контроль и управление сбором и использованием отходов и вторичных ресурсов;
- отсутствие политики утилизации отходов резиновых изделий, что не позволяет эффективно перерабатывать существующее в России сырье: объем превышает 150000 тонн в год;
- отсутствие специализированных независимых лабораторий для оценки качества дорожных материалов из отходов резины;
- дорожно-строительные объекты или компании не готовы широко использовать резиновую крошку в процессе дорожного строительства из-за отсутствия специального оборудования и технических ограничений существующей технологии;
- отсутствие эффективной системы сотрудничества с международными партнерами - производителями и импортерами шин и компаниями по переработке резиновых отходов.

Ежегодный прирост подержанных шин в России оценивается примерно в 50000000 штук. Согласно исследованиям Института шинной промышленности, только в Москве ежегодно выходит из строя до 60000 тонн шин с металлическим или тканевым кордом. В России подавляющее

большинство использованных шин не ремонтируется и не отправляется на переработку. Поэтому использованные шины выбрасываются в основном на обочинах дорог в пригородах и прилегающих к ним участках дорог.

Шины загрязняют окружающую среду из-за высокой устойчивости к внешним факторам (солнечному свету, кислороду, озону и микробиологическим воздействиям). Кроме того, шины сопряжены с высоким риском возгорания, а продукты горения могут оказывать крайне вредное воздействие на окружающую среду (почву, воду, воздух).

«Тот факт, что большая часть использованных шин выбрасывается на свалку, приводит к следующим основным негативным последствиям:

- неблагоприятная экологическая обстановка в зонах свалок,
- выброс токсичных веществ при пожаре,
- неэффективное использование ресурсов,
- нарушение международных природоохранных соглашений» [3].

Резиновые шины являются ценным полимерным материалом: одна тонна шин содержит около 700 кг резины, которую можно повторно использовать для производства топлива, резиновых изделий и материалов для строительных целей. В то же время переработанную резину можно использовать для оборудования игровых площадок, стадионов, линий электропередач и в ряде других отраслей промышленности.

Мировой опыт показывает, что эффективная система сбора и утилизации шин может существовать только при наличии надлежащих экономических стимулов и законодательных норм, обеспечивающих прибыльную работу для всех вовлеченных участников. В России эти цели могут быть наилучшим образом решены только путем введения определенных обязательств для производителей и поставщиков шин. Кроме того, что не менее важно, автопарк в России и, следовательно, количество отработанных шин подвержены существенному росту. Таким образом, как в ближайшем, так и в среднесрочном будущем эта проблема не исчезнет сама по себе, а наоборот, станет более острой.

1.2 Классификация методов утилизации отработанной резины

Проблема утилизации отработанной резины возникла из-за необходимости утилизации шин и других резиновых изделий, которые не подходят для утилизации. Утилизация отходов путем захоронения на свалках промышленных отходов, хранения на земле или под водой не решает проблему утилизации. Устойчивость резины к механическому, биологическому и химическому воздействию позволяет перерабатывать резинотехнические изделия. После переработки шины и резиновые материалы претерпевают лишь незначительные структурные изменения. Одно это позволяет повторно использовать устаревшие резиновые изделия, такие как целые или разрезанные на куски шины, при строительстве дорог, защитных сооружений, заборов, искусственных рифов.

Наряду с требованием минимизировать негативное воздействие на окружающую среду с помощью методов переработки, также необходимо максимально использовать сырье и минимизировать негативное воздействие на существующее производство. Продукты переработки отходов должны иметь рынок сбыта, а стоимость должна быть достаточно низкой.

В соответствии с классификацией методы обращения с отходами можно разделить на группы, которые различаются по характеру изменений в структуре резины и других полимерных компонентов: физические, физико-химические и химические.

Физический способ обработки.

Рафинирование (или расщепление) – это процесс разделения твердых веществ на части. Эффективность измельчения определяется степенью измельчения. Основной задачей теории измельчения является установление взаимосвязи между размером частиц измельчаемого материала, физико-химическими, механическими свойствами, затратами энергии на дробление и параметрами измельчающего оборудования. Было предложено, чтобы энергия, затрачиваемая на дробление, считалась прямо пропорциональной

вновь образованной поверхности (закон Риттингера), объему или массе измельченного резинового материала (теория Кирпичева-Кика) и их среднему геометрическому объему и поверхности (теория Бонда). Позже Холтейн на основе экспериментов пришел к выводу, что энергия фрезерования используется не только для формирования новой площади поверхностей (уменьшения объема и веса), но и для деформирования материала без его повреждения и трения, вызванного трением материала о рабочую поверхность шлифовальной машины. Согласно П.А. Ребиндеру, энергия, затраченная на измельченный материал, представляет собой объем работы, направленной на деформацию тела и образование новых поверхностей. Это предполагает, что материал должен быть разрушен с максимальным напряжением. По сравнению с другими теориями теория П.А. Ребиндера является более прогрессивной, поскольку позволяет отделять и оценивать отдельные факторы энергопотребления, оценивать эффективность процесса измельчения и прогнозировать основные возможности его оптимизации. Так или иначе, у этой теории есть свои недостатки, поскольку она не учитывает выработку тепловой, электрической, химической энергии, которые, со своей стороны, потребляют также энергию внешних источников.

Процесс шлифования, несмотря на свою кажущуюся простоту, очень сложен. Речь идет не только об определении характера, величины и направления нагрузок, но и о трудностях количественной оценки результатов разрушения.

Физико-химические методы обработки.

Регенерация – один из старейших, но до сих пор широко используемых промышленных методов переработки отработанных шин и других отходов. Этот процесс заключается в разрушении пространственной сетки вулканизированной резины термическими, механическими и химическими средствами. В результате получается пластиковое изделие, которое можно повторно обработать и частично заменить резиной.

Состав регенерированных материалов отличается от состава исходного материала. В процессе регенерации в каучук добавляют вспомогательные вещества. Они являются смягчающими средствами и активаторами регенерации. В связи с этим технический эффект от использования регенерированного материала ограничен: они лишь улучшают обрабатываемость резиновых смесей. Компания «Gould» (США) разработала внешне аналогичный способ обработки резиновой крошки, смешанной с эмульгаторами и едкой щелочью - сначала на валках, а затем в дисковой мельнице с дистиллированной водой и сушкой в вакууме. Продукт, содержащий, по данным компании, не менее 90% частиц размером менее 20 микрон.

Девулканизация резины.

Одной из очень интересных задач при переработке вторичных каучуков является восстановление их пластических свойств посредством избирательного воздействия на межмолекулярные поперечные связи различных агентов. В результате их пространственная сетка нарушается, и можно получить даже линейные молекулы каучука.

Способ девулканизации основан на диэлектрическом нагреве крошки размером 6-10 мм микроволновой энергией. Полученный таким образом порошок (при содержании до 20%) практически не влияет на свойства резины.

«Химические методы обработки.

Ко второй группе относятся методы, приводящие к необратимым изменениям глубинных структур полимеров. Как правило, эти методы осуществляются при высоких температурах и приводят к термическому разложению (деградации) полимеров в конкретной среде» [7].

Сжигание.

Высокая теплотворная способность резины (8600 ккал/кг) используется для выработки тепловой энергии. В США, Великобритании, Швейцарии и

Германии работает множество промышленных установок по сжиганию использованных шин.

Обычно процесс сжигания включает сжигание использованных шин и других резиновых отходов без предварительной обработки (измельчения) и сортировки. Такой процесс дает возможность полностью извлечь металлические компоненты, но в целом он оказывает негативное воздействие на окружающую среду. Несмотря на некоторую экономическую целесообразность сжигания резиновых отходов для получения тепловой энергии, у него также есть некоторые основные недостатки, одним из которых является тот факт, что вместо сжигания резиновые отходы могут быть переработаны в продукты, которые будут использоваться в качестве сырья с более высокой добавленной стоимостью для резиновой промышленности.

Пиролиз.

Это форма обработки, которая химически разлагает органические материалы под действием тепла в отсутствие кислорода. Пиролиз обычно происходит под давлением и при рабочих температурах выше 430°C.

Это наиболее широко используемый метод термической обработки. Конечными продуктами пиролиза отходов резиновых изделий являются различные газообразные, жидкие и твердые продукты. Его коэффициент полезного действия и кратность продукта зависят от условий процесса. Согласно известным практическим данным, 1 тонна отработанной резины после пиролиза может превратиться в 10,2 кубических метра пиролизного газа или 450-600 литров пиролизного масла или 250-320 кг пиролизного угля. Интерес к пиролизу обусловлен тем, что он может быть использован для утилизации значительного количества категорий резиновых отходов, а продукты могут быть использованы в различных отраслях промышленности в качестве сырья для производства асфальта, воска, антикоррозионных покрытий и топлива. Повышенный интерес к исследованиям в области

пиролиза способствовал продвижению возможности использования технического углерода в качестве наполнителя резины.

1.3 Механический способ утилизации отработанной резины

Механический способ переработки является наиболее распространенным в мире, поскольку резина защищена от термического окисления, отсутствует эффект частичной девулканизации (размягчения и приобретения пластичности) и относительно низкое энергопотребление. Процесс шлифования проходит при нормальных погодных условиях, когда температура немного выше температуры окружающей среды. Системы охлаждения представляют собой замкнутый контур, для которого требуются градирни или система охлаждения водяным потоком. На некоторых этапах вода поступает в измельчительную мельницу в виде тонкого сопла и помогает в процессе резки резиновых шин и стружки. В механической технологии присуще разделение металлического и текстильного корда для получения мелкодисперсного резинового порошка путем экструзионного измельчения. Обработанные продукты представляют собой крошку от 0,2 до 5,0 миллиметров для производства вторичных резиновых изделий. Преимуществами этого метода являются низкая стоимость и низкое энергопотребление. Технология обработки путем присущего механического измельчения шин на мелкие кусочки сопровождается механическим разделением металла и текстильного корда.

Выводы по разделу.

В разделе «Состояние вопроса» рассмотрены основные проблемы утилизации шин, выполнена классификация методов утилизации отработанной резины, отдельно рассмотрен механический способ утилизации отработанной резины, как наименее энергозатратный и простой вариант.

2 Конструкторская часть

2.1 Техническое задание на разработку установки-прицепа для утилизации шин

Установка-прицеп для утилизации шин относится к области утилизации, удаления металлокорда и измельчения изношенных шин. Установка находится при СТО рядом с шиномонтажным отделением, либо при шиномонтажных станциях, расположенных в городе и за его пределами. Установка предполагает расположение как внутри помещения, так и за его пределами.

Возможность экспорта в зарубежные страны не предусмотрено.

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: авторские свидетельства и патенты:

- патент РФ №2317195 Установка для удаления троса из боковой части шины при утилизации, классы МПК В29В17/02;
- патент РФ № 2116132 Линия переработки шин МПК В02С18/00;
- 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; а также журналы, каталоги гаражного оборудования, методические пособия и другая техническая литература» [15].

Установка-прицеп для утилизации шин представляет собой прицеп, на котором закреплено поворотное устройство, обеспечивающее поворот в рабочее положение устройства для выдёргивания корда, также на раму прицепа крепится устройство для измельчения шин, под грузовую шину предусмотрена опора которая крепится к нижней части рамы прицепа, для приведения в работу имеется гидравлический привод расположенный на раме, пульт управления гидравлическими устройствами.

К установке-прицепу для утилизации шин предъявляют следующие требования:

- обеспечить возможность передвижения установки при помощи грузового автомобиля;
- обеспечить автономную работу всех устройств, входящих в состав установки;
- обеспечить выдёргивание корда и измельчение изношенных шин размерами от 135 / 80 R12 до 315/60 R22,5;
- «для удобства и простоты изготовления в конструкции установки необходимо по возможности использовать нормализованные и унифицированные узлы, агрегаты, металлоконструкции и крепёжные элементы» [9];
- габаритный размер установки не должен превышать 5000×2000×1500;
- «при работе устройство должно создавать минимальные вибрации издавать шум в допустимых пределах, отвечать всем требованиям производственной безопасности» [12];
- «внешний вид должен соответствовать эстетическим требованиям» [17];
- защитить оборудование, закреплённое на установку от воздействия дорожных условий;
- «установка должна обладать прочностью, чтобы обеспечить целостность конструкции при работе;

- конструкция оборудования должна исключать выбрасывание предметов, представляющих опасность для операторов, а также выбросы смазывающих, охлаждающих и других рабочих жидкостей;
- использование смазочных материалов, выпускающихся серийно, не требующих использования специальных инструментов при выполнении смазочных работ» [9].

Срок окупаемости оборудования принимаем ориентировочно 5 лет.

При выполнении задания предусмотреть разработку технического предложения с эскизным проектом.

2.2 Техническое предложение на разработку установки-прицепа для утилизации шин

Получено задание на разработку установки-прицепа для утилизации шин.

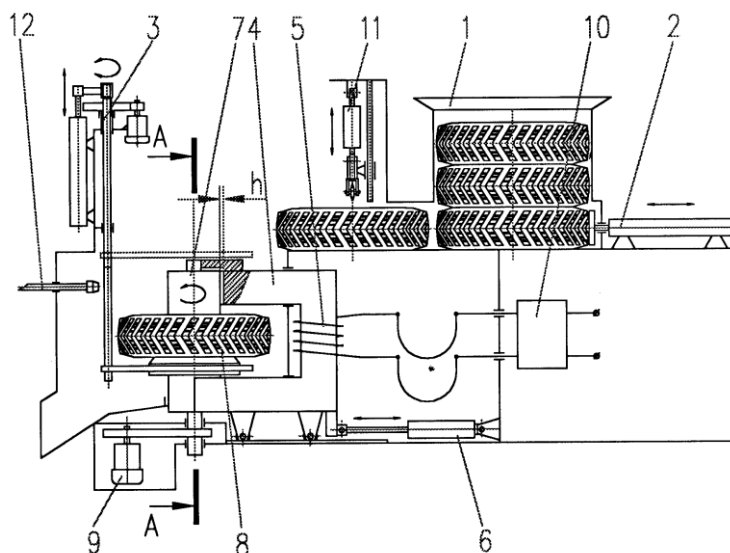
Установка должна обеспечивать выдёргивание корда и измельчение изношенных шин размерами от 135/80 R12 до 315/60 R22,5.

Установку использовать при СТО рядом с шиномонтажным отделением, либо при шиномонтажных станциях, расположенных в городах и за его пределами.

Анализ существующих устройств

«Известно устройство для переработки шин с металлокордом (рисунок 1), содержащее корпус, устройство загрузки перерабатываемых шин, устройство выгрузки продуктов переработки и трансформатор с первичной обмоткой, снабжено установленной с возможностью вращения переключкой с закрепленным на ней устройством для установки шин, а трансформатор выполнен с подвижным ярмом, связанным через магнитный зазор с переключкой, замыкающей магнитную цепь, причем первичная обмотка трансформатора присоединена к управляемому преобразователю,

обеспечивающему подачу электрического импульса в виде затухающей синусоиды, а обороты переключки устанавливаются так, чтобы обеспечить отделение резины от металлокорда за счет центробежных сил, при этом устройство снабжено форсункой для распыления воды и устройством надрезки шин.

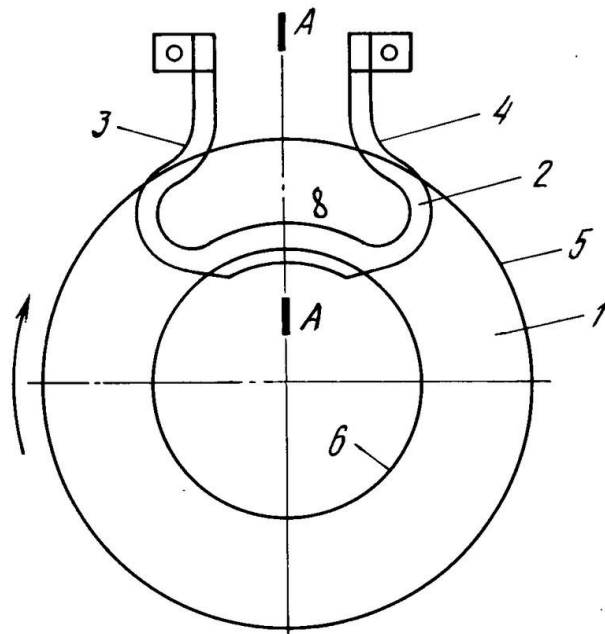


1 – корпус; 2 – устройство загрузки; 3 – устройство выгрузки, установленное с возможностью перемещения; 4 – ярмо трансформатора; 5 – первичная обмотка; 6 – механизм перемещения ярма; 7 – переключка; 8 – устройство для установки шин; 9 – привод вращения переключки; 10 – управляемый преобразователь; 11 – устройство надрезки шин; 12 – форсунки для распыления воды

Рисунок 1 – Устройство для переработки шин с металлокордом

Недостатками данного устройства являются: невозможность автономной работы и большие габариты» [18].

«Известен способ переработки покрышек путем индукционного нагрева бортовых колец одновременно с нагревом металлокорда (рисунок 2), причем индукционный нагрев покрышки в зоне действия индуктора осуществляют в течение 3-11 с, а отделение резины от металлокорда осуществляют путем одновременного измельчения резины и металла в измельчителе. Одновременный нагрев бортовых колец металлокорда осуществляют путем охвата индуктором наружного профиля покрышки в ее поперечном сечении.



1 – шина; 2 – индуктор; 3,4 –зоны действия индуктора; 5 – брекер; 6 – бортовое кольцо; 8 – активная часть индуктора

Рисунок 2 – Переработка покрышек путем индукционного нагрева бортовых колец

Недостатками данного устройства являются:

- выделение дыма при работе,
- большие энергозатраты.

«Известна также установка для удаления троса из боковой части шины при утилизации (рисунок 3), содержащая раму с установленным на ней корпусом приводного гидроцилиндра, на штоке которого установлен узел его соединения со штангой, размещенной в направляющих, выполненных соосно приводному гидроцилиндру, колодка и зуб, закрепленные на штанге, и механизм прижима троса к колодке, включающий прижимной гидроцилиндр, корпус и шток которого шарнирно соединены с губками, размещенными на каретке, установленной с возможностью перемещения относительно рамы вдоль оси приводного гидроцилиндра (Выдергиватель пятковых тросов. Инструкция по обслуживанию и текущему ремонту. Фирма REGUTEC s.r.o. Tschechische Republic. 2001).



Рисунок 3 – Выдергиватель пятовых тросов

Недостатками ее являются: жесткое крепление приводного гидроцилиндра к раме требует высокую точность по обеспечению соосности приводного гидроцилиндра и штанги для исключения радиальных нагрузок, возникающих в приводном гидроцилиндре и приводящих к износу уплотнений штока и поршня и появлению задиров на гильзе приводного гидроцилиндра и выходу его из строя, кроме этого рабочей полостью приводного гидроцилиндра является его штоковая полость, при этом рабочая площадь поршня на 20-25% меньше, чем площадь поршня в поршневой полости, что приводит к необходимости увеличения давления для обеспечения требуемого усилия выдергивания троса» [3].

Анализ конструктивных устройств – аналогов показал, что ни один из них не отвечает в полной мере установленным в техническом задании требованиям, что обуславливает необходимость разработки новой конструкции.

В качестве примера компоновки принимаем выдергиватель пятовых тросов и заимствуем следующие конструктивные элементы: раму, крестовину, крюк, гидроцилиндр.

Главными составными частями нового устройства для выдергивания металлического корда из шин являются рама, изготовленная из стали толщиной 20 мм, на которой установлены два двутавра, служащие в качестве

крепления гидроцилиндра. Также на раму установлена опора с крестообразным упором. К опоре прикреплена направляющая для штока гидроцилиндра. На штоке гидроцилиндра закреплен крюк, через ось проставками фиксирующимися болтами. Для равномерного распределения усилия от двутавра на опору, прикручены П-образные элементы профиля. Для повышения устойчивости конструкции приварены металлические пластинки между верхними и нижними полками двутавра.

Возможны два варианта компоновки основных элементов устройства:

- расположение деталей и узлов на чугунной станине (рисунок 4);
- расположение деталей и узлов на металлическом листе (рисунок 5).

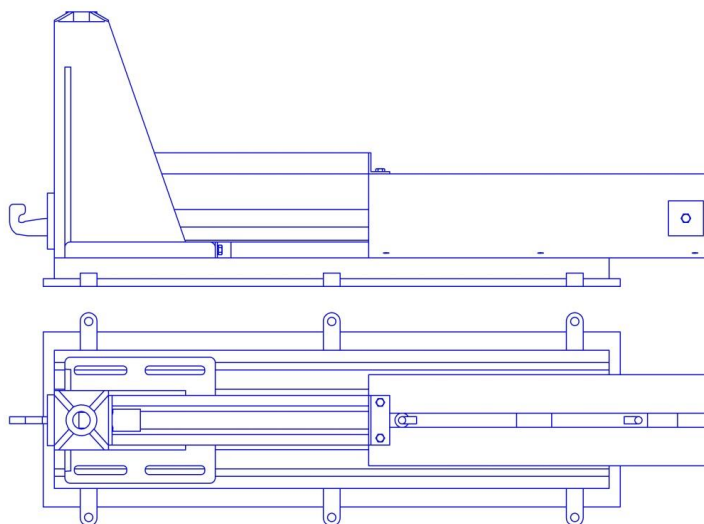


Рисунок 4 – Расположение деталей и узлов на чугунной станине

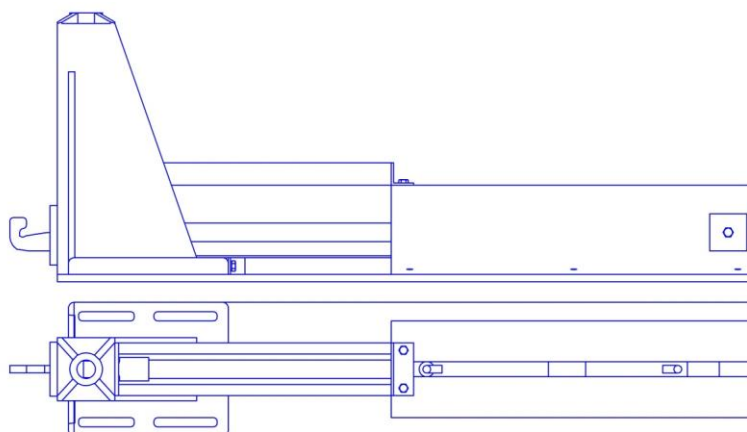


Рисунок 5 – Расположение деталей и узлов на металлическом листе

Второй вариант предпочтительнее, так как не требуется больших затрат на установку и монтаж оборудования, меньше масса, проще ремонт и обслуживание устройства.

Выбирая необходимый гидроцилиндр, надо ориентироваться на основной техникий показатель - уровень номинального давления. Но при этом нельзя забывать о том, что для технического ресурса основополагающими являются режимы работы при максимальном и пиковом давлении. Существующие требования по современным гидроцилиндрам отображены в ГОСТ 16514-87.

Принимаем поршневой гидроцилиндр двухстороннего действия (рисунок 6) из-за возможности работы в двух направлениях и создания большого усилия, в 50 – 100 тонн.

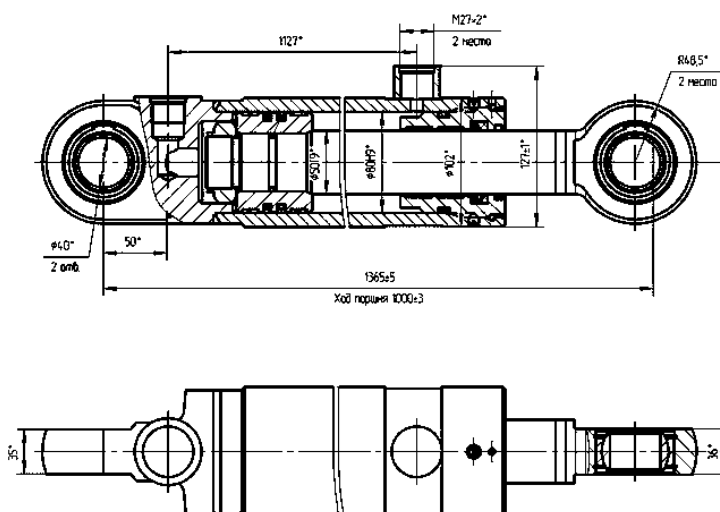
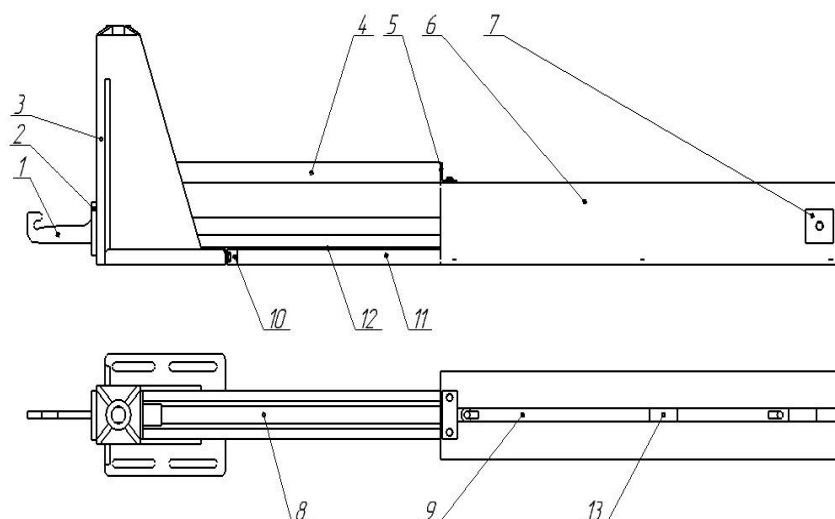


Рисунок 6 – Поршневой гидроцилиндр двухстороннего действия

На раму (рисунок 7) смонтированы два металлических профиля двутавр (6), база гидроцилиндра (9). Направляющая для штока (8), с крюком (1), гидродвигателя (12), находится на опоре (11). Для равномерного распределения нагрузок на опору, к двутавру дополнительно закреплен П-образный профиль (4). Для придания устойчивости конструкции, на крылья верхней и нижней полок двутавра, электросваркой приварены пластины (13) из чёрного проката.



1 – крюк; 2 – опорный калибр; 3 – опора; 4 – профиль; 5, 10 – угол; 6 – двутавр;
7, 13 – пластина монтажная гидродвигателя; 8 – шток гидроцилиндра; 9 – гидроцилиндр;
11 – опора; 12 – направляющая гидроцилиндра

Рисунок 7 – Устройство выдергивателя корда из шин

Спецификация на выдергиватель корда из шин легковых и грузовых автомобилей представлена в Приложении А (Рисунки А.1, А.2).

Определимся с конструкцией измельчителя шин.

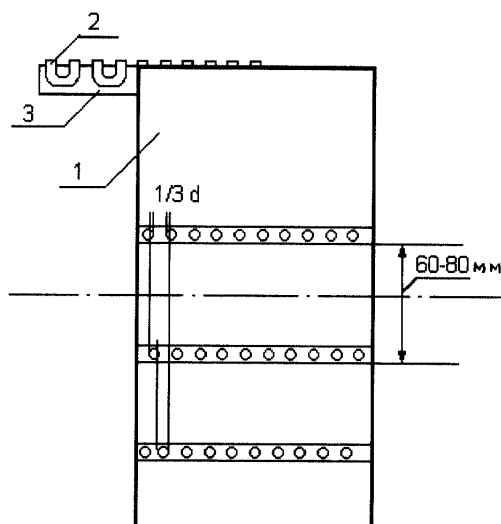
«Известны измельчающие устройства с двумя стадиями дробления, например патент США № 4.630.781, от 23.12.1986, где в одном корпусе друг над другом размещены валки с различными по шагу и высоте зубьями. Устройство очень сложно по конструкции, более того нижние валки размещены на выдвигающейся тележке, поэтому габариты по высоте в 3,5-4 раза больше, чем диаметр валков» [30].

«Имеется устройство по патенту Германии В 02С 4/8, ДТ 2158868 СЗ от 27.11.1971, где также реализованы две стадии дробления. По данному патенту валки расположены в перпендикулярных плоскостях, устройство по высоте, по крайней мере, в 4-5 раз превышает диаметр валков и не предназначено для переработки габаритных материалов» [29].

«Аналогично американскому имеется техническое решение по а.с. СССР № 939069, от 04.01.1980, где измельчающие валки так же расположены друг под другом и имеют различные размеры зубьев по шагу и

высоте. Но это устройство предназначено для переработки сыпучих материалов и не может быть использовано для переработки габаритных предметов, бытовой техники, покрышек и древесины» [9].

«Способ измельчения изношенных покрышек, при котором на вращающуюся покрышку воздействуют иглофрезой (рисунок 8). Покрышку вращают со скоростью 250-300 об/мин, скорость иглофрезы выбирают 2500-3000 об/мин, а ее поступательное перемещение осуществляется в пределах 0,1-0,5 мм/об. Известный способ реализован в устройстве, которое содержит узел удержания покрышки и иглофрезы (см. RU 2038215 С1, кл. В 29 В 17/00, опубл. 27.06.1995).



1 – барабан; 2 – трос; 3 – планка

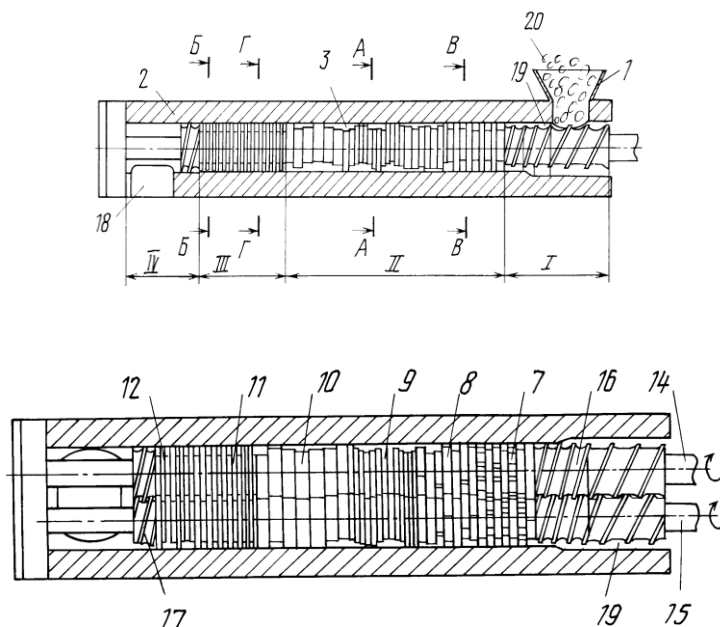
Рисунок 8 – Способ измельчения изношенных покрышек иглофрезой

Недостатком известного технического решения является то, что скорость обработки различна в начале и в конце измельчения покрышки, а также для различных типоразмеров покрышек. Основным недостатком известного решения является то, что скорость обработки выбрана произвольно вне зависимости от физико-механических свойств обрабатываемого материала, в результате чего при измельчении даже одной покрышки возникают различные физические процессы разрушения резины,

что не позволяет получать качественный мелкодисперсный продукт и увеличивает энергозатраты на проведение способа» [23].

«Известен измельчитель резиновых покрышек (рисунок 9), содержащий загрузочный бункер, установленный на корпусе, внутри которого выполнена полость для двух валов с дисками, имеющими подвижные режущие кромки, под которыми размещено сопло выгрузки. (Патент США N 4757949, кл. В 02 С 19/12, 1988).

Измельчитель обеспечивает переработку полноразмерных шин. Однако получаемые частицы являются недостаточно мелкими, а потому перед использованием они должны быть подвергнуты дополнительной обработке.



1 – приемный бункер 1; 2 – корпус; 3 – полость; 4 – цилиндрические поверхности; 5 – неподвижная режущая кромка; 6 – подвижные режущие кромки; 7 – периферия плоских дисков четырехлучевой формы, 8, 9, 10 – диски треугольной формы различной толщины; 11 – диски шестилучевой формы; 12 – диски имеющих на краю выемки; 14,15 – валы; 16 – транспортные шнеки с изменяющимся шагом; 17 – шнеки выгрузки обрабатываемого материала; 18 – сопло; 19 – цилиндрическая поверхность; 20 – куски вулканизированной резины

Рисунок 9 – Измельчитель резиновых покрышек

Известен двухвальный измельчитель для переработки эластомеров, содержащий загрузочный бункер, установленный на корпусе, внутри

которого выполнена полость, образованная пересечением двух цилиндрических поверхностей, образующих неподвижную режущую кромку, взаимосвязанную с подвижными режущими кромками на периферии плоских дисков треугольной формы, которые закреплены на валах, расположенных вдоль осей цилиндрических поверхностей так, что их режущие кромки расположены по винтовой линии и соплу выгрузки. (Патент США N 4607797, кл. В 02 С 19/12, 1986)» [21].

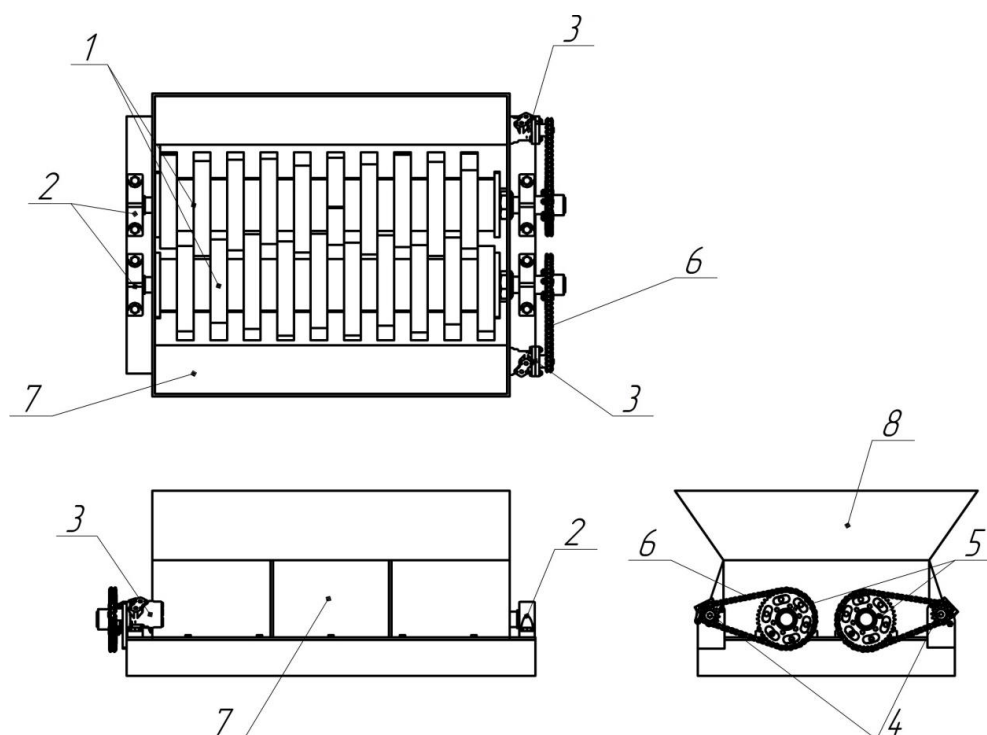
«Дробилка по а.с. СССР 939068 от 22.10.79, где валки набраны из секций, в которых продольные ребра различной высоты и установлены с разным шагом. Это позволяет получать более мелкую фракцию при подаче уже полученной массы на секции с более крупным шагом. Возможна избирательная переработка материалов на тех или иных секциях, но данная дробилка предназначена для переработки лесосечных отходов в кусковую массу и по своим конструктивным особенностям не может быть использована для других целей, так как передача момента на ведомый валок осуществляется за счет зацепления ножей ведущего валка, и поэтому скорости вращения валков всегда одинаковы, тогда как для эффективной работы по измельчению необходима фрикция, то есть разность скоростей вращения валков. Как показывает опыт, чем меньше по размерам нужна получаемая для использования масса (крошка, порошок), тем больше должна быть фрикция, а дисковые валковые дробилки это позволяют реализовать» [3].

Исходя из описания конструкции, представленной в патенте США N 4607797, кл. В 02 С 19/12, 1986, принимаем расположение 2 валов в одной плоскости и загрузочный бункер.

«Анализ конструктивных и стоимостных особенностей устройств – аналогов показал, что ни один из них не отвечает в полной мере установленным в техническом задании требованиям, что обуславливает необходимость разработки новой конструкции» [16].

Главными составными частями нового устройства для измельчения автомобильных шин является рама из швеллеров с закреплёнными на них двумя героторными моторами (мощность 7 кВт), работающие от центрального привода, валки устанавливаются в каркас с подшипниковыми опорами приводящимися в движение цепным приводом от героторных моторов, также на каркасе имеются рёбра жёсткости снаружи, а во внутренней части рёбра для очистки шнеков, на каркас крепится загрузочный бункер в который погружается шина, каркас крепится болтами к раме.

После того как выбраны все конструктивные элементы устройства, необходимо отобразить его схематически. На рисунке 10 представлена конструкция шредерного устройства.



- 1 – валы шредера в сборе; 2 – подшипниковый узел; 3 – героторный мотор;
 4 – малая звездочка; 5 – большая звездочка; 6 – цепь; 7 – короб шредера;
 8 – короб для загрузки шин

Рисунок 10 – Шредер в сборе

Спецификация на устройство для измельчения шин представлена в Приложении А (Рисунки А.3, А.4).

«Гидравлическая насосная станция (гидростанция, маслостанция) предназначена для работы в качестве источника гидравлической энергии для гидравлических механизмов во многих отраслях промышленности. Гидростанция используется для привода различного технологического гидравлического оборудования механизмов прессов и ковочных комплексов, прокатных станов, гидроманипуляторов и другого промышленного оборудования, а так же ручного динамического гидравлического инструмента, такого как, отбойный молоток, пила дисковая, гайковерт, пила цепная, насос погружаемый шламовый, угловая шлифовальная машина, сверло ручное гидравлическое. В зависимости от условий работы различают несколько типов привода насосных станций: электрический, бензиновый, дизельный и пневматический» [26].

Выбираем бензиновый привод насосной станции (рисунок 11).



Рисунок 11 – Гидравлическая станция с бензиновым двигателем

В таблице 1 представлены технические характеристики гидравлической станция с бензиновым двигателем.

Таблица 1 – Технические характеристики станции

Параметр	Значение
«Управление	Ручное
Привод	Бензодвигатель 5 л.с
Давление, МПа	70
Подача насоса, л/мин	1,6
Объем гидробака, л	10
Тип гидрораспределителя	3-х позиционный
Кол-во гидрораспределителей	1
Кол-во ступеней насоса	1
Исполнение гидростанции	СГ1 – вертикальное на баке» [20].

Также необходимо предусмотреть наличие панели управления для работы с гидравлической насосной станцией, оснащенной бензиновым двигателем внутреннего сгорания. Это дает возможность управления системой гидравлического оборудования на безопасном расстоянии.

Принимаем для конструкции установки пульт управления четырёхканальный ПУ-6 (рисунок 12).



Рисунок 12 – Пульт управления ПУ-6

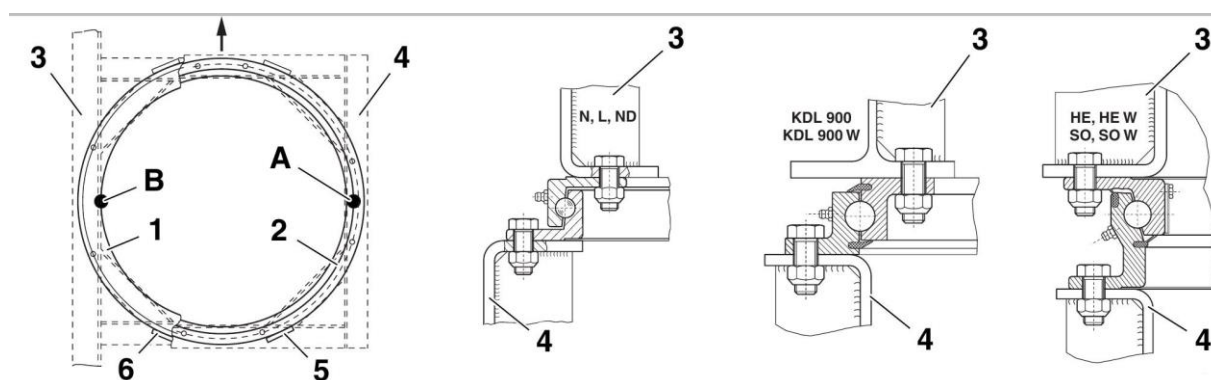
Технические характеристики четырёхканального пульта управления ПУ-6 представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Технические характеристики пульта управления ПУ-6

Параметр	Значение
Тип	4-х секционный, 3-х позиционный, с ручным управлением
Габаритные размеры (Д×Ш×В), мм	810×720×930
Масса, кг	55

Для обеспечения поворота установок для выдергивания корда из шин легковых и грузовых автомобилей рассмотрим применение шариковых поворотных кругов.

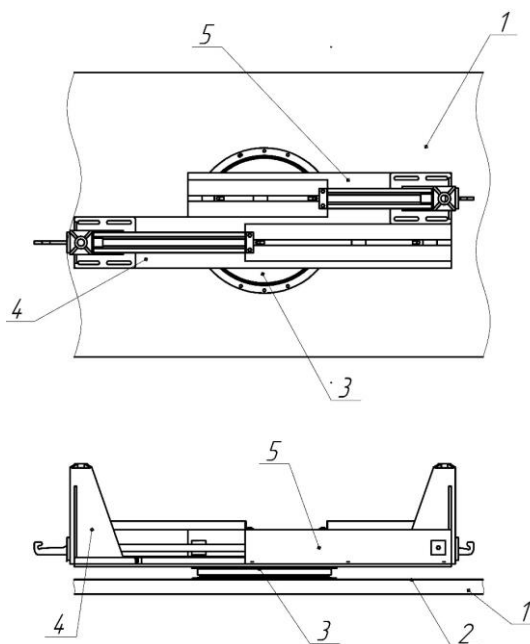
Шариковые поворотные круги и шариковые вращающиеся опоры (рисунок 13) – это навесные узлы для грузовых прицепов и сельскохозяйственных машин, которые с возможностью вращения соединяют поворотную тележку с рамой прицепа.



1 – верхнее кольцо; 2 – нижнее кольцо; 3 – рама; 4 – поворотная тележка; 5 – ограничители внизу; 6 – ограничители сверху

Рисунок 13 – Шариковый поворотный круг

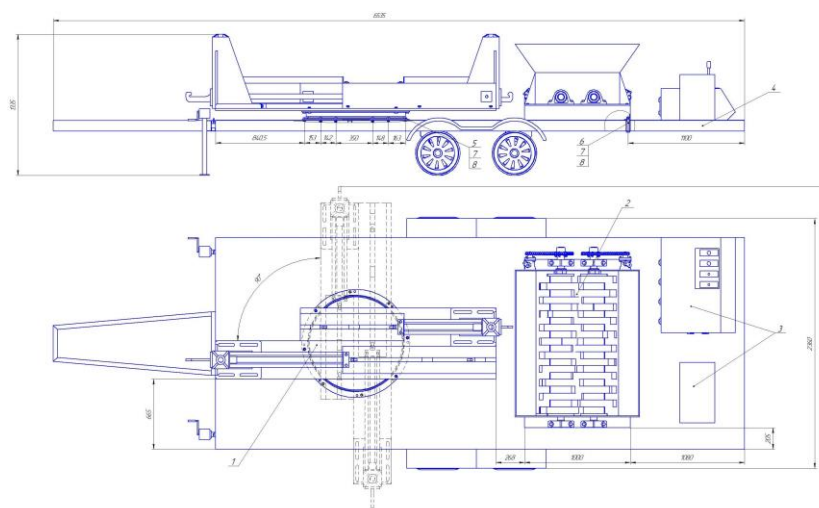
Для размещения установок для выдергивания корда из шин легковых и грузовых автомобилей (рисунок 14) предусматриваем металлическое основание 2, крепящееся к раме прицепа 1, на котором размещаем шариковую вращающуюся опору 3 с установками для выдергивания корда из шин легковых 5 и грузовых автомобилей 4.



1 – рама прицепа; 2 – металлическое основание; 3 – шариковая вращающаяся опора; 4 – устройство для выдергивания корда из шин грузового автомобиля; 5 – устройство для выдергивания корда из шин легкового автомобиля

Рисунок 14 – Установка для выдергивания корда из шин легковых и грузовых автомобилей

Составляем компоновочную схему размещения элементов конструкции установки-прицепа для утилизации шин (рисунок 15).



1 – устройства для вытягивания корда; 2 – устройство для измельчения шин; 3 – гидравлическая станция с бензиновым двигателем НБР-1,6И10-1 и пультом управления ПУ-4; 4 – прицеп

Рисунок 15 – Компоновочная схема

Спецификация на установку-прицеп для утилизации шин представлена в Приложении А (рисунок А.5).

2.3 Расчеты конструкции

«Подбор гидроцилиндров.

Усилие, которое должен создавать гидроцилиндр для вытягивания металлического корда из грузовой шины принимаем по аналогу, что составляет 48 т, ход штока выбираем из значений длины металлического корда из грузовой шины, что составляет около 1000 мм.

Усилие, которое должен создавать гидроцилиндр для вытягивания металлического корда из легковой шины принимаем в 2 раза меньше, что составляет 24 т, ход штока выбираем из значений длины металлического корда из грузовой шины, что составляет около 670 мм» [10].

Расчёт цепной передачи шредера.

«Исходными данными для расчета цепной передачи являются: передаваемая мощность 6,6 кВт, вращающий момент на валу звездочки 789,8 Н·м частота вращения звездочки 80 об/мин передаточное число 1, межосевое расстояние 688 мм» [17].

Число зубьев звездочек:

$$z_1 = z_2 = 29 - 2 \cdot u \quad (1)$$
$$z_1 = z_2 = 29 - 2 \cdot 1 = 27.$$

«Выбираем двухрядную роликовую цепь и вычисляем шаг цепи:

$$t = 2,8 \cdot \sqrt[3]{\frac{T \cdot K_{\Sigma}}{z_1 \cdot [p] \cdot m}} \quad (2)$$

где $[p]$ – допустимое давление в шарнирах, принимается равным 34 МПа

m – коэффициент рядности, принимается равным 1,7;

$K_{\text{Э}}$ – коэффициент эксплуатации» [12].

«Коэффициент эксплуатации определяется по формуле:

$$K_{\text{Э}} = K_{\text{Д}} \cdot K_{\text{А}} \cdot K_{\text{Н}} \cdot K_{\text{СМ}} \cdot K_{\text{РЕГ}} \cdot K_{\text{РЕЖ}}, \quad (3)$$

где $K_{\text{Д}}$ – коэффициент динамичности, принимаем 1,8;

$K_{\text{А}}$ – коэффициент межосевого расстояния, принимаем 1,25;

$K_{\text{Н}}$ – коэффициент наклона передачи по горизонтали, принимаем 1;

$K_{\text{СМ}}$ – коэффициент, учитывающий способ смазывания, принимаем 1,5;

$K_{\text{РЕГ}}$ – коэффициент, учитывающий способ регулирования передачи, принимаем 1,25;

$K_{\text{РЕЖ}}$ – коэффициент, учитывающий продолжительность работы, принимаем 1» [14].

$$K_{\text{Э}} = 1,8 \cdot 1,25 \cdot 1 \cdot 1,5 \cdot 1,25 \cdot 1 = 4,2,$$

$$t = 2,8 \cdot \sqrt[3]{\frac{789,8 \cdot 4,2 \cdot 10^3}{27 \cdot 34 \cdot 1,7}} = 36 \text{ мм.}$$

Принимаем ближайшее значение согласно справочнику [11] – 38,1 мм.

Предварительно выбираем цепь 2ПР- 38,1- 25400.

«Число звеньев цепи определяется по формуле:

$$L_t = 2 \cdot a_t + \frac{z_1 + z_2}{2} + \frac{(z_2 - z_1)^2}{4 \cdot \pi \cdot a_t}, \quad (4)$$

где a_t – значение межосевого расстояния, принимаем 21 мм» [11].

$$L_t = 2 \cdot 21 + \frac{27 + 27}{2} = 69.$$

Длина цепи:

$$L = L_t \cdot t. \quad (5)$$

$$L = 69 \cdot 38,1 = 2628,9 \text{ мм.}$$

Диаметр делительной окружности звездочки:

$$d_{Д1} = \frac{t}{\sin\left(\frac{180^\circ}{z_1}\right)}. \quad (6)$$

$$d_{Д1} = \frac{38,1}{\sin\left(\frac{180^\circ}{27}\right)} = 328,2 \text{ мм.}$$

Диаметр окружности выступов зубьев:

$$D_{e1} = t \cdot \left[0,5 + \operatorname{ctg}\left(\frac{180^\circ}{z_1}\right) \right]. \quad (7)$$

$$D_{e1} = 38,1 \cdot \left[0,5 + \operatorname{ctg}\left(\frac{180^\circ}{27}\right) \right] = 345,2 \text{ мм.}$$

Диаметр окружности впадин:

$$D_{i1} = d_{Д1} - (0,5 \cdot d_3 + 0,05) \cdot 2, \quad (8)$$

$$D_{i1} = 328,2 - (0,5 \cdot 22,23 + 0,05) \cdot 2 = 317 \text{ мм.}$$

Средняя скорость цепи:

$$v = \frac{z_1 \cdot t \cdot n_1}{60 \cdot 10^3} \quad (9)$$
$$v = \frac{27 \cdot 38,1 \cdot 80}{60 \cdot 10^3} = 1,37 \text{ м/с.}$$

Полезная нагрузка, передаваемая цепью:

$$F_t = \frac{T \cdot \pi \cdot n_1}{30 \cdot v} \quad (10)$$
$$F_t = \frac{789,8 \cdot 3,14 \cdot 80}{30 \cdot 1,37} = 4827,2 \text{ Н.}$$

«Давление в шарнире цепи

$$p = \frac{F_t \cdot K_{\text{Э}}}{A_{\text{ОП}} \cdot t} \quad (11)$$

где $A_{\text{ОП}}$ – проекция площади опорной поверхности шарнира» [12].

$$A_{\text{ОП}} = 0,28 \cdot t^2 \quad (12)$$
$$p = \frac{4827,2 \cdot 4,2}{406,5 \cdot 1,7} = 29,4 \text{ МПа} \leq [p] = 34 \text{ МПа.}$$

Следовательно, износостойкость цепи при заданных нагрузках обеспечена.

«Натяжение от действия силы тяжести определяется по формуле:

$$F_q = K_f \cdot a \cdot q \cdot g, \quad (13)$$

где K_f – коэффициент провисания, принимаем 6;

q – масса 1 м цепи, принимаем 11 кг/м» [12].

$$F_q = 6 \cdot 0,688 \cdot 11 \cdot 9,81 = 445,5 \text{ Н.}$$

Натяжение от центробежных сил:

$$F_V = q \cdot v^2. \quad (14)$$

$$F_V = 11 \cdot 1,37^2 = 20,6 \text{ Н.}$$

Натяжение нагруженной ветви цепи:

$$F_{1\max} = K_D \cdot F_t + F_q + F_V, \quad (15)$$

$$F_{1\max} = 1,8 \cdot 4827,2 + 445,5 + 20,6 = 9155 \text{ Н.}$$

Коэффициент запаса прочности:

$$s = \frac{F_{\text{разр}}}{F_{1\max}}, \quad (16)$$

$$s = \frac{25400000}{9155} > [5...6].$$

Следовательно, условие прочности выполняется.

Нагрузка на валы цепной передачи:

$$F_B = 1,15 \cdot F_t. \quad (17)$$

$$F_B = 1,15 \cdot 4827,2 = 5551,3 \text{ Н.}$$

Диаметр ступицы звездочки:

$$d_{\text{ст}} = 1,5 \cdot d_{\text{В}} + 10. \quad (18)$$

$$d_{\text{ст}} = 1,5 \cdot 55 + 10 = 92,5 \text{ мм.}$$

Длина ступицы звездочки:

$$l_{\text{СТ}} = (0,8 \dots 1,5) \cdot d_{\text{В}}. \quad (19)$$

$$l_{\text{СТ}} = (0,8 \dots 1,5) \cdot 55 = 82,5 \text{ мм.}$$

Ширина зуба:

$$b_2 = 0,9 \cdot b_3 - 0,15, \quad (20)$$

$$b_2 = 0,9 \cdot 25,4 - 0,15 = 22,71 \text{ мм.}$$

Ширина венца многорядной звездочки:

$$B_2 = (n - 1) \cdot A + b_n, \quad (21)$$

$$B_2 = (2 - 1) \cdot 45,44 + 22,71 = 68,15 \text{ мм.}$$

Расстояние от вершины зуба до линии центров дуг:

$$h_3 = 0,8 \cdot d_3. \quad (22)$$

$$h_3 = 0,8 \cdot 22,23 = 17,78 \text{ мм.}$$

Радиус закругления зуба:

$$r_3 = 1,7 \cdot d_3. \quad (23)$$

$$r_3 = 1,7 \cdot 22,23 = 37,79 \text{ мм.}$$

Диаметр обода:

$$D_C = t \cdot \text{ctg} \left(\frac{180^\circ}{z} \right) - 1,3 \cdot h, \quad (24)$$

$$D_C = 38,1 \cdot \operatorname{ctg}\left(\frac{180^0}{27}\right) - 1,3 \cdot 36,2 = 278,7 \text{ мм.}$$

Шаг цепи $t = 38,1 \text{ мм} > t = 35 \text{ мм}$, тогда радиус закругления равен 2,5 мм.

Звездочку делаем сварную, так как диаметр звездочки более 200 мм.

Выводы по разделу.

В разделе «Конструкторская часть» составлены техническое задание и предложение на разработку конструкции установки-прицепа для утилизации шин, выполнен подбор гидроцилиндра и расчет цепной передачи привода шредера.

3 Технологический раздел

3.1 Обоснование выбора технологического процесса

Процесс сборки является одним из заключительных этапов изготовления машины.

«Организационная форма сборки машин определяется типом и условиями производства. При этом решающими факторами являются годовой объем выпуска изделий, трудоемкость сборочных работ и экономическая эффективность» [7].

Для сборки установки-прицепа для утилизации шин предлагается мелкосерийная сборка, так как данный вид конструкции на первоначальном этапе не будет иметь большого количества заказов, а, следовательно, не требуется постановка изготовления на «поток».

В мелкосерийном производстве используют форму стационарной непоточной сборки с дифференциацией процесса на узловую и общую сборку. Процесс выполняется бригадами рабочих со специализацией по видам сборочных работ. Областью экономичного использования данного вида сборки является мелкосерийное производство средних по размеру и крупных машин.

Определяем такт выпуска:

$$T_d = \frac{F_d \cdot 60 \cdot m}{N}, \quad (25)$$

где F_d – действительный годовой фонд рабочего времени сборочного оборудования в одну смену, принимается равным 2070 ч для стационарной сборки на необорудованных стендах;

m – количество смен, принимается равным 1;

N – годовой объем выпуска, принимается равным 50 шт.

$$T_d = \frac{2070 \cdot 60 \cdot 1}{50} = 2484 \text{ мин.}$$

Следующим этапом является составление технологической схемы сборки, в которой отражена последовательность соединения составных элементов конструкции (детали, сборочные единицы).

Технологическая схема сборки установки-прицепа для утилизации шин представлена в графической части ВКР.

На основании технологической схемы сборки, составляем перечень сборочных работ узловой и общей сборки.

Перечень выполняем в виде таблицы (таблица 3), содержащей наименование сборочных работ и данные о нормировании всех необходимых видов работ.

Таблица 3 – Перечень сборочных работ

Содержание основных и вспомогательных переходов	Время операции t_{on} , мин
Узловая сборка навеса для прицепа	
Взять тент	2
Осмотреть тент	3
Установить тент на подвижную рамку левую	16
Зафиксировать тент	3
Установить тент на подвижную рамку правую	16
Зафиксировать тент	3
Установить тент на каркасе для крыши	16
Зафиксировать тент	3
Узловая сборка устройства для выдергивания корда из шин	
Взять лист металла	0,8
Осмотреть лист металла	0,3
Закрепить на листе металла двутавр 2 шт. при помощи болта 6 шт. и гайки 6 шт.	14
Взять чугунную опору	3
Осмотреть чугунную опору	0,7
Установить чугунную опору на лист металла	10
Зафиксировать чугунную опору при помощи болта 4 шт., шайбы 4 шт. и гайки 4 шт.	10
Взять упор	0,8
Осмотреть упор	0,3
Установить упор на чугунную опору при помощи винта 4 шт.	2
Взять направляющую гидроцилиндра	0,6
Осмотреть направляющую гидроцилиндра	0,3

Продолжение таблицы 3

Содержание основных и вспомогательных переходов	Время операции t_{on} , мин
Установить направляющую гидроцилиндра на лист металла к чугунной опоре при помощи болтов 2 шт.	6
Взять гидроцилиндр	0,8
Осмотреть гидроцилиндр	0,3
Установить гидроцилиндр между 2 двутаврами	20
Зафиксировать гидроцилиндр при помощи болта, шайбы и гайки	2
Взять крюк	0,3
Осмотреть крюк	0,2
Установить крюк на конце гидроцилиндра при помощи болта и шайбы	2
Узловая сборка шредера для измельчения шин	
Взять металлическое основание	0,8
Осмотреть металлическое основание	0,4
Взять короб для загрузки шин	0,3
Осмотреть короб для загрузки шин	0,2
Установить короб для загрузки шин на металлическое основание при помощи болта 10 шт., шайбы 10 шт. и гайки 10 шт.	75
Взять подшипниковый узел 4 шт.	0,5
Осмотреть подшипниковый узел 4 шт.	0,3
Установить подшипниковый узел 4 шт. на металлическое основание при помощи болтов 8 шт.	20
Взять героторный мотор 2 шт. с крепежной пластиной	0,4
Осмотреть героторный мотор 2 шт. с крепежной пластиной	0,3
Установить героторный мотор 2 шт. с крепежной пластиной на металлическое основание	10
Взять валы шредера в сборе 2 шт.	0,9
Осмотреть валы шредера в сборе 2 шт.	0,4
Установить валы шредера в сборе 2 шт. в подшипниковые опоры 4 шт.	45
Зафиксировать валы шредера в сборе 2 шт. при помощи гайки	6
Взять звездочку 2 шт.	0,4
Осмотреть звездочку 2 шт.	0,3
Установить звездочку 2 шт. на вал шредера в сборе 2 шт.	14
Общая сборка	
Взять прицеп МЗСА Н 6121-2.35	0,9
Осмотреть прицеп МЗСА Н 6121-2.35	0,3
Установить на прицеп МЗСА Н 6121-2.35 металлическое основание	75
Взять поворотную опору	0,4
Осмотреть поворотную опору	0,3
Установить поворотную опору на металлическое основание прицепа при помощи болтов 12 шт.	45
Закрепить на поворотной опоре устройства для выдергивания корда из шин в сборе при помощи болтов 8 шт. и шак 8 шт.	35
Установить шредер для измельчения шин на металлическое основание прицепа при помощи болтов 12 шт.	40
Взять гидравлическую станцию с бензиновым двигателем	0,5

Продолжение таблицы 3

Содержание основных и вспомогательных переходов	Время операции t_{on} , мин
Осмотреть гидравлическую станцию с бензиновым двигателем	0,3
Установить гидравлическую станцию с бензиновым двигателем на металлическое основание прицепа при помощи болтов 4 шт.	10
Взять пульт управления	0,4
Осмотреть пульт управления	0,3
Установить пульт управления на металлическое основание прицепа при помощи болтов 4 шт.	25
Взять рукава высокого давления 4 шт.	0,4
Выполнить подключение гидравлических механизмов к пультау управления	80
Собранную установку-прицеп испытать в дорожных условиях	120
Итого:	634,6

3.2 Определение трудоемкости сборки

«Определяем общее оперативное время на все виды работ по формуле:

$$t_{on}^{общ} = \sum t_{on1} + t_{on2} + \dots + t_{on_n}. \quad (26)$$

Определяем суммарную трудоемкость сборки изделия по формуле:

$$t_{um}^{общ} = t_{on}^{общ} + t_{on}^{общ} \cdot \left(\frac{\alpha + \beta}{100} \right), \quad (27)$$

где α – часть оперативного времени на организационно-техническое обслуживание рабочего места в процентах и принимается в диапазоне от 2 до 3%, принимаем 3%;

β – часть оперативного времени для перерыва и отдыха в процентах, которая принимается в диапазоне от 4 до 6%, принимаем 5%» [5].

$$t_{um}^{общ} = 8,9 + 8,9 \cdot \left(\frac{3+5}{100} \right) = 9,612 \text{ мин.}$$

3.3 Составление технологического процесса сборки установки-прицепа для утилизации шин

Последовательность технологических операций с указанием приспособлений и затрачиваемого на выполнение операций времени заносим в таблицу 4.

Таблица 4 – Технологический процесс сборки установки-прицепа для утилизации шин

№ операции	Операция	№ позиции	Содержание операций, переходов	Приспособление, оборудование, инструмент	Время мин.
Узловая сборка навеса для прицепа					
005	Сборочная	1	Взять тент	Сварочный аппарат, гайковерт, набор головок, рожковые ключи	62
		2	Осмотреть тент		
		3	Установить тент на подвижную рамку левую		
		4	Зафиксировать тент		
		5	Установить тент на подвижную рамку правую		
		6	Зафиксировать тент		
		7	Установить тент на каркасе для крыши		
Узловая сборка устройства для выдергивания корда из шин					
010	Сборочная	1	Взять лист металла	Сварочный аппарат, гайковерт, набор головок, рожковые ключи	74,4
		2	Осмотреть лист металла		
		3	Закрепить на листе металла двутавр 2 шт. при помощи болта 6 шт. и гайки 6 шт.		
		4	Взять чугунную опору		
		5	Осмотреть чугунную опору		
		6	Установить чугунную опору на лист металла		
		7	Зафиксировать чугунную опору при помощи болта 4 шт., шайбы 4 шт. и гайки 4 шт.		

Продолжение таблицы 4

№ операции	Операция	№ позиции	Содержание операций, переходов	Приспособление, оборудование, инструмент	Время мин.
		8	Взять упор		
		9	Осмотреть упор		
		10	Установить упор на чугунную опору при помощи винта 4 шт.		
		11	Взять направляющую гидроцилиндра		
		12	Осмотреть направляющую гидроцилиндра		
		13	Установить направляющую гидроцилиндра на лист металла к чугунной опоре при помощи болтов 2 шт.		
		14	Взять гидроцилиндр		
		15	Осмотреть гидроцилиндр		
		16	Установить гидроцилиндр между 2 двугавами		
		17	Зафиксировать гидроцилиндр при помощи болта, шайбы и гайки		
		18	Взять крюк		
		19	Осмотреть крюк		
		20	Установить крюк на конце гидроцилиндра при помощи болта и шайбы		
Узловая сборка шредера для измельчения шин					
015	Сборочная	1	Взять металлическое основание	Сварочный аппарат, гайковерт, набор головок, рожковые ключи	175,2
		2	Осмотреть металлическое основание		
		3	Взять короб для загрузки шин		
		4	Осмотреть короб для загрузки шин		
		5	Установить короб для загрузки шин на		

Продолжение таблицы 4

№ операции	Операция	№ позиции	Содержание операций, переходов	Приспособление, оборудование, инструмент	Время мин.
		6	металлическое основание при помощи болта 10 шт., шайбы 10 шт. и гайки 10 шт.		
		7	Взять подшипниковый узел 4 шт.		
		8	Осмотреть подшипниковый узел 4 шт.		
		9	Установить подшипниковый узел 4 шт. на металлическое основание при помощи болтов 8 шт.		
		10	Взять героторный мотор 2 шт. с крепежной пластиной		
		11	Осмотреть героторный мотор 2 шт. с крепежной пластиной		
		12	Установить героторный мотор 2 шт. с крепежной пластиной на металлическое основание		
		13	Взять валы шредера в сборе 2 шт.		
		14	Осмотреть валы шредера в сборе 2 шт.		
		15	Установить валы шредера в сборе 2 шт. в подшипниковые опоры 4 шт.		
		16	Зафиксировать валы шредера в сборе 2 шт. при помощи гайки		
		17	Взять звездочку 2 шт.		
		18	Осмотреть звездочку 2 шт.		
		19	Установить звездочку 2 шт. на вал шредера в сборе 2 шт.		
Общая сборка					
020	Сборочная	1	Взять прицеп МЗСА Н 6121-2.35	Сварочный аппарат,	313,8

Продолжение таблицы 4

№ операции	Операция	№ позиции	Содержание операций, переходов	Приспособление, оборудование, инструмент	Время мин.
		2	Осмотреть прицеп МЗСА Н 6121-2.35	гайковерт, набор головок, рожковые ключи, газовый ключ, разводной ключ	
		3	Установить на прицеп МЗСА Н 6121-2.35 металлическое основание		
		4	Взять поворотную опору		
		5	Осмотреть поворотную опору		
		6	Установить поворотную опору на металлическое основание прицепа при помощи болтов 12 шт.		
		7	Закрепить на поворотной опоре устройства для выдергивания корда из шин в сборе при помощи болтов 8 шт. и шак 8 шт.		
		8	Установить шредер для измельчения шин на металлическое основание прицепа при помощи болтов 12 шт.		
		9	Взять гидравлическую станцию с бензиновым двигателем		
		10	Осмотреть гидравлическую станцию с бензиновым двигателем		
		11	Установить гидравлическую станцию с бензиновым двигателем на металлическое основание прицепа при помощи болтов 4 шт.		
		12	Взять пульт управления		

Продолжение таблицы 4

№ операции	Операция	№ позиции	Содержание операций, переходов	Приспособление, оборудование, инструмент	Время мин.
		13	Осмотреть пульт управления		
		14	Установить пульт управления на металлическое основание прицепа при помощи болтов 4 шт.		
		15	Взять рукава высокого давления 4 шт.		
		16	Выполнить подключение гидравлических механизмов к пульту управления		
025	Регулировочная	1	Собранную установку-прицеп испытать в дорожных условиях		120

Выводы по разделу.

В разделе «Технологический раздел» выполнено обоснование выбора технологического процесса, определена трудоемкость сборки, составлен технологический процесс сборки установки-прицепа для утилизации шин.

4 Безопасность и экологичность проекта

4.1 Конструктивно-технологическая и организационно-техническая характеристика технологического процесса переработки шины на установке-прицепе для утилизации шин

Для описания конструктивно-технологической и организационно-технической характеристики технологического процесса переработки шины на установке-прицепе для утилизации шин составлен технологический паспорт, представленный в таблице 5.

Таблица 5 – Технологический паспорт технологического процесса переработки шины на установке-прицепе для утилизации шин

Технологический процесс	Технологическая операция, вид выполняемых работ	Наименование должности работника, выполняющего технологический процесс, операцию	Оборудование, техническое устройство, приспособление	Материалы, вещества
Переработка шины на установке-прицепе для утилизации шин	1 Подготовка установки-прицепа к работе. 2 Запуск бензинового двигателя. 3 Установка шины на выдергиватель. 4 Вытягивание корда из шины. 5 Измельчение шины в шредере. 6 Погрузка измельченной шины в кузов самосвала	Слесарь 3 разряда	Установка-прицеп для утилизации шин, лопата	Спецодежда, перчатки, бензин для установки-прицепа

4.2 Идентификация профессиональных рисков

Идентификация профессиональных рисков является частью процесса, используемого для оценки того, может ли какая-либо конкретная ситуация, предмет, вещь и так далее причинить вред. Для описания всего процесса часто используется термин «оценка риска», который включает в себя следующие этапы:

- выявление опасностей и факторов риска, которые могут причинить вред (идентификация опасностей);
- анализ и оценка риска, связанного с этой опасностью;
- определение подходящих способов устранения опасности или управления риском, когда опасность не может быть устранена (управление риском).

Сводная информация по идентификации профессиональных рисков при технологическом процессе переработки шины на установке-прицепе для утилизации шин представлена в таблице 6.

Таблица 6 – Идентификация профессиональных рисков

Выполняемая работа	ОиВПФ в соответствии с ГОСТ 12.0.003-2015 ССБТ «Опасные и вредные производственные факторы. Классификация»	Источник возникновения ОиВПФ
1 Подготовка установки-прицепа к работе. 2 Запуск бензинового двигателя. 3 Установка шины на выдергиватель. 4 Вытягивание корда из шины. 5 Измельчение шины в шредере. 6 Погрузка измельченной шины в кузов самосвала	Движущиеся машины и механизмы, подвижные части производственного оборудования Острые кромки, заусенцы и шероховатость на поверхностях технологического оборудования	Установка-прицеп для утилизации шин, технологическое оборудование шиномонтажного участка Детали и агрегаты установки-прицепа для утилизации шин, металлический корд, извлеченный из шин

Продолжение таблицы 6

Выполняемая работа	ОиВПФ в соответствии с ГОСТ 12.0.003-2015 ССБТ «Опасные и вредные производственные факторы. Классификация»	Источник возникновения ОиВПФ
	Повышенный уровень шума	Установка-прицеп для утилизации шин, технологическое оборудование шиномонтажного участка
	Запыленность и загазованность воздуха	Поднимающаяся пыль от инструмента, ног, транспорта
	Динамические нагрузки. Статические, связанные с рабочей позой	Однообразно повторяющиеся технологические операции
	Напряжение зрительных анализаторов	
	Монотонность труда, вызывающая монотонию	

4.3 Методы и средства снижения профессиональных рисков

«В обязанности работодателя входит обеспечение мероприятий, направленных на улучшение условий труда, в том числе разработанных по результатам специальной оценки условий труда (Федеральный закон «О специальной оценке условий труда» от 28.12.2013 № 426-ФЗ). Работодатель должен направлять на эти цели, согласно статье 226 «Финансирование мероприятий по улучшению условий и охраны труда» Трудового кодекса РФ, не менее 0,2% суммы затрат на производство продукции (работ, услуг).

Специальная оценка условий труда является единым комплексом последовательно осуществляемых мероприятий по идентификации ОиВПФ производственной среды и трудового процесса и оценке уровня их воздействия на работника с учетом отклонения их фактических значений от

установленных уполномоченным Правительством Российской Федерации федеральным органом исполнительной власти нормативов (гигиенических нормативов) условий труда и применения средств индивидуальной и коллективной защиты работников» [27].

«Основные мероприятия:

- проведение специальной оценки условий труда позволяет оценить условия труда на рабочих местах и выявить О и ВПФ и тем самым выполнить обязанности работодателя, предусмотренные ТК РФ;
- 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;
- устройство новых и (или) модернизация имеющихся средств коллективной защиты работников от воздействия опасных и вредных производственных факторов;
- приведение уровней естественного и искусственного освещения на рабочих местах, в бытовых помещениях, местах прохода работников в соответствие с действующими нормами;
- 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;
- обеспечение хранения средств индивидуальной защиты, а также ухода за ними (своевременная химчистка, стирка, дегазация, дезактивация, дезинфекция, обезвреживание, обеспыливание, сушка), проведение ремонта и замена СИЗ;

- 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;
- обучение лиц, ответственных за эксплуатацию опасных производственных объектов;
- 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» [26].

В целях частичного снижения или полного устранения обнаруженных ОВПФ выбираем организационно-технические методы и средства с учетом действующих на данный момент времени требований нормативных документов.

Мероприятия по снижению профессиональных рисков представлены в таблице 7.

Таблица 7 – Мероприятия по снижению профессиональных рисков

ОиВПФ	Организационно-технические методы и технические средства (способы, технические устройства) защиты, частичного снижения или полного устранения ОиВПФ	Средства индивидуальной защиты
«Движущиеся машины и механизмы, подвижные части оборудования»	Организационно-технические мероприятия: <ul style="list-style-type: none"> – инструктажи по охране труда; – содержание технических устройств в надлежащем состоянии 	Спецодежда, соответствующая выполняемой работе (спецобувь, спецодежда, средства защиты органов дыхания, зрения, слуха)» [27].
«Острые кромки, заусенцы и шероховатость на поверхностях»	Выполнение на регулярной основе планово-предупредительного обслуживания. Эксплуатация технологического	Спецодежда, соответствующая выполняемой работе (спецобувь, спецодежда,

Продолжение таблицы 7

ОиВПФ	Организационно-технические методы и технические средства (способы, технические устройства) защиты, частичного снижения или полного устранения ОиВПФ	Средства индивидуальной защиты
автомобиля	<p>оборудования в строгом соответствии с инструкцией. Санитарно-гигиенические мероприятия:</p> <ul style="list-style-type: none"> – обеспечение работника СИЗ, смывающими и обеззараживающими средствами; – предохранительные устройства для предупреждения перегрузки оборудования; – знаки безопасности, цвета, разметка по ГОСТ 12.4.026-2015; – обеспечение дистанционного управления оборудованием 	средства защиты органов дыхания, зрения, слуха) » [23].
«Повышенный уровень шума	<p>Применение звукоизоляции, звукопоглощения, демпфирования глушителей шума (активных, резонансных, комбинированных); группировка шумных помещений в одной зоне здания и отделение их коридорами; введение регламентированных дополнительных перерывов; проведение обязательных и медосмотров</p>	Защитные противошумные наушники, беруши противошумные» [27].
«Напряжение зрительных анализаторов. Статические нагрузки, связанные с рабочей позой	<p>Оздоровительно-профилактические мероприятия:</p> <ul style="list-style-type: none"> – медицинские осмотры (предварительный (при поступлении на работу) и периодические (в течение трудовой деятельности) и других медицинских осмотров согласно ст. 212 ТК РФ; – правильное оборудование рабочих мест, обеспечение технологической и организационной оснащенности средствами комплексной и малой механизации; используемые в работе 	–

Продолжение таблицы 7

ОиВПФ	Организационно-технические методы и технические средства (способы, технические устройства) защиты, частичного снижения или полного устранения ОиВПФ	Средства индивидуальной защиты
	оборудование и предметы должны быть удобно и рационально расположены на столе» [26].	
«Монотонность труда	<ul style="list-style-type: none"> – объединение малосодержательных операций в более сложные и разнообразные: длительность объединенных операций не должна превышать 10-12 мин, иначе это повлечет снижение производственных показателей; – чрезмерное укрупнение операций может не соответствовать уровню квалификации работника. При совмещении профессий следует учитывать перенос (положительное) и взаимодействие навыков новой и совмещаемой профессии. Должны загружаться различные психофизиологические функции работника» [8]. – «отбор работников на основе учета их индивидуальных психофизиологических особенностей; разработку и регулярное – применение систем морального и материального стимулирования; – усложнение обязанностей в процессе дежурства, а именно выполнение дополнительных задач по изучению техники, ведение записей в журнале; – выбор компромиссной продолжительности периодического дежурства исходя из назначения системы человек-машина; 	–

Продолжение таблицы 7

ОиВПФ	Организационно-технические методы и технические средства (способы, технические устройства) защиты, частичного снижения или полного устранения ОиВПФ	Средства индивидуальной защиты
	– установление оптимальной длительности ежесуточного пассивного отдыха (сна без перерывов) не менее 7 час (при отсутствии экстренной необходимости его прерывания); чередование пассивного отдыха с активным» [10].	

4.4 Обеспечение пожарной безопасности технического объекта

Проводим идентификацию источников потенциального возникновения класса пожара и выявленных опасных факторов пожара (таблица 8).

Таблица 8 – Идентификация классов и опасных факторов пожара

Участок и оборудование	Класс пожара	Опасные факторы пожара	Сопутствующие проявления факторов пожара
«Шиномонтажный участок. Технологическое оборудование, применяемое в шиномонтажном участке	В	Пламя и искры, повышенная температура окружающей среды, повышенная концентрация токсичных продуктов горения и термического разложения	Образующиеся в процессе пожара осколки, части разрушившихся строительных зданий, инженерных сооружений, оборудования, технологических установок» [19].

Система пожаротушения является неотъемлемой частью любой противопожарной инфраструктуры. «Пожаротушение» – собирательный термин для любой инженерной группы подразделений, предназначенных для тушения пожара. Это может быть достигнуто применением огнетушащего вещества, такого как вода, пена или химические соединения.

В статье 42 Федерального закона «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» от 22.07.2008 г. № 123-ФЗ представлена классификация пожарной техники:

- «системы, установки АПС (автоматическая пожарная сигнализация), АУПТ (автоматическая установка пожаротушения), СОУЭ (системы оповещения и управления эвакуацией), пожарной связи, автоматики;
- первичные: мобильные средства пожаротушения (все виды огнетушителей, пожарные краны, пожарный инвентарь);
- пожарное оборудование;
- средства индивидуального/группового самоспасения (далее – СИЗ), защиты органов дыхания;
- ручной, механизированный инструмен» [8].

«Выполним классификацию средств пожаротушения применяемых для данного технического объекта:

- первичные средства пожаротушения – внутренний пожарный кран, щит пожарный с песком и инвентарем (лом, багор пожарный, топор, комплект для резки электропроводов, лопата совковая, полотно асбестовое), универсальный огнетушитель порошковый ОП-10 – 1 шт., воздушно-пенный огнетушитель ОВП-12 – 1шт.;
- мобильные средства пожаротушения предназначены для тушения пожаров с возможностью перемещения (мотопомпа для тушения возгораний);
- стационарные средства пожаротушения состоят из трубопроводов, в случае с наполнением из воды, пара или пены. Система трубопроводов соединяет автоматические устройства и оборудование. Приборы реагируют на повышенную температуру, сигнал передается на датчики. Затем происходит включение насосов, подающих воду» [8].

Выполним разработку мероприятий по соблюдению требований пожарной безопасности в целях обеспечения пожарной безопасности, определяющих порядок поведения людей, порядок организации производства и (или) содержания территорий.

Перечень мероприятий по пожарной безопасности при технологическом процессе переработки шины на установке-прицепе для утилизации шин представлен в таблице 9.

Таблица 9 – Перечень мероприятий по пожарной безопасности при технологическом процессе переработки шины на установке-прицепе для утилизации шин

Мероприятия, направленные на предотвращение пожарной опасности и обеспечению пожарной безопасности	Предъявляемые требования к обеспечению пожарной безопасности
«Наличие сертификата соответствия продукции требованиям пожарной безопасности»	Все приобретаемое оборудование должно в обязательном порядке иметь сертификат качества и соответствия» [27]
«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» [28]
«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» [27]
«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» [29].
«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»	Не допускается использование неисправных средств пожаротушения также средств с истекшим сроком действия» [15]
«Разработка плана эвакуации при пожаре в соответствии с требованиями статьи 6.2 ГОСТ Р 12.2.143–2009, ГОСТ 12.1.004–91 ССБТ»	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» [28]

4.5 Обеспечение экологической безопасности рассматриваемого технологического процесса переработки шины на установке-прицепе для утилизации шин

Выполняем идентификацию негативных (вредных, опасных) экологических факторов, возникающих при технологическом процессе переработки шины на установке-прицепе для утилизации шин и сведем их в таблицу 10.

Таблица 10 – Идентификация негативных (вредных, опасных) экологических факторов

Технологический процесс	Антропогенное воздействие на окружающую среду:		
	атмосферу	гидросферу	литосферу
«Переработка шины на установке-прицепе для утилизации шин»	Мелкодисперсная пыль в воздушной среде, испарения смазочно-охлаждающей жидкости с поверхности новых деталей	–	Спецодежда пришедшая в негодность, твердые бытовые / коммунальные отходы коммунальный мусор»)» [29].

«Выполним разработку экологических факторов, возникающих при технологическом процессе переработки шины на установке-прицепе:

- атмосферу – применение фильтрующих элементов в вытяжных устройствах и своевременная их замена;
- гидросферу – контроль за процессами утилизации и захоронения выбросов, стоков и осадков сточных вод. Персональная ответственность за охрану окружающей среды;
- литосферу – спецодежда, пришедшая в негодность, применяется как вторичное сырье при производстве ветоши, металлический лом, стружка отправляется на переплавку, твердые бытовые / коммунальные отходы сортируются и перерабатываются / сжигаются, отработанное масло собирается и перерабатывается» [23]

Выводы по разделу.

В разделе «Безопасность и экологичность технического объекта»:

- разработан Технологический паспорт технологического процесса переработки шины на установке-прицепе для утилизации шин (таблица 5);
- выявлены профессиональные риски при технологическом процессе переработки шины на установке-прицепе для утилизации шин (таблица 6) и определены методы и средства их снижения (таблица 7);
- идентифицирован класс и опасные факторы пожара, разработаны мероприятия по обеспечению пожарной безопасности при технологическом процессе переработки шины на установке-прицепе для утилизации шин (таблицы 8, 9);
- идентифицированы экологические факторы, возникающие при технологическом процессе переработки шины на установке-прицепе для утилизации шин и разработаны мероприятия по их снижению (таблица 10).

5 Экономическая эффективность проекта

«Для определения финансовых затрат на разработку конструкции стенда установки-прицепа для утилизации шин воспользуемся формулой:

$$C_{\text{кон}} = C_{\text{к.д}} + C_{\text{о.д}} + C_{\text{сб.п}} + C_{\text{п.д}} + C_{\text{о.н}}, \quad (28)$$

где $C_{\text{к.д}}$ – стоимость изготовления корпусных деталей, р.;

$C_{\text{о.д}}$ – затраты на изготовление оригинальных деталей, р.;

$C_{\text{сб.п}}$ – полная заработная плата производственных рабочих, занятых на сборке, р.;

$C_{\text{п.д}}$ – цена покупных деталей, изделий, агрегатов, р.;

$C_{\text{о.н}}$ – общепроизводственные накладные расходы на изготовление конструкции, р.» [11].

«Стоимость изготовления корпусных деталей рассчитывается по формуле:

$$C_{\text{к.д}} = Q_{\text{к}} \cdot C_{\text{к}}, \quad (29)$$

где $Q_{\text{к}}$ – масса материала, израсходованного на изготовление корпусных деталей, кг;

$C_{\text{к}}$ – средняя стоимость 1 кг готовых деталей, р./кг» [23].

В таблице 11 представлена стоимость изготовления корпусных деталей.

Таблица 11 – Стоимость изготовления корпусных деталей

Деталь	Марка металла	Масса материала заготовок, кг	Масса деталей, кг	Цена за 1 кг, руб.	Сумма, руб.
Рама из стандартного проката (прямоугольный профиль)	Ст3	250	250	78,8	19700
Итого:	–	–	–	–	19700

$$C_{к.д} = 250 \cdot 78,8 = 19700 \text{ р.}$$

«Затраты на изготовление оригинальных деталей определяем по формуле:

$$C_{о.д} = C_{п.р.н} + C_{м}, \quad (30)$$

где $C_{п.р.н}$ – заработная плата производственных рабочих, занятых на изготовление оригинальных деталей, с учетом дополнительной зарплаты и отчислений, р.;

$C_{м}$ – стоимость материала заготовок для изготовления оригинальных деталей, р.» [11].

«Зарботную плату рассчитываем по формуле:

$$C_{п.р.} = t \cdot C_{ч} \cdot k_t, \quad (31)$$

где t – средняя трудоемкость на изготовление отдельных элементов: станины для установки для выдергивания корда – 3,5 чел.-ч., валов шредера для измельчения шин с дисками – 2,4 чел.-ч..

$$t = (1 \cdot t_{уст. \text{ для выдергивания корда}} + 1 \cdot t_{шредер}),$$

$$t = 1 \cdot 3,5 + 2 \cdot 2,4 = 8,3 \text{ чел.-ч.}$$

$C_{ч}$ – часовая ставка рабочих, отчисляемая по среднему разряду, р./ч;

k_t – коэффициент, учитывающий доплаты к основной зарплате, принимаем равным 1,030» [11].

«Тарифная ставка определяется на основании минимального размера оплаты труда (далее – МРОТ). Для Самарской области с 1 июня 2022 года МРОТ составляет 15279 р.

Принимаем тарифную ставку из учета МРОТ для первого разряда: $15279/(7 \cdot 21) = 103,94$ р./ч. Для остальных разрядов с учётом тарифной сетки: I – 1,0; II – 1,12; III – 1,26; IV – 1,42; V – 1,60; VI – 1,80» [11].

Дальнейшие расчёты ведём по IV разряду: $103,94 \cdot 1,42 = 147,59$ р./ч.

$$C_{\text{пр}} = 8,3 \cdot 147,59 \cdot 1,03 = 1261,74 \text{ р.}$$

Определяем дополнительную заработную плату по формуле:

$$C_{\text{д}} = (5 \dots 12) \cdot C_{\text{пр}} / 100, \quad (32)$$

$$C_{\text{д}} = 10 \cdot 1261,74 / 100 = 126,17 \text{ р.}$$

Начисления на заработную плату определяем по формуле:

$$C_{\text{соц}} = 30 \cdot (C_{\text{пр}} + C_{\text{д}}) / 100, \quad (33)$$

$$C_{\text{соц}} = 30 \cdot (1261,74 + 126,17) / 100 = 416,3 \text{ р.,}$$

$$C_{\text{сгр}} = 1261,74 + 126,17 + 416,3 = 1804,21 \text{ р.}$$

В таблице 12 представлена заработная плата на изготовление оригинальных деталей.

Таблица 12 – Заработная плата на изготовление оригинальных деталей

Значение	Сумма, руб.
Заработная плата	1261,74
Дополнительная заработная плата	126,17
Начисления на заработную плату	416,3
Итого:	1804,21

«Стоимость материала заготовок для изготовления оригинальных деталей определяем по формуле:

$$C_M = C \cdot Q_3, \quad (34)$$

где C – цена 1 кг материала заготовок, р./кг;

Q_3 – масса заготовки, кг» [11].

В таблице 13 представлена стоимость материала для изготовления оригинальных деталей.

Таблица 13 – Стоимость материала заготовок на изготовление оригинальных деталей

Наименование детали	Материал	Количество, шт.	Общая масса материала, кг	Цена за 1 кг, руб.	Сумма, руб.
Станина установки для выдергивания корда	Ст3	1	120	78,8	1418,4
Валы шредера с дисками для измельчения шин	Сталь 45	1	100	67,2	6720
Итого:	–	–	–	–	8138,4

$$C_M = 120 \cdot 78,8 + 100 \cdot 67,2 = 8138,4 \text{ р.}$$

$$C_{O,Д} = 1804,21 + 8138,4 = 6363,84 \text{ р.}$$

«Полная заработная плата производственных рабочих, занятых на сборке определяется по формуле:

$$C_{СБ.П} = C_{СБ} + C_{Д.СБ} + C_{СОЦ.СБ}, \quad (35)$$

где $C_{СБ}$ – основная заработная плата рабочих, занятых на сборке, р.;

$C_{д.сб}$ – дополнительная заработная плата рабочих, занятых на сборке, р.;

$C_{соц.сб}$ – страховые взносы в фонды, р» [11].

«Основная заработная плата рабочих, занятых на сборке рассчитывается по формуле:

$$C_{сб} = T_{сб} \cdot C_{д.сб} \cdot k_t, \quad (36)$$

где $T_{сб}$ – нормативная трудоемкость на сборку конструкции, чел.-ч.

Значение определяем по формуле:

$$T_{сб} = k_c \cdot \Sigma t_{сб}, \quad (37)$$

где $t_{сб}$ – трудоемкость сборки составных частей, чел.-ч ;

k_c – коэффициент, учитывающий непредусмотренные работы, 1,1...1,5» [11].

По справочным данным принимаем трудоемкость сборки составных частей равной 11 чел.-ч.

$$T_{сб} = 1,25 \cdot 11 = 13,75 \text{ чел.-ч.}$$

Тогда заработная плата производственных рабочих, занятых на сборке определится:

$$C_{сб} = 13,75 \cdot 147,59 \cdot 1,03 = 2090,24 \text{ р.,}$$

$$C_{д.сб} = 0,1 \cdot 2090,24 = 209,02 \text{ р.,}$$

$$C_{соц.сб} = 0,3 \cdot (2090,24 + 209,02) = 689,77 \text{ р.}$$

$$C_{CB,П} = 2090,24 + 209,02 + 689,77 = 2898,03 \text{ р.}$$

В таблице 14 представлена полная заработная плата производственных рабочих, занятых на сборке.

Таблица 14 – Полная заработная плата производственных рабочих, занятых на сборке

Значение	Сумма, руб.
Основная заработная плата	2090,24
Дополнительная заработная плата	209,02
Страховые взносы в фонды	689,77
Итого	2898,03

«Общепроизводственные накладные расходы на изготовление приспособления определяем по формуле:

$$C_{OH} = \frac{(C'_{ПР} \cdot R_{OH})}{100}, \quad (38)$$

где $C'_{ПР}$ – основная заработная плата производственных рабочих, участвующих в изготовлении, р.;

R_{OH} – процент общепроизводственных накладных расходов, %» [11].

$$C'_{ПР} = (C_{ПР} + C_{CB}). \quad (38)$$

Подставив числовые значения получим:

$$C'_{ПР} = 1261,74 + 2090,24 = 3351,98 \text{ р.}$$

$$C_{OH} = \frac{(3351,98 \cdot 15)}{100} = 502,79 \text{ р.}$$

Для данной конструкции необходимо приобрести следующие компоненты: прицеп – 1 шт., цепь – 2 шт., поворотный круг – 1 шт.,

гидроцилиндр – 2 шт., гидравлическую станцию с бензиновым двигателем – 1 шт., пульт управления – 1 шт., а также метизы. Перечень покупных деталей представлен в таблице 15 [14].

Таблица 15 – Затраты по статье «Материалы» на конструкторскую разработку

Значение	Количество, шт.	Цена, руб.	Сумма, руб.
Прицеп	1	220000	220000
Цепь	2	2600	5200
Гидроцилиндр	2	12000	24000
Поворотный круг	1	8500	8500
Гидравлическая станция с бензиновым двигателем	1	66000	66000
Пульт управления	1	32000	32000
Болт	65	3,2	208
Гайка	65	2,9	188,5
Шайба	30	2,3	69
Грунт-эмаль	1	1020	1020
Краска акриловая по металлу Hammerite	1	2670	2670
Итого:			359855,5

$$C_{\text{ИД}} = 220000 + 5200 + 24000 + 8500 + 66000 + 32000 + 208 + 188,5 + 69 + 1020 + 2670 = 359855,5 \text{ р.}$$

Определим затраты на изготовление конструкции и сведем их в таблицу 16.

$$C_{\text{КОН}} = 19700 + 6363,84 + 2898,03 + 502,79 + 359855,5 = 389320,16 \text{ р.}$$

Таблица 16 – Затраты на изготовление конструкции

Значение	Сумма, руб.
Стоимость изготовления корпусных деталей	19700
Затраты на изготовление оригинальных деталей	6363,84
Затраты на сборку	2898,03
Общепроизводственные накладные расходы	502,79
Стоимость покупных изделий (деталей)	359855,5
Итого:	389320,16

Общие затраты на изготовление конструкции установки-прицепа для утилизации шин равны 389320,16 руб.

Далее рассчитаем годовую экономию, годовой экономический эффект и срок окупаемости разработки.

«Годовая экономия от снижения себестоимости при внедрении конструкции составит:

$$\mathcal{E}_Г = C_{ПР} - C_{КОН}, \quad (40)$$

где $C_{ПР}$ – стоимость прототипа, р.» [11];

$$\mathcal{E}_Г = 650700 - 389320,16 = 261379,84 \text{ р.}$$

Срок окупаемости определяем по формуле:

$$O_{ОК} = \frac{C_{КОН}}{\mathcal{E}_Г}, \quad (41)$$

$$O_{ОК} = \frac{389320,16}{261379,84} = 1,49 \text{ года.}$$

Годовой экономический эффект от внедрения конструкции составит:

$$\mathcal{E}_{ЭФ} = \mathcal{E}_Г - 0,15 \cdot C_{КОН} \quad (42)$$

$$\mathcal{E}_{ЭФ} = 261379,84 - 0,15 \cdot 389320,16 = 202981,81 \text{ р.}$$

В таблице 17 представлены основные показатели проекта.

Таблица 17 – Основные показатели проекта

Показатели	Единица измерения	Значение	
		До внедрения	После внедрения
Стоимость изготовления конструкции	р.	650700	389320,16
Экономия от снижения себестоимости при внедрении конструкции	р.	–	261379,84
Экономический эффект	р.	–	202981,81
Срок окупаемости	год	–	1,49

Выводы по разделу.

В разделе «Экономическая эффективность проекта» определена эффективность разработки установки-прицепа для утилизации шин с экономической стороны.

Стоимость разработки установки-прицепа для утилизации шин составляет 389320,16 р., срок окупаемости равен 1,49 года, что является допустимым для данной конструкции.

Заключение

В данном дипломном проекте была разработана конструкция установки-прицепа для утилизации шин.

В ходе выполнения выпускной квалификационной работы было сделано следующее:

- рассмотрены основные проблемы утилизации шин, выполнена классификация методов утилизации отработанной резины, отдельно рассмотрен механический способ утилизации отработанной резины, как наименее энергозатратный и простой вариант;
- составлены техническое задание и предложение на разработку конструкции установки-прицепа для утилизации шин;
- составлены техническое задание и предложение на разработку конструкции установки-прицепа для утилизации шин, выполнен подбор гидроцилиндра и расчет цепной передачи привода шредера. Разработанная конструкция установки-прицепа для утилизации шин уникальна в своем роде, проста в изготовлении и сборке, составляющие элементы конструкции доступны в продаже и легко заменяемы в случае ремонта, установка обладает оптимальными технико-экономическими характеристиками;
- выполнено обоснование выбора технологического процесса, определена трудоемкость сборки, составлен технологический процесс сборки установки-прицепа для утилизации шин;
- рассмотрены вопросы, касающиеся обеспечения безопасности, экологичности проекта;
- определена эффективность разработки установки-прицепа для утилизации шин с экономической стороны. Стоимость изготовления составляет 389320,16 р.

Список используемой литературы и используемых источников

1 Анурьев В. И. Справочник конструктора-машиностроителя : В 3-х т. / В. И. Анурьев. - 6-е изд., перераб. и доп. - М. : Машиностроение, 1982-. - 22 см. Т. 2. - М. : Машиностроение, 1982. - 584 с.

2 Блинов Е. И. Автомобиль и трактор: энергетика сложных механических систем [Текст] : учебное пособие для студентов вузов, обучающихся по специальности "Наземные транспортно-технологические средства" / Е. И. Блинов ; М-во образования и науки Российской Федерации, Федеральное гос. бюджетное образовательное учреждение высш. проф. образования Московский гос. ун-т приборостроения и информатики. - Москва : МГУПИ, 2014. - 113 с.

3 Брылев И. С. Расчет систем и механизмов транспортных средств : учебное пособие для студентов, магистров, аспирантов и преподавателей строительных, технических и автомобильно-дорожных университетов по направлению подготовки и специальностям: 15.03.03 (15.04.03)-"Прикладная механика", 23.03.03 (23.04.03)-"Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов", 23.03.01 (23.04.01)-"Технология транспортных процессов", 23.03.02 (23.04.02)-"Наземные транспортно-технологические комплексы", 23.05.01-"Наземные транспортно-технологические средства" / И. С. Брылев, С. А. Евтюков, П. А. Кравченко. - Санкт-Петербург : Петрополис, 2019. - 111 с.

4 Виноградов В. М. Ремонт и утилизация наземных транспортно-технологических средств [Текст] : учебное пособие : для студентов высших учебных заведений, обучающихся по направлениям подготовки 23.00.00 "Техника и технологии наземного транспорта", 20.05.01 "Наземные транспортно-технологические средства" (квалификация специалист) / В. М. Виноградов, А. А. Черепяхин, В. Ф. Солдатов. - Москва : КУРС : ИНФРА-М, 2016. - 344, [1] с.

5 Войнаш А. С. Конструкция, теория и расчет малогабаритных транспортно-технологических средств [Текст] : учебное пособие для студентов вузов, обучающихся по специальности "Наземные транспортно-технологические средства" / А. С. Войнаш, С. А. Войнаш, Т. А. Жарикова ; Министерство образования и науки Российской Федерации, ФГБОУ ВО "Алтайский государственный технический университет имени И. И. Ползунова", Рубцовский индустриальный институт. - Барнаул : Изд-во АлтГТУ, 2015. - 132 с.

6 Воронов Д. Ю. Разработка сборочных технологических процессов [Электронный ресурс] : электронное учебно-методическое пособие / Д. Ю. Воронов, А. В. Щипанов ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Тольяттинский государственный университет, Институт машиностроения, Кафедра "Оборудование и технологии машиностроительного производства". - Тольятти : Тольяттинский гос. ун-т, 2017. - 1 электрон. опт. диск (CD-ROM) : ил.; 12 см.

7 Герасимов М. Д. Конструкции наземных транспортно-технологических машин [Текст] : практикум : учебное пособие для студентов специальности 23.05.01 - "Наземные транспортно-технологические средства" / М. Д. Герасимов ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Белгородский государственный технологический университет им. В. Г. Шухова. - Белгород : Белгородский гос. технологический ун-т (БГТУ) им В. Г. Шухова, 2018. - 115 с.

8 Горина Л. Н., Фесина М. И. Раздел бакалаврской работы «Безопасность и экологичность технического объекта». Уч.-методическое пособие (2-е изд. Доп.). - Тольятти: изд-во ТГУ, 2021. - 22 с.

9 Горшкова О. О. Электрооборудование автомобиля [Текст] : учебное пособие для студентов вузов, обучающихся по специальности "Наземные транспортно-технологические средства" / О. О. Горшкова, Г. Н. Шпитко ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего

образования "Тюменский индустриальный университет". - Тюмень : ТИУ, 2016. - 333 с.

10 Губарев А. В. Конструирование и расчет наземных транспортно-технологических средств [Текст] : учебное пособие : для студентов вузов, обучающихся по специальности "Наземные транспортно-технологические средства" / А. В. Губарев, А. Г. Уланов ; М-во образования и науки Российской Федерации, Южно-Уральский гос. ун-т, Каф. "Колесные, гусеничные машины и автомобили". - Челябинск : Изд. центр ЮУрГУ, 2015. - 564, [1] с.

11 Демура Н. А. Экономика предприятия [Текст] : учебное пособие для студентов специальности 23.05.01 - Наземные транспортно-технологические средства и направления подготовки 15.03.02 - Технологические машины и оборудование / Н. А. Демура, Л. И. Ярмоленко ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Белгородский государственный технологический университет им. В. Г. Шухова. - Белгород : Белгородский гос. технологический ун-т им. В. Г. Шухова, 2018. - 124 с.

12 Ковальчук Л. И. Динамика и основы конструирования автомобильных двигателей [Текст] : учебное пособие по курсовому проектированию для студентов направления подготовки 23.03.03 «Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов», профилей подготовки «Автомобили и автомобильное хозяйство» и «Автомобильный сервис» всех форм обучения / Л. И. Ковальчук ; Федеральное агентство по рыболовству, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Калининградский государственный технический университет", Балтийская государственная академия рыбопромыслового флота. - Калининград : Изд-во БГАРФ, 2018. - 123 с.

13 Конструирование и эксплуатация транспортно-технологических машин [Текст] : учебное пособие для студентов вузов, обучающихся по специальности «Наземные транспортно-технологические средства» / [А. Ю.

Барыкин, Р. М. Галиев, А. Т. Кулаков и др.] ; Казанский федеральный университет, Набережночелнинский институт. – Казань : Изд-во Казанского ун-та, 2016. - 176 с.

14 Кудрявцев Е. М. Компьютерное моделирование, проектирование и расчет элементов машин и механизмов [Текст] : учебное пособие по направлению 25.05.01 "Наземные транспортно-технологические средства", профиль "Подъемно-транспортные, строительные, дорожные машины и оборудование" / Е. М. Кудрявцев. - Москва : АСВ, 2018. - 327 с.

15 Макридина М. Т. Проектирование металлических конструкций [Текст] : учебное пособие для студентов направления бакалавриата 23.03.02 - Наземные транспортно-технологические комплексы и специальности 23.05.01 - Наземные транспортно-технологические средства / М. Т. Макридина, А. А. Макридин ; М-во образования и науки Российской Федерации Белгородский гос. технологический ун-т им. В. Г. Шухова. - Белгород : Белгородский гос. технологический ун-т (БГТУ) им. В. Г. Шухова, 2014. - 170 с.

16 Михайлов В. А. Экологичные системы защиты воздушной среды объектов автотранспортного комплекса : учебное пособие для студентов вузов, обучающихся по специальности "Наземные транспортно-технологические средства" / В. А. Михайлов, Е. В. Сотникова, Н. Ю. Калпина. - 2-е изд., перераб. и доп. - Москва : ИНФРА-М, 2022. - 213 с.

17 Носов С. В. Конструкции наземных транспортно-технологических средств [Текст] : учебное пособие / С. В. Носов ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Липецкий государственный технический университет". - Липецк : Липецкий государственный технический университет, 2016. - 21 см.

18 Огороднов С. М. Конструкция автомобилей и тракторов [Текст] : учебное пособие для студентов, обучающихся по направлению подготовки 23.03.02 "Наземные транспортно-технологические комплексы" и

специальности 23.05.01 "Наземные транспортно-технологические средства" / С. М. Огороднов, Л. Н. Орлов, В. Н. Кравец ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Нижегородский государственный технический университет им. Р. Е. Алексеева". - Нижний Новгород : Нижегородский государственный технический университет им. Р. Е. Алексеева, 2017. - 284, [1] с.

19 Основы процесса производства и эксплуатации автомобилей и тракторов : учебное пособие : специальность 23.05.01 Наземные транспортно-технологические средства / Министерство сельского хозяйства Российской Федерации, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Саратовский государственный аграрный университет имени Н. И. Вавилова" ; составители: А. В. Русинов [и др.]. - Саратов : Амирит, 2022. - 116 с.

20 Перегудов Н. Е. Основы создания трехмерных моделей деталей и сборочных единиц автотракторной техники : учебное пособие / Н. Е. Перегудов ; Министерство науки и высшего образования Российской Федерации, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Липецкий государственный технический университет". - Липецк : Изд-во ЛГТУ, 2021. - 112 с.

21 Потапов С. И. Электрооборудование автомобилей и тракторов [Текст] : учебное пособие для студентов высших учебных заведений, обучающихся по специальности 23.05.01 "Наземные транспортно-технологические средства" / С. И. Потапов, Е. А. Чашин ; Федеральное гос. бюджетное образовательное учреждение высш. проф. образования "Ковровская гос. технологическая акад. им. В. А. Дегтярева". - Ковров : КГТА им. В. А. Дегтярева, 2014. - 87 с.

22 Русинов А. В. Основы дизайна в машиностроении : учебное пособие для студентов обучающихся в высших учебных учреждениях по направлению подготовки "Наземные транспортно-технологические

комплексы" и специальности "Наземные транспортно-технологические средства" / Русинов А. В. ; Министерство сельского хозяйства Российской Федерации, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Саратовский государственный аграрный университет имени Н. И. Вавилова". - Саратов : ФГБОУ ВО Саратовский ГАУ, 2018. - 101 с.

23 Савкин А. Н. Основы расчетов на прочность и жесткость типовых элементов транспортных средств [Текст] : учебное пособие для студентов высших учебных заведений, обучающихся по специальности 190109 "Наземные транспортно-технологические средства" / А. Н. Савкин, В. И. Водопьянов, О. В. Кондратьев ; М-во образования и науки Российской Федерации, Волгоградский гос. технический ун-т. - Волгоград : ВолгГТУ, 2014. - 211 с.

24 Черепанов Л. А. Наземные транспортно-технологические средства. Выполнение дипломного проекта : электронное учебно-методическое пособие / Л. А. Черепанов ; Министерство науки и высшего образования Российской Федерации, Тольяттинский государственный университет, Институт машиностроения. - Тольятти : Тольяттинский гос. ун-т, 2021. - 1 электрон. опт. диск (CD-ROM); 12 см.

25 Шубин А. А. Разработка технологического процесса изготовления детали [Текст] : учебное пособие к выполнению курсового проекта по дисциплине "Технология производства наземных транспортно-технологических средств" / А. А. Шубин ; Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования Московский государственный технический университет имени Н. Э. Баумана (Национальный исследовательский университет), Калужский филиал. - Калуга : Манускрипт, cop. 2018. - 65 с.

26 Garrett T.K. The Motor Vehicle / T.K Garrett, K. Newton, W. Steeds. 13th ed. - Oxford: Butterworth-Heinemann, 2014. - 1214 p.

27 Genta G. The Automotive Chassis. Vol. 2: System Design / Prof. Dr. Giancarlo Genta, Prof. Dr. Lorenzo Morello. - [Without locations], Netherlands : Springer Science+Business Media, 2009. - 832 p.

28 Jazar N.R. Vehicle Dynamics: Theory and Application. - New York: Springer, 2008. - 1015 p.

29 Wong, J.Y. Theory of ground vehicles .-2nd ed., NY, 2013. - 435 p.

30 Zanten A., Erhardt R., Pfaff G. An Introduction to Modern Vehicle Design /Edited by Julian Happian-Smith. Reed Educational and Professional Publishing Ltd 2012. - 600 p.

Приложение А
Спецификации

Формат Зона		Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Приме- чание	
							Перв. примен.
<i>Документация</i>							
A1			22.ДП.ПЭА.163.6101000.СБ	Сборочный чертеж	1		
<i>Сборочные единицы</i>							
		1	22.ДП.ПЭА.163.610101	Упор	1		
		2	22.ДП.ПЭА.163.610202	ГЦ2-80.50x1000.11 в сборе	1		
<i>Детали</i>							
		3	22.ДП.ПЭА.163.6101003	Крюк грузового выдерживателя	1		
		4	22.ДП.ПЭА.163.6102004	Двутавр 11 1450 мм	2		
		5	22.ДП.ПЭА.163.6102005	Пластина крепления гидроцилиндра	2		
		6	22.ДП.ПЭА.163.6102006	Ось крепления гидроцилиндра	1		
		7	22.ДП.ПЭА.163.6102007	Пластина соединения двутавров	3		
		8	22.ДП.ПЭА.163.6102008	Ось крепления крюка	1		
		9	22.ДП.ПЭА.163.6102009	Пластина крепления крюка	2		
		10	22.ДП.ПЭА.163.6102010	Направляющая	1		
		11	22.ДП.ПЭА.163.6102011	Опора направляющей	1		
		12	22.ДП.ПЭА.163.6102012	Уголок крепления упора	1		
		13	22.ДП.ПЭА.163.6102013	Крестовина	1		
		14	22.ДП.ПЭА.163.6102014	Уголок направляющей	1		
22.ДП.ПЭА.163.01.000							
Изм.		Лист	№ докум.	Подп.	Дата		
Разраб.		Курылев					
Проб.		Бобровский					
Н.контр.		Бобровский					
Утв.		Бобровский					
Выдерживатель корда из шин легковых и грузовых автомобилей					Лит.	Лист	Листов
						1	2
					ТГУ ИМ гр. АТС-17018		
Копировал					Формат А4		

Рисунок А.1 – Спецификация на выдерживатель корда из шин легковых и грузовых автомобилей

Продолжение Приложения А

Инв. № подл.	Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание	Инв. №	Взам. инв. №	Подп. и дата	Инв. № дубл.	Подп. и дата	Справ. №	Перв. примен.	Формат	Зона	Лист																																													
																	А1	А3	А4	А4	А4	А4	А4	А4	А4	А4	А4	А4																																				
							<u>Документация</u>																																																									
						22.ДП.ПЭА.163.6.102.000.СБ	Сборочный чертеж	2																																																								
							<u>Сборочные единицы</u>																																																									
						1 22.ДП.ПЭА.163.6.102.01	Вал в сборе	2																																																								
							<u>Детали</u>																																																									
						2 22.ДП.ПЭА.163.6.102.002	Корпус	1																																																								
						3 22.ДП.ПЭА.163.6.102.003	Короб	1																																																								
						4 22.ДП.ПЭА.163.6.102.004	Проставка вала	10																																																								
						5 22.ДП.ПЭА.163.6.102.005	Крепление мотора	2																																																								
						6 22.ДП.ПЭА.163.6.102.006	Пластина крепления подшипниковых узлов	2											1000x100x10 мм																																													
						7 22.ДП.ПЭА.163.6.102.007	Пластина жесткости	4											300x100x10 мм																																													
						8 22.ДП.ПЭА.163.6.102.008	Фланец	2																																																								
						9 22.ДП.ПЭА.163.6.102.009	Шайба вала	4																																																								
						10 22.ДП.ПЭА.163.6.102.010	Шайба звездочки	2																																																								
						11 22.ДП.ПЭА.163.6.102.011	Швеллер 14 1000 мм	2																																																								
						12 22.ДП.ПЭА.163.6.102.012	Швеллер 14 1590 мм	2																																																								
						13 22.ДП.ПЭА.163.6.102.013	Шнек	10																																																								
22.ДП.ПЭА.163.6.102.000																																																																
<table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width:15%;"></td> <td style="width:15%;"></td> <td style="width:15%;"></td> <td style="width:15%;"></td> <td style="width:15%;"></td> <td style="width:15%;"></td> <td colspan="3" style="width:40%;"></td> </tr> <tr> <td>Инв. № подл.</td> <td>Разраб.</td> <td>Курyleв</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td rowspan="2" style="font-size: 1.2em;"><i>Устройство для измельчения шин</i></td> <td>Лит.</td> <td>Лист</td> <td>Листов</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Пров.</td> <td>Бабровский</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td align="center">1</td> <td align="center">2</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Н.контр.</td> <td>Бабровский</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td align="center" colspan="4">ТГУ ИМ гр. АТС-17018</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Утв.</td> <td>Бабровский</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td align="center" colspan="4">Копировал Формат А4</td> </tr> </table>																										Инв. № подл.	Разраб.	Курyleв				<i>Устройство для измельчения шин</i>	Лит.	Лист	Листов		Пров.	Бабровский					1	2		Н.контр.	Бабровский				ТГУ ИМ гр. АТС-17018					Утв.	Бабровский				Копировал Формат А4			
Инв. № подл.	Разраб.	Курyleв				<i>Устройство для измельчения шин</i>	Лит.	Лист	Листов																																																							
	Пров.	Бабровский						1	2																																																							
	Н.контр.	Бабровский				ТГУ ИМ гр. АТС-17018																																																										
	Утв.	Бабровский				Копировал Формат А4																																																										

Рисунок А.3 – Спецификация на устройство для измельчения шин

Продолжение Приложения А

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
<i>Документация</i>						
A4			22.ДП.ПЭА.163.6.100.000.ПЗ	Пояснительная записка	1	
A1			22.ДП.ПЭА.163.6.100.000.ВО	Чертеж общего вида	1	
<i>Сборочные единицы</i>						
A1	1		22.ДП.ПЭА.163.6.101.000	Устройство для измельчения шин	1	
A1	2		22.ДП.ПЭА.163.6.102.000	Устройство для удаления корда	1	
<i>Стандартные изделия</i>						
	3		22.ДП.ПЭА.163.6.100.003	Маслостанция с пультом управления НБР-1,6МЮ-1	1	
	4		22.ДП.ПЭА.163.6.100.004	Прицеп	1	
	5		22.ДП.ПЭА.163.6.100.005	Болт М18х30 ГОСТ 15589-70	11	
	6		22.ДП.ПЭА.163.6.100.006	Болт М18х130 ГОСТ 15589-70	10	
	7		22.ДП.ПЭА.163.6.100.007	Гайка М18-6Н ГОСТ 15521-70	21	
	8		22.ДП.ПЭА.163.6.100.008	Шайба 2 18 ГОСТ 6402-70	21	
22.ДП.ПЭА.163.6.100.000						
Изм. лист		№ докум.		Подп.		Дата
Разраб.		Курылев				
Проб.		Бабровский				
Н.контр.		Бабровский				
Утв.		Бабровский				
				Установка-прицеп для утилизации шин		
				Лит.	Лист	Листов
						1
				ТГУ ИМ гр. АТС-1701Б		
				Копировал		
				Формат А4		

Рисунок А.5 – Спецификация на установку-прицеп для утилизации шин