

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Северный (Арктический) федеральный университет имени М.В. Ломоносова»

Высшая инженерная школа
(наименование высшей школы / филиала / института)

Попов Алексей Юрьевич
(ФИО обучающегося)




**ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА
(БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА)**

23.03.03 - «Эксплуатация транспортно - технологических машин и комплексов»
(код и наименование направления подготовки / специальности)

Автомобильный сервис
(наименование направленности образовательной программы (профиля / специальности / название магистерской программы))

Проект экологически безопасного мобильного комплекса по переработке
автомобильных шин
(тема ВКР)

Утверждена приказом от «25» декабря 2019 г. № 2892-А

Руководитель ВКР	12.06.2020		Дундин Н. И., заведующий кафедры, к.т.н., доцент
Консультанты	12.06.2020		Цехмистрова Т. Е., ст. преп.
Рецензент			
Нормоконтроль			
Заведующий кафедрой	12.06.2020		Н.И. Дундин к.т.н., доцент
Руководитель ОПОП			В.Д. Лебедев, доцент
	(дата)	(подпись)	(ФИО, должность / степень / звание)

Постановление ГЭК от «__» _____ 2020 г.
Признать, что обучающийся _____ А.Ю. Попов
(инициалы, фамилия)

выполнил и защитил ВКР с отметкой _____
(отметка прописью)

Председатель ГЭК	_____	_____
	(подпись)	А. А. Попов (инициалы, фамилия)
Секретарь ГЭК	_____	_____
	(подпись)	Т. Е. Цехмистрова (инициалы, фамилия)

Архангельск 2020

**ОТЗЫВ РУКОВОДИТЕЛЯ
о работе обучающегося в период подготовки
выпускной квалификационной работы**

Обучающийся Попов Алексей Юрьевич
фамилия, имя, отчество

Направление подготовки/специальность 23.03.03 «Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов»

Профиль/специализация/магистерская программа Автомобильный сервис
*код, наименование
наименование*

Школа Высшая инженерная школа

Тема выпускной квалификационной работы Проект экологически безопасного мобильного комплекса по переработке автомобильных шин

ВКР выполнена в рамках темы исследования кафедры
в рамках темы исследования кафедры, по заказу профильного предприятия/организации, темы исследования НОЦ

Характеристика деятельности обучающегося в период выполнения ВКР (оценка добросовестности, работоспособности, ответственности, инициативности, аккуратности; умение организовать свой труд, владение современными методами исследования, методами сбора, хранения и обработки информации, применяемыми в сфере его профессиональной деятельности; умение анализировать состояние и динамику объектов исследования с использованием методов и средств анализа и прогноза; умение работать с литературными источниками, справочниками; способность ясно и четко излагать материал)

В работе обучающийся продемонстрировал высокую степень ответственности, инициативность, отличную работоспособность и добросовестность.

Умеет работать с литературными источниками и справочными данными, ясно и последовательно использует материал.

Актуальность темы ВКР, ее научное, практическое значение и соответствие заданию Тематика ВКР является актуальной в связи с растущей тенденцией переработки вторичного сырья автомобильной промышленности.

Оценка полноты и законченности проведенного исследования; соответствие результатов поставленным целям Поставленные цели выполнены качественно и в полном объеме.

Апробация основных положений и результатов работы (в том числе в ходе практик) не проводилось

Наличие акта внедрения нет

Степень самостоятельности и способности выпускника/выпускников к научно-исследовательской или исследовательской работе (умение и навыки искать, обобщать, анализировать материал и делать выводы)

Попову А.Ю. свойственна высокая степень самостоятельности и умение искать, резюмировать и анализировать полученный материал.

Степень участия каждого при выполнении работы несколькими обучающимися

Соответствие ВКР требованиям СТО _____ Соответствует _____

Оригинальность текста ВКР составляет 78,35%

Общие выводы ВКР соответствует представленным требованиям, может быть рекомендована к защите и внедрению в производственный процесс, а также рекомендована к участию в конкурсе ВКР.

Выпускная квалификационная работа соответствует предъявляемым требованиям Положения о порядке проведения государственной итоговой аттестации и итоговой аттестации обучающихся по программам бакалавриата, программам специалитета и программам магистратуры, может быть рекомендована к защите и заслуживает отметку отлично.
прописью

10.06.2020

дата

Руководитель к.т.н., доцент, заведующий кафедрой ТТМОиЛ
ученая степень, ученое звание, должность


подпись

Дундин И.Н.
расшифровка подписи

ПРОТОКОЛ
проверки выпускной квалификационной работы
в системе «Антиплагиат-вуз»

«10» июня 2020г.

г. Архангельск

Текст выпускной квалификационной работы

Попов Алексей Юрьевич

ФИО

по теме Проект экологически безопасного мобильного комплекса по переработке
автомобильных шин

тема работы

выполненной на кафедре Эксплуатация транспортно технологических машин оборудования

и логистики

наименование кафедры

проверен на наличие заимствований при помощи системы «Антиплагиат-вуз».

Дата и время проверки: 12:12:53, 04 июня 2020 г.

Учетная запись, использованная при проверке: t.cehistrova@narfu.ru

Результат проверки:

По данным системы доля оригинального текста - 78,35

число %

Ссылки на заимствования, показанные системой, объясняются:

Незначительными включениями текстов работ самого автора:

Мобильная установка по утилизации автомобильных шин;

Анализ экономической целесообразности развития проектов по утилизации автомобильных шин;

Пиролиз - альтернативный метод утилизация шин;

Переработка крупногабаритных шин экологически безопасным методом;

Перспективы использования мобильного комплекса по утилизации автомобильных покрышек.

(Возможные варианты:

- незначительными включениями текстов работ самого автора с указанием списка работ;*
- использованием общеупотребимых выражений;*
- использованием наименований организаций и структурных подразделений;*
- другое).*

По признаку отсутствия заимствований работу можно считать выполненной самостоятельно и допустить к защите.

Научный

Руководитель к.т.н., доцент, заведующий кафедрой ТТМОиЛ

ученая степень, ученое звание, должность



подпись

Дундин И.Н.

расшифровка подписи

СПРАВКА

о результатах проверки текстового документа на наличие заимствований

Проверка выполнена в системе
Антиплагиат.ВУЗ

Автор работы	Попов А
Подразделение	ВИШ
Тип работы	Выпускная квалификационная работа
Название работы	VKR
Название файла	VKR-_nachalo.docx
Процент заимствования	13.98 %
Процент самоцитирования	0.00 %
Процент цитирования	7.67 %
Процент оригинальности	78.35 %
Дата проверки	12:12:53 04 июня 2020г.
Модули поиска	Модуль поиска ИПС "Адилет"; Модуль выделения библиографических записей; Сводная коллекция ЭБС; Модуль поиска "Интернет Плюс"; Коллекция РГБ; Цитирование; Коллекция eLIBRARY.RU; Коллекция ГАРАНТ; Коллекция Медицина; Модуль поиска "САФУ"; Диссертации и авторефераты НББ; Коллекция Патенты; Кольцо вузов; Коллекция Wiley
Работу проверил	Цехмистрова Татьяна Евгеньевна ФИО проверяющего

Дата подписи

10.06.2020



Подпись проверяющего

Чтобы убедиться
в подлинности справки,
используйте QR-код, который
содержит ссылку на отчет.



Ответ на вопрос, является ли обнаруженное заимствование
корректным, система оставляет на усмотрение проверяющего.
Предоставленная информация не подлежит использованию
в коммерческих целях.

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Северный (Арктический) федеральный университет имени М.В. Ломоносова»

Высшая инженерная школа
(наименование высшей школы / филиала / института)

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ ПОДГОТОВКИ ВЫПУСКНОЙ
КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЫ**

23.03.03 - «Эксплуатация транспортно - технологических машин и комплексов»
(код и наименование направления подготовки / специальности)

Тема ВКР: Проект экологически безопасного мобильного комплекса по переработке
автомобильных шин

Утверждена протоколом заседания кафедры от «25» декабря 2019 г. № 2892-А

Обучающемуся:

Попов Алексей Юрьевич
(Ф.И.О.)

Курс: IV

Группа: 271613

Срок сдачи выпускником законченной работы: «10» июня 2020 г.

Исходные данные к работе взяты во время прохождения преддипломной практики

Основные разделы работы с указанием вопросов, подлежащих рассмотрению

Актуальность утилизации автомобильных покрышек

Применяемые методы утилизации автомобильных покрышек

Анализ используемых технологических комплексов

Технико-экономическое обоснование проекта

База проведения исследований Северный Арктический Федеральный Университет

Перечень обязательных приложений к работе на усмотрение студента и руководителя ВКР

Перечень графического материала на усмотрение студента и руководителя ВКР

Консультанты по работе

по разделу	_____	_____	_____
по разделу	_____	_____	_____
по разделу	_____	_____	_____
	(дата)	(подпись)	(ФИО, должность)

Дата выдачи задания «27» декабря 2019 г.

Руководитель ВКР		_____
	(подпись)	Н.И. Дундин (инициалы, фамилия)

Задание принял к исполнению «27» декабря 2019 г.

Обучающийся		_____
	(подпись)	А.Ю. Попов (инициалы, фамилия)

РЕФЕРАТ

Попов А. Ю. Проект экологически безопасного мобильного комплекса по утилизации автомобильных шин.

Руководитель ВКР - доцент кафедры, исполняющий обязанности заведующего кафедрой, к.т.н. Дундин Николай Иванович. Консультант - старший преподаватель Цехмистрова Татьяна Евгеньевна.

Выпускная квалификационная работа объемом 109 с. содержит, 28 рисунков, 33 таблицы, 44 источника, 5 приложений, графическую часть на 6 листах.

Ключевые слова: мобильный комплекс, переработка, утилизация, пиролиз, оборудование, экология, шредер.

Цель работы - разработка нового экологически безопасного комплекса по утилизации автомобильных шин, обеспечивающий получение ценных товарных продуктов.

Структура ВКР: состоит из введения, семи глав, заключения, списка использованных источников, приложений.

В первой главе рассматривается актуальность переработки автомобильных шин, а также экологическая необходимость утилизации покрышек.

Во второй главе выполнен обзор используемых методов по утилизации автомобильных шин, раскрыты достоинства и недостатки каждого метода.

В третьей главе описаны мобильные прототипы, разработанные для утилизации автомобильных шин, устройство и принцип их работы.

В четвертой главе выполнен подбор основного необходимого оборудования для эффективного функционирования мобильного комплекса.

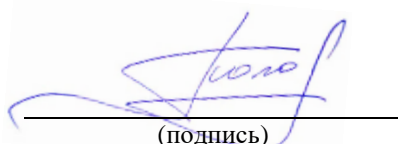
В пятой главе приведен расчеты экономической целесообразности проекта, а также затраты на приобретение оборудования и окупаемость проекта.

В шестой главе дана оценка экологической безопасности проекта, разработаны мероприятия по охране труда и безопасным методам работы.

В седьмой главе отображены область применения продуктов утилизации автомобильных шин - резиновой крошки, металлического корда и текстильного волокна.

10.06.2020

(дата)



(подпись)

А.Ю. Попов

(инициалы, фамилия)

ОГЛАВЛЕНИЕ

Определения, обозначения и сокращения	11
Введение	12
1 Актуальность утилизации автомобильных покрышек	14
1.1 Правовое регулирование обращения с отработанными покрышками	23
2 Применяемые методы утилизации автомобильных покрышек	25
2.1 Использование изношенных покрышек в целом виде	25
2.2 Применение использованных автомобильных покрышек в качестве искусственного рифа.....	26
2.3 Захоронение шин.....	27
2.4 Восстановление автомобильных покрышек.....	28
2.5 Термодиструкционные методы утилизации шин	30
2.6 Сжигание автошин	32
2.7 Пиролиз покрышек	33
2.8 Термоожижение автомобильных шин	38
2.9 Измельчение автомобильных покрышек.....	39
2.10 Переработка механическим методом.....	40
2.11 Технология «озонового ножа».....	47
2.12 Переработка крупногабаритных шин методом взрыва.....	49
2.13 Криогенный метод переработки автомобильных шин.....	53
2.14 Роторный десператор.....	55
2.15 Метод бародеструкции шин.....	56
3 Анализ используемых технологических комплексов	58
3.1 Аналоги мобильного комплекса	60
3.2 Предлагаемая модель передвижного комплекса	62
3.3 Принцип работы экологически безопасного мобильного комплекса.....	64
4 Подбор технологического оборудования для реализации проекта.....	67
4.1 Оборудование для транспортировки комплекса.....	67
4.2 Оборудование для переработки автомобильных шин.....	70
5 Техничко-экономическое обоснование проекта	82
5.1 Анализ инвестиций проекта.....	82
5.2 Анализ производительности комплекса	84

5.3 Необходимый персонал	85
5.4 Расчет издержек производства и планируемой выручки	86
5.5 Анализ экономической целесообразности и построение профиля проекта ...	88
6 Охрана труда и техника безопасности	93
6.1 Способы защиты от вредных и опасных факторов	93
6.2 Требования безопасности на рабочем месте	94
7 Область применения резиновой крошки, металлического корда и текстильного волокна	96
7.1 Применение резиновой крошки.....	96
7.2 Область применения текстильного корда	100
7.3 Область применения металлического корда	101
Заключение.....	103
Список использованных источников.....	106
Приложение А Линия по переработки автомобильных шин	113
Приложение Б Аналог комплекса по утилизации шин	114
Приложение В Мобильный комплекс	115
Приложение Г Постоянные и переменные издержки.....	116
Приложение Д Научные публикации	1167

ОПРЕДЕЛЕНИЯ, ОБОЗНАЧЕНИЯ И СОКРАЩЕНИЯ

В настоящем текстовом документе применяются следующие определения, обозначения и сокращения:

NPV – (Net Present Value) чистая приведенная на сегодня стоимость.

ОКТ - (Ozone Knife Technology) технология озонового ножа.

ВВ - взрывчатые вещества.

ВНД - внутренняя норма доходности.

КГШ - крупногабаритные шины.

КМУ - крано-манипуляторное устройство.

КПД - коэффициент полезного действия.

ПАУ - полиароматические углероды.

РВД – рукава высокого давления.

РТИ – резинотехнические изделия.

УСН – упрощенная система налогообложения.

ЭБМК – экологически безопасный мобильный комплекс.

ВВЕДЕНИЕ

Современные тенденции борьбы за экологию в России привели к тому, что уделяется огромное внимание быстро растущему количеству отходов потребления и производства.

Автомобильный транспорт имеет важнейшее значение при функционировании общественного производства и жизнедеятельности человека в целом. Также автомобильный транспорт является основным и глобальным источником загрязнения окружающей среды. Интенсивная эксплуатация транспортных средств приводит к образованию множества отходов, среди которых особую опасность представляют использованные автомобильные шины.

С каждым годом актуальность решения вопроса об использовании и переработки изношенных шин, только возрастает [1].

Отработанным автошинам присвоен четвертый класс опасности, подлежащие обязательной утилизации. Но в основном они накапливаются в местах их эксплуатации (в автосервисах, на пустырях, на складах логистических компаний). По причине устойчивости к воздействиям внешних факторов (ультрафиолетовых лучей, кислорода, озона и т.д.) складываемые на полигонах, а также лежащие на огромных территориях шины в течение продолжительного периода ухудшают экологическое состояние среды.

Неэксплуатируемые автомобильные покрышки являются благоприятным местом для жизнедеятельности вредоносных микроорганизмов. Также места скопления шин, обладают повышенной пожароопасностью, а вещества их бесконтрольного горения пагубно воздействуют на атмосферу планеты. Множество примеров по всему миру, когда для тушения таких свалок требуется более десятка пожарных расчетов и минимальное время тушения около месяца. Хранить использованные автомобильные покрышки ни экономически, ни экологически не выгодно.

В связи с растущими потребностями в природных ресурсах и их ограниченности, можно сказать о колоссальном экономическом значении рециклинга бывших в употреблении автомобильных шин и резиновых изделий. Соответственно резиновые отходы и изношенные автошины являются

альтернативой натуральных резервов. К тому же, устранение хранящихся на свалках покрышек, даст возможность освободить участки занимаемых ими земель.

В России значительная часть испорченных шин не подвергают ни переработке, ни ремонту. Отсутствуют пункты постоянного или временного размещения этих отходов в большей части российских городов. Вследствие этого, непригодные к использованию автопокрышки все чаще оказываются на рельефе местности, то есть в основном на обочинах дорог в пригородах и на прилегающих к дорогам территориях. Необходимо подчеркнуть, что автомобильному парку Российской Федерации (соответственно и числу изношенных автомобильных покрышек) характерен кардинальный прирост. А значит, нас ждет эскалация данной проблемы.

Основная задача проекта, проанализировать наиболее перспективные способы утилизации автопокрышек. Подчеркнуть эффективность переработки шин при помощи мобильных установок в местах их массового скопления для получения резиновой крошки. Применение комплекса поможет частично решить экологические проблемы, а также значительно снизить количество свалок автомобильных покрышек.

Цель проекта – на основе логического анализа существующих в мире перспективных способов утилизации покрышек, разработать ЭБМК для России.

1 АКТУАЛЬНОСТЬ УТИЛИЗАЦИИ АВТОМОБИЛЬНЫХ ПОКРЫШЕК

Шины транспортных средств изнашиваются, истираясь о дорожное покрытие. При это выделяются в воздух различные материалы в том числе и синтетический каучук. Которые не растворяются, а накапливаются в виде мельчайших частиц. Почти в девяти из десяти проб воздуха, взятых возле автотрасс, содержат частицы резины и асбеста.

Исследователи классифицируют эти частицы как микропластики. Эти частицы разносятся ветром, а затем смываются дождем по водостокам, ведущим к океану. Оказавшись в океане, частицы шин поглощают и концентрируют токсичные загрязняющие вещества из морской воды, как и другие микропластики. Это делает их еще более ядовитыми для животных, которые принимают их за пищу или поглощают их через жабры или кожу. Микрочастицы (и даже наночастицы) также вызывают беспокойство на суше. Подсчитано, что до 10% износа шин генерируется в виде частиц в воздухе, что является причиной возникновения текущих проблем загрязнения воздуха, ведущих к ухудшению состояния дыхательной системы населения в городах России.

Около 30% микропластиков (по объему), загрязняющих океаны, озера и реки, образуются в результате износа шин. Большинство людей склонны думать о том, что автомобиль загрязняет окружающую среду только тем, что выходит из выхлопной трубы. Например, на ум приходит углекислый газ или угарный газ, выделяемый при сжигании топлива. Автопроизводители работают над сокращением выбросов в атмосферу модернизируя каталитические нейтрализаторы и системы впрыска топлива. Но невозможно остановить истирание шин [2].

Пробки на дорогах усугубляют проблему. Транспортные средства, должны двигаться с постоянной скоростью с минимальным количеством использования тормозной системы. Соответственно уменьшится стирание шин о дорожное покрытие.

Если раньше не рассматривали шины как большую проблему, то сейчас это то, что может привести к экологической катастрофе.

По данным аналитического агентства «АВТОСТАТ», в России насчитывается около 43,5 миллионов автомобилей, лицензированных для использования. Это

означает, что 174 миллиона автомобильных шин находятся на наших дорогах. И это не включает в себя весь грузовой и массивный многоколесный транспорт. Вся эта резина на дороге потенциальное пластиковое загрязнение.

Современные шины включают в себя комбинацию синтетических полимеров, такие как бутадиенстирол и галобутилкаучук, а также волокна полиэфирного корда для укрепления внутренней структуры. Проще говоря, шины по существу – это, большие куски пластика.

Правда в том, что очень трудно определить и отследить, где именно оседают все крошечные частицы шин, и как они влияют на людей и дикую природу в локальном и глобальном смысле. Но чистый объем частиц, который, как мы знаем, создают шины, является серьезной причиной для беспокойства и предметом продолжающихся дискуссий.

Новое исследование, проведенное исследователями из Стокгольмского университета, заключается в том, что автомобильные шины могут быть потенциальным ранее неизвестным источником канцерогенных дибензопиренов - типа высокомолекулярного полициклического ароматического углеводорода (ПАУ) – поступающего в окружающую среду (результаты опубликованы в журнале ACS Environmental Science & Technology) [3].

Покрышки автомобиля состоят из резины приблизительно на 40 - 60%, на 20 - 35% из армирующих агентов, а также из наполнителей, таких как черный углерод или кремнезем; и минеральные масла пластификаторы 15 - 20%. Точные составы варьируются в зависимости от того, где применяется автомобильная шина. Концентрация ПАУ в маслах, используемых как наполнитель или смягчитель в процессе производства шин составляет от 10 до 30%.

ПАУ - класс органических соединений, получаемых при неполном процессе горения или высокого давления, то есть, когда сложные органические вещества подвергаются воздействию высоких температур или давлений. Приблизительно известны 100 различных ПАУ в воздухе, почве, и в воде, хотя количество химических веществ, входящих в класс ПАУ, не полностью известно.

ПАУ могут преобразовываться в сложные смеси, классифицируемые как канцерогенные (мутагенные) экологически токсичные вещества, отрицательно действующие на людей и на акватическую окружающую среду.

Вследствие потенциальной опасности использования масла моноалкильного эфира (НА), (их использование регулируется Директивой ЕС 2005/69 / ЕС), которая запрещает масла (НА) в резиновом производстве. Как мера поэтапного отказа от ПАУ с богатым содержанием масла заменяют их на ПАУ с низким содержанием как альтернативных, так и слабых сольватов (MES) и обработанных дистиллятов ароматических экстрактов (TDAEs). Любой новый протектор шины или восстановленной шины изготовленной после первого января 2010 не должен содержать масло наполнителя с больше чем 1 мкг бензо[а]пирена (B[a]P) или больше чем 10 мкг из суммы восьми ПАУ: B[a]P, бензо[е]пирен (B[e]P), бензо[а]антрацен (B[a]A), хризен (CHR), бензо[б]флуорантен (B[b]F), бензо[j]флуорантен (B[j]F), бензо[к]флуорантен (B[k]F) и дибенз[А, h]антрацен (DB[A,h]).

Шины, которые были произведены до этой даты, содержат больше порогового значения и все еще могут быть проданы на рынке. Было подсчитано, что замена масел НА уменьшит выбросы ПАУ, возникающие из-за износа протектора шины, на 98%.

Другим материалом, который, как известно, содержит ПАУ, используемый в производстве шин, является технический углерод. Сажа – это, форма элементарного углерода, используемого в качестве армирующего материала в резине шины для придания шине желаемых свойств по сопротивлению к истиранию, и придающая прочность на растяжение [4].

Было высказано предположение, что изомеры дибензопирена являются еще более мутагенными (канцерогенными), чем B[a]P, что может привести к недооценке канцерогенности матрицы, содержащей ПАУ, если учитывать только концентрацию B[a]P. Данные о дибензопиренах в других городских источниках включают выбросы дизельного топлива и твердых частиц бензина. Однако указанные концентрации варьируются в зависимости от транспортного средства и условий движения.

Новые технологические и нормативные требования привели к значительному снижению выбросов частиц из выхлопных труб. Однако связанные с дорожным движением частицы, (не являющимися выхлопными газами), остаются неизменными, что делает эти выбросы все более значимыми факторами экологического бремени.

К таким источникам относятся фрикционный материал тормозных накладок, износ шин и дорожного покрытия. По подсчетам ученых 50 – 85% выбросов до 10 часов вечера отнесены к источникам загрязнения без выхлопных газов.

Было высказано предположение, что находящиеся в воздухе частицы обломков шин имеют бимодальное распределение по размерам, которое может составлять до 90% массы частиц с аэродинамическим диаметром менее 1 мкм, а остальная часть состоит из частиц с аэродинамическим диаметром более 10 мкм. Это означает что при вдыхании значительная часть может осаждаться глубоко в дыхательной системе и что частицы износа протектора шины могут переноситься далеко от источников их излучения.

В дополнение хотелось бы отметить, что выделение ПАУ происходит при износе шин, при производстве автошин, при утилизации резины и хранении. Следовательно, автошины являются источником загрязнения окружающей среды в течение их всего жизненного цикла.

Целью исследования Стокгольмского университета было определение уровня дибензопиренов в шинах и дальнейшая оценка опасности автомобильных шин для окружающей среды. Исследователи проанализировали 8 разных видов автошин на наличие 15 высокомолекулярных углеводородов, используя жидкое извлечение. Разница концентраций ПАУ, определенная между различными шинами, была значимой и составила 22,6 между самым низким и самым высоким. Относительное количество аналитов было одинаковое независимо от шины.

Почти 92,3% от общего содержания экстрагируемого ПАУ относится к пяти видам:

- бензо[ghi]перилен;
- коронен;
- индено[1,2,3-cd]пирен;
- бензо[e]пирен;
- бензо[a]пирен.

Средняя концентрация четырех дибензопирен изомеров - дибензо[a,l]пирен, дибензо[a,e]пирен, дибензо[a,e]пирена и дибензо[a,n]пирена - на все шины составляла $0,53 \text{ мкг г}^{-1}$, что соответствует менее 2% от общего содержания ПАУ (диапазон: $0,4^{-1,9}\%$).

Используя оценку химической инспекции по износу протектора шин 10×10^6 кг в год и средние значения В[а]Р и дибензопиренов, рассчитанные по всем шинам, исследователи рассчитали ежегодный выброс 49 кг В[а]Р и 5,3 кг дибензопиренов, соответственно.

Это говорит о том, что износ протектора шины может быть более вреден для окружающей среды, чем выхлопной газ дизельных автомобилей и горение бытового масла. Данных по ежегодным выбросам дибензопиренов из этих источников в настоящее время нет. Однако общее среднее содержание дибензопирена, измеренное в шинах, является низким по сравнению с зарегистрированными концентрациями в других городских источниках, то есть выхлопных газах дизельного топлива и бензина. Средняя сумма содержания дибензопирена в частицах выхлопных газов дизельного топлива колеблется в пределах от 6,6 до 15,6 (среднее для транспортного средства, в городском цикле движения и в цикле движения по автомагистрали), что превышает определенное содержание в шинах.

Однако следует отметить, что размер частиц между источниками выбросов резко различается, и это имеет основное значение для воздействия на окружающую среду, воздействие на население и потенциальное пагубное влияние на здоровье живых организмов.

Шины, проанализированные в исследовании, были изготовлены до запрета НА - масел в резине шин. Это позволяет полагать, что в будущем будут снижены выбросы ПАУ (таблица 2), возникающие при износе протектора шин. Однако существует необходимость исследовать, какое значение имеет технический углерод, содержащийся в шине. Заменяя НА - масла альтернативными расширительными маслами, сажа вполне может стать относительно более опасным источником ПАУ, чем расширительное масло, используемое в производстве шин [5].

Из-за существенных различий в содержании дибензопирена в анализируемых шинах необходимы дальнейшие исследования для определения распределения шин в реальном автопарке с учетом доли рынка шин разных производителей и возраста шин в эксплуатации (таблица 1). Необходимо также заполнить пробелы в знаниях, касающихся образования и распределения частиц шин в окружающей среде, с тем чтобы оценить последствия для здоровья человека и окружающей среды.

Таблица 1 – Токсические соединения выделяемые при эксплуатации покрышек [5]

Название группы	Класс опасности	Количество веществ
Углеводороды алифатически насыщенные	2 - 4	25 - 30
Углеводороды алифатически непредельные	3 - 4	15 - 18
Углеводороды циклоалифатические	3 - 4	15 - 20
Олигомеры	2 - 4	1 - 3
Эфиры алкилароматические	2 - 4	3 - 6
Спирты и кислоты алифатические	2 - 4	3 - 6
Альдегиды и кетоны алифатические	2 - 4	10 - 15
Фенолы	2	1 - 3
Углероды галогеносодержащие	2 - 3	3 - 5
Углероды серосодержащие	2 - 3	5 - 8
Углероды алкилароматические	2 - 3	20 - 25
Амины алифатические и ароматические	2 - 3	5 - 8
N - нитрозамины	1 - 3	3 - 4
Бензпирены	1 - 3	14 - 15
И другие	2 - 4	5 - 10

Таблица 2 – Процентная концентрация ПАУ

Вещество	Класс опасности вещества	Шины, %
Фенантрен	3	22,2 – 44,4
Флуорантен	3	8,9 – 44,4
Пирен	3	2,1 – 4,4
Перилен	3	0,2 – 1,1
Хризен	3	2,3 – 3,1
Коронен	3	0,14 – 0,38
Бенз(а)пирен	3	1,2 – 2,1
Бенз(а)антрацен	2А	0,4 – 1,1
Бенз(б)флуоранет	2В	0,93 – 1,35
Дибенз(а, h)пирен	2В	0,15 – 0,19

Износ протектора вызывает образование шинной пыли, проникновение которой в органы дыхания вызывает аллергический эффект, бронхиальную астму, при непосредственном взаимодействии со слизистой оболочкой или кожным покровом вызывает конъюнктивит, ринит и раздражение.

Постоянно увеличивающееся количество использованных покрышек, вывозимых на свалки, предполагают вывод об отсутствии нормативной базы по утилизации и рециклингу вторичного сырья. Но на самом деле соответствующие документы имеются – Федеральный закон об охране окружающей среды № 7 от 10.07.2002 года, а также ГОСТ Р 54095 – 2010 «Ресурсосбережение. Требования к экологической безопасности утилизации отработавших шин» [6].

Основными недостатками действующего законодательства в области переработки и хранения отходов являются:

- отсутствие ориентиров государственной политики в области развития вторичного сырья и рынков сбыта;
- контролирующие органы, а также органы местного самоуправления, собственники производства и потребления не осведомлены об ответственности при обращении с отходами;
- отсутствует алгоритм рассмотрения отходов как вторичного сырья, а также нет данных о расходах, связанных с транспортировкой, хранением и захоронением отходов;
- отсутствие экономической политики регулирования деятельности по обращению с отходами в приоритетах малого и среднего бизнеса.

Переработка отходов прежде всего экономически выгодна, но при этом имеются технологические проблемы. Местные органы власти, отвечающие на законных основаниях за обращение с отходами, не справляются с потоком резинометаллических отходов на местном уровне без вмешательства федеральной власти. Огромные запасы природного сырья, используемые промышленностью, создают конкуренцию вторичной переработке. Растущие цены на добычу ископаемого топлива и добытые запасы сырья являются более выгодными чем переработка отходов.

Требуется разработка ряд законов о вторичных материальных ресурсах, которые коренным образом изменят ситуацию. Новый экономический подход к управлению отходами (сбор и переработка) предполагает:

- введение уплаты утилизационного сбора на упаковку и сам продукт;
- организация специального фонда для субсидирования тех, кто участвует в утилизации и переработки различных видов отходов (пластика, резины, стекла);
- распределение денежных потоков должно контролироваться саморегулируемыми организациями, объединяющие утилизацию на различных участках рынка.

В целях совершенствования правовых основ обращения с отходами, переработки вторичного сырья, следует предусмотреть следующее:

а) создание более удобных законных условий использования традиционных механизмов экономического стимулирования предприятия по обращению с отходами;

б) легальное введение специальных мер принуждения и стимулирования отраслей, работающих с отходами [7].

Специальными инструментами и механизмами регулирования сбора и переработки отходов должны стать:

- административное и экономическое принуждение к переработке отходов в сырье;

- запрет на захоронение отходов на полигонах и свалках бытовых отходов, которые считаются в регионе ценным сырьем;

- высокие ставки платы за размещение отходов на полигонах, когда их реально можно перерабатывать или использовать в качестве вторичного сырья (перечень таких отходов определяется местными контролирующими органами);

- содействие спросу на вторичное сырье с использованием механизмов государственного и муниципального заказа;

- создание механизмов экономического стимулирования использования отходов в качестве вторичного сырья (а также льготы по налогообложению банковскому кредиту, земельному сбору и аренде).

Все это необходимо для того, чтобы экономически привлечь малый и средний бизнес или организации по переработки и потреблению промышленных отходов, их дальнейшее использование и тем самым затрагиваются актуальные экономические проблемы сегодняшнего дня.

Одним из наиболее распространенных видов отходов является изношенные автомобильные шины автомобильных предприятий и их становится все больше. В наши дни переработка автомобильных шин частично регулируется двумя национальными конвенциями, четырнадцатью федеральными законами, девятью постановлениями Правительства РФ, двенадцатью нормативными правовыми актами федеральных органов исполнительной власти. Вышеуказанные стандарты не имеют прямого эффекта, поэтому большое количество вышедших из эксплуатации шин все еще не переработаны. В России их проще схоронить в непосредственной близости от дорог, и на свалках.

Архангельске и Архангельской области имеет в общей сложности 327670 автомобилей, всего 15% покрышек от этих автомобилей попадут на переработку. Нет данных о количестве использованных автомобильных шинах, хранящихся на крупных автомобильных предприятиях. Бесчисленное количество шиномонтажных организаций, магазинов, гаражных кооперативов просто сбрасывают шины на свалки или складывают их в ближайший мусорный контейнер. Кроме того, большинство транспортных средств находятся в частной собственности, поэтому основная масса автомобильных отходов едва ли повторно будет использована (рисунок 1). Неорганизованность частного сектора, который фактически не контролируется природоохранными учреждениями, составляет 90%, это и усугубляет экологическую проблему, которую необходимо решать в срочном порядке.



Рисунок 1 – Полигон с неэксплуатируемыми шинами

Согласно экспертным мнениям, ежегодно в России образуется около 860 тысяч тонн непригодных покрышек, а около только 90 тысяч тонн собираются и перерабатываются. Так в Москве накапливается 70 – 90 тысяч тонн, а в среднем в Архангельске и архангельской области скапливаются 16 тысяч тонн автопокрышек.

Утилизация автомобильных покрышек требуется на основании:

- в естественных условиях резина практически не подвержена деструкции;

- не снижается рост создания и использования автомобильных покрышек, в связи с этим усугубляет проблему с отчуждением территорий под свалки;
- нефть необходима при производстве искусственного каучука. Образование нефти долгий и сложный химический процесс;
- переработка автомобильных шин экономит и другие производственные ресурсы. Утилизация покрышек подталкивает экономику к изобретению все более доступных технологий.

1.1 Правовое регулирование обращения с отработанными покрышками

Как уже выше было сказано автомобильные шины относятся к четвертому классу опасности. Опасность таких отходов заключается в вероятности их возгорания и выброса при этом в воздух вредных для окружающей среды и организма человека веществ [8].

Статья 51 п.2 Федерального закона об охране окружающей среды от 10.01.2002 № 7-ФЗ «требования в области охраны окружающей среды при обращении с отходами производства и потребления» гласит, что запрещаются:

- сброс отходов производства и потребления, в том числе радиоактивных отходов, в поверхностные и подземные водные объекты, на водосборные площадки, в недра и на почву;
- размещение опасных отходов и радиоактивных отходов на территориях, прилегающих к городским и сельским поселениям, в лесопарковых, курортных, лечебно-оздоровительных, рекреационных зонах, на путях миграции животных, вблизи нерестилищ и в иных местах, в которых может быть создана опасность для окружающей среды, естественных экологических систем и здоровья человека;
- захоронение опасных отходов и радиоактивных отходов на водосборных площадях подземных водных объектов, используемых в качестве источников водоснабжения, в бальнеологических целях, для извлечения ценных минеральных ресурсов.

Ст.8.2 «Кодекса РФ об административных правонарушениях» от 30.12.2001 № 195-ФЗ предусмотрено наложение административного штрафа за несоблюдение экологических и санитарно-эпидемиологических требований при сборе, складировании, использовании, сжигании, переработке, обезвреживании, транспортировке, захоронении и ином обращении с отходами производства и

потребления или иными опасными веществами (в частности покрышек отработанных):

- на граждан в размере от 1000 до 2000 рублей;
- на должностных лиц – от 2000 до 30000 рублей;
- на лиц, осуществляющих предпринимательскую деятельность без образования юридического лица – от 2000 до 50000 рублей или административное приостановление деятельности на срок до девяноста суток;
- для юридических лиц – от 10000 до 250000 рублей или административное приостановление деятельности на срок до девяноста суток.

Экономически целесообразно сдавать отходы (автопокрышки) организациям, имеющим лицензию на обращения с опасными отходами. В этом случае оплата налога за воздействие на окружающую среду может быть списана.

Накопление и складирование предприятием на собственной территории отработанных автопокрышек ведёт ежеквартальному увеличению налога за воздействие на окружающую среду в размере 248 рублей за каждую тонну отхода. При превышении лимита – налог взимается в пятикратном размере (согласно Приказу Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору от 05 апреля 2007 г. № 204 «Об утверждении формы расчёта платы за негативное воздействие на окружающую среду и порядка заполнения и представления формы расчёта платы за негативное воздействие на окружающую среду»).

2 ПРИМЕНЯЕМЫЕ МЕТОДЫ УТИЛИЗАЦИИ АВТОМОБИЛЬНЫХ ПОКРЫШЕК

Из-за конструктивной и химической сложности автомобильных покрышек рекомендуется утилизировать их с помощью методов, перечисленных в таблице 3.

Таблица 3 - Доступные методы утилизации резины

Использование в целом виде	Термическая обработка (покрышки - альтернативный вид топлива)	Дробление (измельчение)
1 Использование в качестве буферов на гоночных трассах 2 Применение в качестве искусственного рифа 3 Восстановление	1 Сжигание целиком 2 Использование в качестве топлива в цементных печах 3 Использование для получения энергии на ТЭЦ 4 Пиролиз 5 Термоожижение	1 Методом взрыва 2 Низкотемпературная обработка 3 Метод «озонового» ножа 4 Механическое измельчение 5 Бародеструкция

2.1 Использование изношенных покрышек в целом виде

С появлением автомобилей в мире начал развиваться и автомобильный спорт. Одним из расходных материалов в гонках на автомобилях является автомобильные шины. Так за сезон в королевских гонках «Formula - 1» каждый болид использует 40 комплектов автомобильных шин (стоимость одного комплекта 40 000\$), а на старт выходят 10 команд по два болида от команды. Соответственно необходимо за один сезон 800 комплектов шин [9].



Рисунок 2 – Защита из покрышек от столкновения со стеной

Еще больше отработанных шин используют в качестве отбойников для защиты зрителей и пилотов на гоночных трассах. Такие барьеры обычно устанавливают на самых опасных поворотах и участках. Выстраивают их обычно в несколько рядов в ширину и в высоту создавая тем самым отбойник, гасящий скорость врезающегося в него автомобиля (рисунок 2).

Повторное использование таких шин не несет в себе никаких финансовых затрат. Покрышки можно использовать и в качестве:

- ограждения портовых причалов и транспортных магистралей в портовых зонах;
- фундамента небольших сооружений (дом, баня, беседка);
- спортивного инвентаря на спорт площадках;
- элемента декора на дачном участке.

2.2 Применение использованных автомобильных покрышек в качестве искусственного рифа

Искусственные рифы, безусловно, приносят пользу окружающей среде, при условии их правильного проектирования. Потребность в таких рифах возросла в связи с уменьшением колоний коралловых полипов из-за таких факторов, как загрязнение и изменение климата.

Этот метод рассматривался как способ решения двух проблемы - избавиться от старых шин и одновременно создать среду обитания для морских обитателей, стимулируя рост морских организмов на резине. Предполагалось, что погружение покрышек в океан будет способствовать дальнейшему росту кораллов, предоставляя им больше возможностей для оседания. С течением времени эти кораллы будут расти, привлекать рыбу, создавая новую здоровую морскую среду. В теории это может привести к увеличению морской среды обитания, что приведет к эскалации возможностей для рыбалки и дайвинга [10].

Иногда материалы, которые находятся на дне океане, не только неэффективны, но и вредны. Показательным примером является большой искусственный риф Осборн.

В надежде построить риф, примерно два миллиона старых шин были потоплены у берегов Флориды в 1970 г. Но у природы были совсем другие планы, и эта экологическая операция провалилась.

Конструкции из шин были разрушены ураганом и тропическим штормом, что еще больше повредило все близлежащие коралловые рифы (рисунок 3).



Рисунок 3 - Устранение последствий экологической катастрофы во Флориде

Даже после стольких лет, эти шины все еще причиняют ущерб в прибрежных водах Флориды.

2.3 Захоронение шин

Захоронение – изношенные шины измельчают на куски размером 100 на 100 мм и укладывают под определенным углом слоями высотой не более двухметров; каждый слой засыпается землей, слоем не более 25 см. Вся площадь захоронения покрывается слоем дерна толщиной не более 30 см. В некоторых случаях рациональные захоронения возможны, при перенасыщении рынка продуктами утилизации шин.

Свалки является местом для хранения автомобильных покрышек путем их захоронения. Исторически сложилось так, что они являются наиболее распространенными способами утилизации автомобильных шин, которые либо закапываются, либо складываются в кучах. Такие захоронения распространенные явления во всем мире, особенно из-за увеличения количества автомобилей.

Поскольку испорченные покрышки не поддаются биологическому разложению, они складываются на свалках, где они остаются в течение многих лет. Что обычно и приводит к повреждению земли и окружающей среды.

Рост темпов урбанизации и рост численности населения сопровождается увеличением числа свалок во всем мире. С увеличением численности населения и ростом городов увеличивается спрос на автомобили и соответственно на эксплуатационные материалы в том числе и шины. По мере роста спроса увеличивается и количество вторичного сырья.

В частности, в первом десятилетии этого века из-за стремительной урбанизации и роста численности населения уровень загрязнения резинотехническими материалами постоянно повышается, и большинство используемых резинотехнических изделий просто оказываются на свалках. В большинстве городских районов резинотехнические изделия занимают большую часть свалок и составляют около 60% всех муниципальных отходов.

Свалки делают почву и землю, на которых они расположены, непригодными для использования. Они также разрушают прилегающие почвы и земельные участки, потому что токсичные химические вещества со временем распространяются по всей прилегающей экосистеме. Верхний слой почвы повреждается, искажая плодородие и активность почвы, влияя на жизнь растений.

Поскольку на разложение РТИ, находящихся на свалках, уходят миллионы лет, разработка эффективных стратегий и объектов для управления свалками требует больших капитальных вложений в отношении инициатив по управлению и рециркуляции.

Свалочные газы вместе с существенным количеством покрышек, могут стать причиной пожаров. Локализовать очаги возгорания на свалках с покрышками является очень сложной задачей к тому же продукты горения вызывают загрязнение воздуха. Если их не потушить немедленно, они могут выйти из-под контроля и уничтожить соседние ареалы обитания.

Сжигание шин на полигонах еще больше ухудшает ситуацию, так как сжигание химических веществ увеличивает химическую нагрузку на территорию.

2.4 Восстановление автомобильных покрышек

Восстановление покрышек – это, процесс наварки на старую шину нового протектора с целью увеличения срока службы колес (процесс восстановления шин показан на рисунке 4). При наварке протектора используют два метода – горячий или холодный [11].

Процесс восстановления влияет на качество и безопасность покрышки (то есть после каждого восстановления эти показатели снижаются), в связи с этим как правило покрышки подлежат восстановлению только два раза.



Рисунок 4 – Процесс восстановления протектора автомобильной шины

Каждая восстановленная шина со временем станет изношенной. Соответственно наваривание протектора представляет собой только временное решение проблемы утилизации отходов, а не комплексное.

Таблица 4 – Использование автомобильных шин в странах Европы за 2019 год

Страна	Количество шин, млн.т.	Переработка шин, млн. т			Переработка шин, %
		Строительство	Утилизация	Энергия	
Австрия	63	-	24	36	95,24
Бельгия	76	-	45	10	72,37
Болгария	29	-	15	4	65,52
Кипр	5	-	-	-	0
Чехия	57	-	17	28	78,95
Дания	39	-	38	-	97,44
Эстония	15	-	15	-	100
Финляндия	51	34	8	8	98,04
Франция	457	33	92	227	77,02
Германия	582	-	201	212	70,96
Греция	34	1	15	14	88,24
Венгрия	36	-	27	9	100
Ирландия	30	-	12	9	70,00
Италия	421	2	118	234	84,09
Латвия	9	-	4	5	100
Литва	23	-	9	9	78,26

Продолжение таблицы 4

Страна	Количество шин, млн.т.	Переработка шин, млн. т			Переработка шин, %
		Строительство	Утилизация	Энергия	
Мальта	1	-	-	-	0
Нидерланды	91	1	50	11	68,13
Польша	169	-	35	123	93,49
Португалия	84	1	38	27	78,57
Румыния	34	-	3	31	100
Словакия	27	-	17	6	85,19
Словения	15	-	8	7	100
Испания	296	6	98	124	77,03
Швеция	80	20	19	40	98,75
Великобритания	527	34	174	187	74,95
Норвегия	39	2	11	18	79,49
Швейцария	40	-	-	-	0
Турция	260	-	98	38	52,31
Итого	3590	134	1191	1417	76,38

Причины использования процесса восстановления в России:

- колоссально снижается нагрузка на экологию;
- потребитель получает шины на 35 - 45% дешевле аналогичных новых, без потери эксплуатационных свойств;
- производитель создает дополнительные рабочие места и выплачивает налоги.

Восстановленная покрышка является доступным вариантом, которую приобретают в двух случаях: во-первых, если нет нового аналога (что в последнее время встречается крайне редко), во-вторых, когда хотят сэкономить. Актуально это во время кризиса.

Ходимость восстановленных шин определяется качеством протекторной ленты и составляет около 150 – 200 тыс. км. Поэтому восстановленная шина имеет ряд преимуществ по эксплуатационным характеристикам и ходимости перед бюджетными новыми.

Таким образом, восстановленная шина – альтернатива дорогостоящей порой не безопасной утилизации, а также достойная замена нового, дешевого варианта покрышки.

2.5 Термодиструкционные методы утилизации шин

При использовании этих методик происходит необратимое изменение химической структуры резины под воздействием повышенной температуры.

Сгорание автомобильных покрышек сопровождается выделением тепловой энергии (около 32056 кДж/кг), это позволяет использовать автомобильные покрышки в качестве топлива, как самостоятельно, так и вместе с другими видами топлива. Данный метод в настоящее время нашел свое применение в цементной промышленности [12].

Способ решения проблемы утилизации невостребованных автомобильных покрышек был представлен в виде использования автомобильных шин в качестве альтернативного топлива во вращающейся цементной печи. Он позволяет значительно снизить уровень загрязнения окружающей среды.

Горючие свойства покрышек отличаются от используемых видов топлива, применяемых во вращающихся цементных печах. Связанно это с отличием в физико-химическом составе шин. В таблице 5 представлены сравнительные характеристики теплоты сгорания и процентное содержание химических элементов в топливе, используемом для розжига цементных печей.

В зависимости от химического состава неиспользуемых покрышек происходит градация влияния использования их в качестве топлива, так:

- от химического состава зависит эффективность выгорания шин;
- зависит содержание тяжелых металлов в получаемом сырье;
- образование газов и микрочастиц.

Таблица 5 – Состав шин, угля и мазута

Тип корда	Процентное содержание, %							Q, МДж/кг
	Влага	Зола	Углерод	Водород	Азот	Кислород	Сера	
Стекловолокно	0,0	11,7	78,5	6,6	0,2	4,4	1,3	32,5
Металлокорд	0,0	25,2	64,4	5,0	0,1	4,4	0,9	26,7
Нейлон	0,0	7,2	78,9	7,0	≤0,1	5,4	1,5	34,6
Полиэстер	0,0	6,5	83,5	7,1	≤0,1	1,7	1,2	34,3
Кевлар	0,0	2,5	86,6	7,4	≤0,1	2,1	1,5	39,2
Покрышка	1,1	13,7	69,9	8,6	0,3	5,2	1,3	32,1
Уголь	12,0	13,2	58,7	4,2	1,9	9,7	0,3	22,8
Мазут малосернистый	3,0	≤0,1	84,7	11,7	0,3			40,3

Также на качество цемента влияют высокие цинкосодержащие соединения, в частности, повышенное содержание цинка влияет на время затвердевания цемента.

Так как содержащиеся в автомобильных покрышках компоненты входят и в состав цемента, то использование шин в качестве частичной замены органического топлива является целесообразным.

2.6 Сжигание автошин

Сжигание как один из вариантов уменьшения запасов складированных автопокрышек является менее эффективным. Так как расходы на захоронение автопокрышек намного меньше, чем на строительство и эксплуатацию современных установок для их сжигания. Отрицательной стороной сжигания является тот факт, что при горении непригодных шин, уничтожаются химически важные вещества, которые входят в состав автомобильных покрышек. Кроме того, при сжигании целых автопокрышек происходит загрязнение воздуха продуктами сгорания: диоксидом серы, бифенилом, пиреном, флуоретаном, диоксидами углерода и фуранами. Малоэффективность этого способа подтверждается эмпирическим путем, так при изготовлении одной автошины необходимо около 34 литров нефти, а при сжигании образуемая энергия эквивалентна 7 литрам нефти [13].

Строительство новых установок для сжигания отходов может стать более привлекательным, чем вторичная переработка или компостирование, если будут ужесточены меры наказания за несоблюдение экологических правил и введены высокие налоги на захоронение.

Таблица 6 - Шины вторичное сырье

Направление	Достоинства	Недостатки
Топливо для цементных печей	<ul style="list-style-type: none">- утилизация происходит на существующем оборудовании;- автопокрышки представляют интерес как альтернативный вид топлива, который можно использовать вместо традиционного (угля, мазута, газа), тем самым объединяется утилизация отходов и экономическая прибыль	<ul style="list-style-type: none">- содержащийся в автопокрышках оксид железа, окрашивает цемент, что негативно отражается на качестве;- большие затраты на создание очистных сооружений для улавливания вредных газов и соединений тяжелых металлов
Получение энергии на ТЭЦ	<ul style="list-style-type: none">- установка рассчитана на переработку 19 000 тонн шин в год;- на выходе получаем высококачественную энергию, которая расходуется на обогрев промышленных помещений	<ul style="list-style-type: none">- необходимость в постройке специальных печей;- содержание в покрышках водорода может привести к взрыву;- в процессе горения образуется 2 кг/ч диоксида серы, 2 кг/ч диоксида азота и 1 кг/ч резиновой пыли

Опираясь на международный опыт и на ранее упомянутые факторы, можно сделать вывод о том, что методы сжигания имеют право на жизнь только при переработке очень больших количеств и требует огромных капиталовложений. В данных методах шины играют роль материала заменителя угля и мазута. Но с 2006

годам в Евросоюзе введен запрет на сжигание автошин. Вероятнее всего, современные тенденции сохранения и защиты окружающей среды повлекут за собой принятие аналогичных законов и в России.

2.7 Пиролиз покрышек

Пиролиз – это химическое разложение резины при отсутствии воздуха и кислорода. Применяется для получения вторичных продуктов нефти (масел) и газов, используемых в нефтехимической отрасли промышленности. Технический углерод и другие твердые продукты, которые остаются после пиролиза, могут быть использованы как наполнители. А из твердого остатка в дальнейшем получают твердый углерод и металлокорд, который впоследствии подвергается переплавке.

Пиролиз шинного каучука (при атмосферном давлении) начинается при температуре около 250° С и заканчивается при температуре около 550° С. В общем, путем пиролиза отработанных шин получают три фракции: твердый остаток (около 40%) жидкую фракцию (около 50%) и газообразную фракцию (около 10%). Полученные жидкости представляют собой комплекс смесей органических соединений, содержащих много ароматических соединений (таблица 7) [14].

Таблица 7 - Концентрация получаемой продукции

Продукты пиролиза, в % содержании от массы	Температура, °С		
	375	450	525
Газ	4,8 – 5,0	5,4 – 5,9	7,6 -7,9
Пиролизная жидкость	41,7 – 42,4	43,5 – 47,9	56,4 – 59,2
Технический углерод	38,6 – 39,5	32,2 – 37,1	18,9 – 22,0
Металлокорд	12	12	12
Потери	2	2	2

Отработанные шины имеют высокое содержание летучих веществ, а также фиксированного углерода, что делает их интересным твердым топливом для производства энергии или процессов гидрирования. Также резина покрышки имеет более низкое содержание золы (приблизительно 3% меньше, чем содержит уголь на 4%) и более низкое содержание углерода (приблизительно 25% меньше, чем входит в состав угля на 20%) по сравнению с другими предшественниками, например угля и древесины. Покрышек могут быть переработаны термохимическими методами через пиролиз в более ценное топливо и полезные химикаты (рисунок 5).

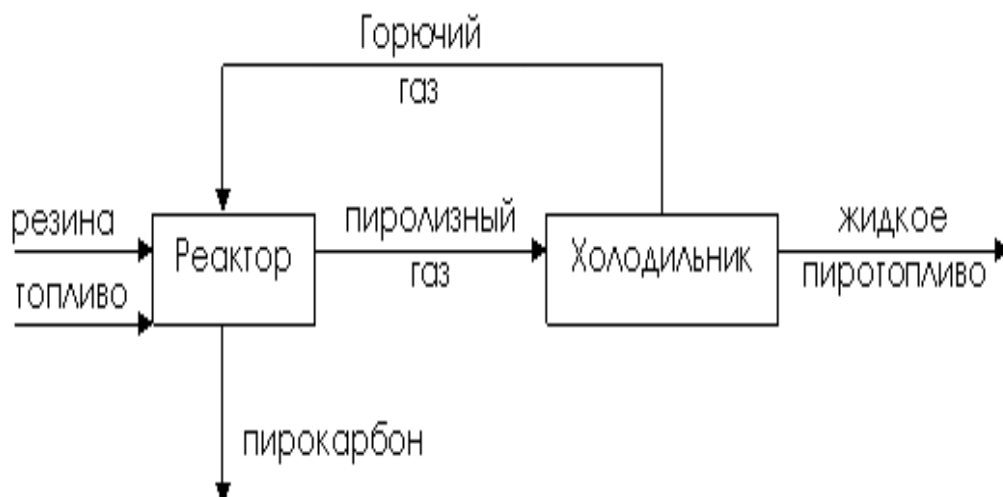


Рисунок 5 - Схема пиролиза автомобильных шин

В зависимости от конструкции технологического оборудования переработать с помощью пиролиза можно как измельченные резиновые отходы, так и целые покрышки автомобилей. Процесс пиролиза, как правило, протекает при низкой (менее 400° С), средней (400 - 500° С) или высокой температуре (более 500° С). Несмотря на то, что пиролиз считается основной альтернативой для использования полезных химических веществ и ресурсов из отходов шин, процесс по-прежнему не в приоритете, что в основном связано с высоким количеством энергии, необходимой для этого.

Существует более чем 100 видов шин, при этом различные части шин, такие как боковина или протектор, различаются в зависимости от желаемых характеристик изделия. Шины состоят из резины, соединяемой текстильными или стальными шнурами. Резиновые смеси обычно состоят из эластомеров (натуральных или синтетических каучуков), сажи, углеводородных масел, оксида цинка, серы и соединений серы, стабилизаторов, антиоксидантов, антиозонантов и т.д.

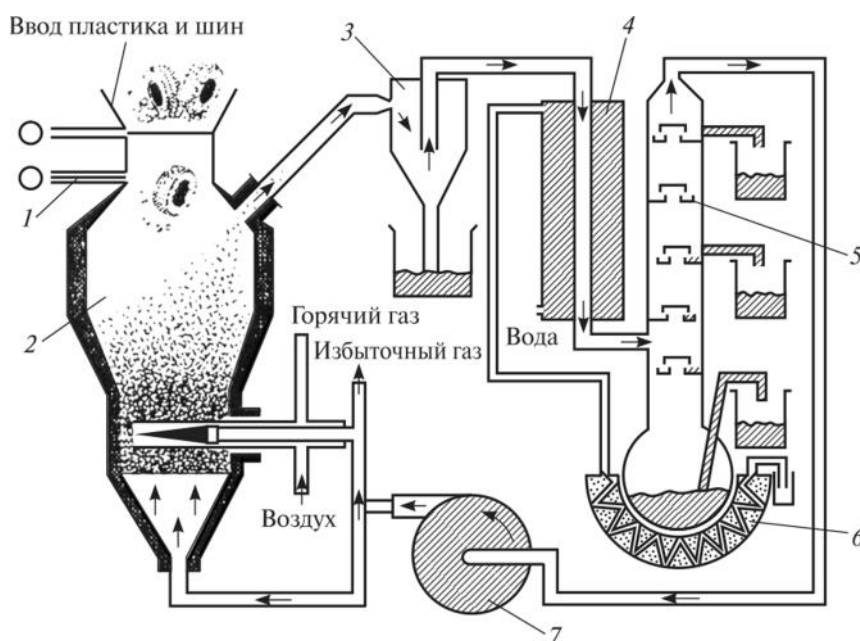
Таблица 8 - Условия пиролиза и выход продукта

Условия	Виды шин			
	Шины пассажирского автомобиля	Шины пассажирского автомобиля	Шины пассажирского автомобиля с кремниевым наполнителем	Грузовые шины
Общее давление, кПа	10	7	7	6
Температура, °С	550	520	500	485

Продолжение таблицы 8

Условия	Шины пассажирского автомобиля	Шины пассажирского автомобиля	Шины пассажирского автомобиля с кремниевым наполнителем	Грузовые шины
Размер крошки, (мм)	20×30	100×120	Целые шины	100×120
Выход продукта (по мере поступления сырья, мас. %)				
Пиролитический черный углерод	33	36	37	39
Масло	56	45	47	43
Газ	10	6	5	5
Металл	-	10	10	10
Вода	1	3	1	3

Отработанные шины собираются и сегрегируются. Затем шины нарезают на мелкие кусочки с удалением стальной проволоки и волокна ткани. Толстые внешние края шин разделяют на небольшие кусочки, которые промывают, высушивают и затем заполняют реактор пиролиза. Обычный пиролиз проводится в среде N_2 и под давлением окружающей среды. При температурах выше приблизительно $250^\circ C$ измельченные шины выделяют большое количество жидких нефтепродуктов, а при температуре выше $400^\circ C$ выход нефти и твердого шинного угля может снижаться по сравнению с добычей газа. Установка и схема процесса пиролиза представлены на рисунке 6.



1 – Заслонка; 2 – реактор вихревой; 3 – уловитель сажи; 4 - охладитель; 5 - дистилляционная колонна; 6 - теплообменник; 7 - компрессор

Рисунок 6 - Схема установки для переработки изношенных шин методом пиролиза

Пиролиз отработанных шин приводит к получению твердого углеродного остатка, конденсируемой фракции и газов. Процент каждой фазы зависит от условий процесса, таких как температура, давление, скорость нагрева, размера частиц, систем теплообмена, катализаторов.

Выход газа увеличивается с температурой в результате более мощного термического крекинга, при высоких температурах выход жидкости почти стабилен на 500° С и снижается при повышении температуры. Более высокие температуры сопутствуют повышению выхода таких продуктов как бензол и керосин. Выход гудрона, не имеет явной зависимости от температуры, свое максимальное значение он имеет при 600° С. Удаление продуктов пиролиза из горячих зон, уменьшает ряд вторичных реакций, осуществляя которые призваны повышать выход углеродистого остатка. За счёт увеличения температуры и скорости нагрева происходит повышенный выход полукокса.

Также на выход, количество и концентрацию продуктов влияет такой показатель как скорость нагрева (°С/мин). В общем, чем быстрее исходное сырье нагревается до заданной температуры, тем меньше образуется шинного угля и тем больше добывается нефти и газа. Площадь твердого продукта увеличивается по мере увеличения скорости нагрева или температуры. При более высоких температурах основным продуктом является газ. Пиролиз шин при низкой скорости нагрева производит большое количество угля и газа.

Установлено, что размер частиц шин не оказывает существенного влияния на продукты пиролиза. Тем не менее, чем больше размер частиц, тем больше будет количество масел на высокотемпературном диапазоне, выход сажи почти постоянный при тех же условиях.

Резюмируя все выше сказанное следует, что лом шинной резины состоит примерно из 60% летучих органических веществ, 30% фиксированных углеродов и 10% золы. Элементный анализ показывает, что резина шины содержит приблизительно 80% углерода (С), 7% водорода (Н), 0,4% азота (N), 1,5% серы (S), 3% кислорода (О) и 8% золы. Пиролиз шин, резины при атмосферном давлении начинается при температуре около 250° С и заканчивается при температуре около 550° С. Продукты, полученные методами пиролиза, полезны во многих отношениях и являются альтернативой ископаемого топлива и природного газа. Значительно

повышается потребность в оптимизации условий процесса пиролиза и различных факторов, влияющие на выход и характеристики продуктов пиролиза.

Главной проблемой является проблема реализации пиролизной продукции на рынке вторичного сырья. Спрос на получаемую продукцию имеется как за рубежом, так и на внутреннем рынке.

Считается что оригинальным направлением для использования технического углерода как товарной продукции является его дальнейшая переработка в активированный уголь. Данная методика является экономически перспективной в связи с высокой ценой этого продукта на мировом рынке. Технологию по производству активированного угля возможно внедрить на различные предприятия по утилизации автомобильных шин.

Металлокорд после отделения от резины подвергают пакетированию для последующей переплавки в металлургических цехах. Возможное применение после обработки в качестве вязальной проволоки, арматуры при производстве строительных материалов, плоского шифера, тротуарных плит, а также фибробетона. Бортовую проволоку используют при изготовлении железобетонных изделий для арматурной сетки.

Энергетический КПД пиролиза изношенных шин превышает 90%, так как энергозатраты при переработке 1 тонны автомобильных покрышек составляет 2200 МДж, а при сжигании жидкой фракции и газообразной образуется 22600 МДж.

Однако получаемые продукты требуют дополнительной переработки потому, что не являются кондиционными. Пиролизный газ в основном используется в самом технологическом процессе, то жидкие фракции можно использовать в двух направлениях. Во-первых, использовать в производстве асфальтобитумных смесей, а во-вторых, переработка в светлые нефтепродукты (бензин и дизельное топливо). Также при растворении резиновой крошки в пиролизной жидкости, можно получить товарную продукцию в виде высококачественных рулонных мастик и герметизирующих материалов, например таких как фольгоизол, идол и гидроизол.

Применение данной технологии позволяет решить проблему утилизации и процесс получается практически безотходным. А получаемая продукция имеет спрос как на внутреннем, так и на внешнем рынке особенно в строительной индустрии.

Баланс утилизации не эксплуатируемых шин и возможных получаемых материалов представлен в таблице 9.

Таблица 9 - Баланс рециклинга использованных автопокрышек

Продукция	Доля от общей массы автошины, %	Доля от общей массы резины, %
Пиролизная жидкость	53,5	62,2
Которая состоит из:		
бензин (А - 76)	24,0	28,1
мазут (М - 40)	29,5	34,1
Технический углерод	31,0	36,0
Который состоит из:		
сажа	27,0	33,6
сера	4,0	2,2
ZnO	2,0	2,3
Текстильный корд	4,0	-
Металлокорд	10,0	-
Углеводороды	1,5	1,7

2.8 Термоожижение автомобильных шин

Способ термоожижения представляет собой деструкцию резиносодержащих материалов в условиях повышенных температур от 100 до 400° С и в среде продуктов нефтепереработки. Результатом процесса термоожижения является изменение аморфного состояния резины с переходом в псевдотекучую фазу, представляя собой смесь сажи в органическом соединении, молекулы которых представлены атомами углерода и водорода. Получаемый состав жидких продуктов формируется химическими компонентами сырья, характеристиками технологического растворителя, пропорцией покрышки – растворитель, температурой и давлением протекания реакции [15].

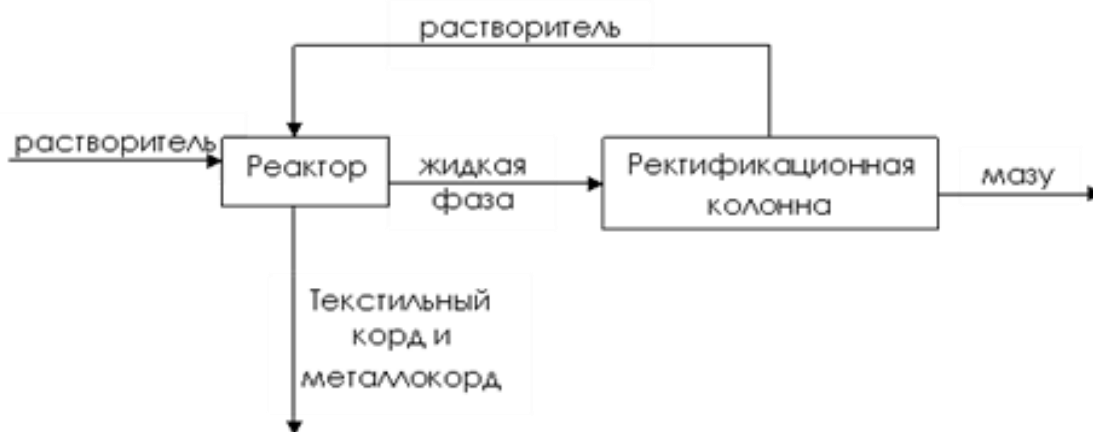


Рисунок 7 – Принцип предлагаемой утилизации шин

Разработанная опытная установка, работающая по принципу технологии термоожижения способна утилизировать неиспользуемые автомобильные шины в реакторе под слоем заливаемого технологического растворителя. Растворителем служит водорододонорный раствор на основе толуола. Растворение происходит при температуре приблизительно 300° С и давлением не ниже 6,5 МПа. На выходе образуется жидкая фракция именуемая «синтетическая нефть», обильное выделение газа, преимущественно состоящего из парафиновых углеводородов, технический углерод, выпадающий в виде твердого осадка и, кроме этого, металлокорд (таблица 10).

В качестве растворителя можно применять отработанное моторное масло. Тем самым решая проблему утилизации как автомобильных покрышек, так и моторного масла и минимизируя затраты исключив из метода растворители на основе толуола.

Таблица 10 – Результат утилизации по технологии термоожижения

Получаемые продукты	Характеристики	Содержание
Бензиновая фракция	Октановое число	100
	Температура кипения, ° С	180
	Содержание серы и свинца (Pb, S)	0
Мазут	Соответствует ГОСТ 1058 (M40)	99
	Массовая доля содержания серы (S), %	0,6
Технический углерод	Содержание углерода (C), %	91 - 98
Очищенный металлокорд	Высоколегированная сталь	-

Получаемый жидкий осадок продукта распада резины при взаимодействии с растворителем допускается использовать в качестве добавки для получения битумных мастик, а также в качестве печного топлива (удаление серы является необходимым условием при производстве данных материалов).

Основной недостаток данной технологии высокий риск пожароопасности и взрывоопасности.

2.9 Измельчение автомобильных покрышек

Измельчение - является самой распространенной и многочисленной группой методов. Группа характеризуется сохранением первоначальной структуры перерабатываемого полимера.

Выделяют основные параметры при измельчении резиносодержащих материалов:

- скорость измельчения;

- энергопотребление оборудования;
- качество резиновой крошки;
- экологичность процесса и используемого оборудования.

Наилучшими показателями обладают линии перерабатывающие шины в крошку различные фракции, которые в дальнейшем смогут использоваться как сырье при производстве резинотехнических изделий, строительных материалов и т.д.

2.10 Переработка механическим методом

Традиционная механическая переработка автомобильных шин, как правило, подразумевает многоэтапность операций по измельчению, транспортировке, отделению от металлокорда и текстильного корда от структуры частиц резиновой крошки. Технология механического измельчения автомобильных покрышек в крошку и ее стадии представлены следующим образом:

а) Разделка цельных покрышек автомобилей на крупные фрагменты (ленты). Часто это первый этап в процессе получения резиновой крошки. Шины нарезают различными способами и используют при этом различное оборудование, например: гидравлические ножницы; пресс-гильотина; механическое нарезание по спирали или резка шины на кольца; рубка шин механическими ножницами или резка дисковыми ножницами (по спирали). Более совершенный, действенный и безопасный метод первоначальной нарезки покрышек - это, нарезание на сегменты при помощи гидравлических ножниц [16].

б) Измельчение автомобильных колес на чипсы с использованием шредерных (ножевых) дробилок. Переработка шин происходит на более мелкие части, в диапазоне от 100×100 мм до 30×30 мм, в зависимости от конструктивных особенностей ножей шредера. Масса этих дробилок достигает порядка 20 тонн в зависимости от мощности, конструкции и производительности. Режущая кромка подвижных и неподвижных ножей шредерной дробилки шин имеет угол 90 градусов, что препятствует их быстрому износу. Размер резиновых фрагментов на выходе из шредера зависит как правило от толщины ножа. Эти дробилки автомобильных покрышек оборудованы просеивающими секциями, которые пропускают заданную фракцию материала на выход, а непрошедшие частицы возвращаются в камеру на повторное дробление. Распространение получили

просеиватели типа вращающийся барабан с ячейками. Размер ячеек, либо равен толщине ножей, либо немного больше. Ножевые дробилки обладают высокой производительностью и достаточно надежны. В целом, это неприхотливый и долговечный агрегат линии по переработке шин в крошку. Обычно, комплекта ножевой группы хватает на 1 - 3 года работы. Кроме того, в ножи заложена возможность неоднократного восстановления методом наплавки специальными электродами с последующей обработкой до первоначальной формы. Такие узлы при проектировании серьезных комплексов по переработке изношенных автошин применяют практически все производители и проектировщики классического оборудования для переработки автомобильной резины в крошку.

На рынке можно встретить и новые модели шредеров, например трех и даже четырех вальные, где материал проходит уже через несколько ступеней измельчения. Обычно, при проходе через первую группу валов, материал измельчается до крупных фрагментов, которые, затем, измельчаются на мелкие фракции. Характеризуются такие дробилки минимальным размером резиновых чипсов на выходе. Среди недостатков данного оборудования ярко выделяется цена самой дробилки и высокая цена режущих элементов, что значительно увеличивает себестоимость готовой продукции. Ножи довольно быстро подвержены абразивному износу (особенно ножи для более тонкой переработки фрагментов резины так как имеют небольшую толщину).

Не менее широкое распространение получил метод последовательной механической разделки целых автомобильных покрышек на резиновые чипсы. В процессе измельчения как правило участвуют несколько (около 4 – 5) станков:

- борторезательный станок – предназначен для удаления бортовых колец;
- ножи дисковые – предназначены для нарезки покрышек на ленту длиной 30 – 50 мм по спирали;
- станок для рубки полученной ленты на резиновые чипсы.
- дополнительно в качестве опции к основному комплекту оборудования, можно приобрести станок для экструзии толстой бортовой проволоки из автомобильной покрышки. Такой способ получения резиновых фрагментов средней фракции является более трудозатратным и менее производительным. Применяется в основном на небольших производствах в Китайской народной республике в виду

своей низкой стоимостью и дешевой рабочей силой местного населения. Заявленная производительность трех станков около 400 кг/час, на практике этот показатель не превышает и 200 кг/ч. Производительности на прямую зависит от условий эксплуатации (станки не выдерживают Российских морозов) и от опытности, квалификации рабочих. Еще одним недостатком можно назвать высокую травмоопасность метода, так как есть риск получить травму при работе с дисковыми ножницами. Установки требуют частой заточки ножевой группы и их периодической замены на новые. Как правило, мощности оборудования не хватает, а для переработки автомобильных шин большего объема необходимо приобретать более серьезные установки.

в) Рассмотрим еще один менее распространенный вариант – это, «раздирка» целых легковых и частей грузовых покрышек на «вальцах», состоящих из 2 валов с насечками. Технология является энергозатратной по сравнению с переработкой в шредерной установке. На выходе получаем продукт – «шинные чипсы» это резиновые куски, практически не применяемые на производстве и требующие дальнейшей переработки в более мелкие гранулы для получения качественной резиновой крошки.

Ниже представлены три способа получения резиновой крошки из чипсов:

а) Дробление резиновых чипсов на ножевых грануляторах. Принцип работы следующий, на вал закрепляется несколько подвижных ножей, на корпусе помимо сетки с ячейей располагается неподвижные ножи. Проходя через ножевую группу чипсы измельчаются до размера крошки. Продукт полностью очищается от металлической проволоки и на 95% от тканевого корда. Размер самой крупной крошки не превышает 20 мм.

Процесс состоит из нескольких стадий очистки, а гранулятора способствующего дальнейшему уменьшению гранул до размеров 4 мм. Недостатком метода является повышенный износ ножевой группы. К тому же попадание в гранулятор инородных, твердых предметов таких как - камни, арматура, гвозди нежелательны это может вызвать поломку оборудования, а иногда и всего комплекса. Способ идеально подходит для переработки резины в крошку с тканевым кордом или же при содержании металлического корда не более 5%. Особенность технологии - резиновая крошка имеет классическую правильную форму и однородна

по своему составу. Для улучшения показателей резины в процессе измельчения автомобильных шин добавляется вода и она же выступает в роли охлаждающей жидкости режущих элементов, помимо этого, грануляторы могут иметь и воздушную систему охлаждения камеры дробления. В российских условиях оборудование чаще всего используется для финишной обработки резиновых кусков без металлических включений. Ножевые грануляторы не эффективны при дроблении кусков с большим содержанием металла прежде всего из-за высоких расходов на износ ножей.

б) Измельчение резиновых чипсов на «валцах» в резиновую крошку рваной формы. Переработка покрышек данным способом происходит за счет прохода чипсов через два вала, вращающихся навстречу друг к другу с различной скоростью. Валы также различаются по форме, один рифленый с многочисленными насечками другой гладкий. Одного прохода недостаточно для измельчения в крошку и поэтому требуется несколько повторений до 6 раз. Установка имеет преимущество по сравнению с ножевым гранулятором - на ней возможна переработка резины, содержащей металл. Но производительность значительно ниже из-за многократного прохождения сырья через валцы, тем не менее неприхотливость самого станка окупает себя.

Установка предназначена для переработки автомобильных покрышек с цельнометаллическим типом корда и резины с минимальным включением текстильного корда (шины легковых автомобилей). Затруднена переработка на таких установках шин с текстильным и смешанным кордом по причине частого забивания (запыленности) вибротранспортера отвечающего за транспортировку на повторное доизмельчение.

Резиновая крошка на выходе имеет некоторые особенности – неоднородность, большая удельная поверхность, рваная форма частиц. Такая форма крошки более мягкая, чем гранулы резины, после ножевого гранулятора.

На выходе крошка достигает фракции от 1 до 5 мм (70% от всей массы) и размеров от 0,1 до 1 мм (30% от всей массы соответственно). Типы передачи и редукторов могут быть различными [17].

в) Измельчение резины гранулятором шнекового типа (конусной дробилкой). Принцип измельчения прост, в горловину по шнеку загрузки поступают чипсы

размером 60×60 миллиметров, измельчающий вал конической формы размельчает чипсы о стенки обоймы находящийся в камере дробления. Охлаждение вала обеспечивается по средствам камеры водяного охлаждения.

Производительность зависит от размера фракций на входе, регулировок вала и мощности двигателя. В основном используются двигатели мощностью от 50 до 120 кВт, производительность которых 250 – 1100 кг/ч. Форма и внешний вид гранул резины на выходе схожа с формой крошки, полученной на вальцах. За один проход материал измельчается до размера 0,2 – 19 мм (допускается регулировка измельчающего вала), при этом обеспечивается полное отделение металлокорда от структуры резины. Техническое обслуживание вала производится раз в год (ресурс вала до замены 50 – 110 тонн) он легко демонтируется, а восстанавливать можно несколько раз путем наплавки и последующей обработки.

Для эффективной переработки материала используют комбинацию нескольких методов, так первичная обработка проходит на ножевых дробилках (вальцам которой не страшны металлические включения), процесс завершает ножевые грануляторы выдающие оптимальные кусочки резины правильной кубовидной формы.

Перемол резиновых гранул до минимальных размеров - в пыль. Для этой цели используют измельчители имеющие параллельное расположение режущих элементов (ножи, диски). Для измельчителей такой категории предусмотрена водяная система охлаждения, так же они имеют небольшие габариты и сравнительно невысокую производительность. Для загрузки и выгрузки резиновой крошки целесообразно использовать пневмотранспортеры.

Перечислим способы сепарации дробленой резины от текстильного корда. Не существует устройств, которые смогли бы очистить весь объем резиновой крошки от текстиля за один этап. Идеальный случай, когда каждая фракция помола проходит через отдельную линию сепарации, тем не менее это не всегда выполнимо.

- Удаление текстильного корда в системе грубого отбора типа «бочка». Оборудование отделяет синтетические волокна из резинового материала толщиной от 2,5 до 13 мм. Смесь, попав в устройство разбивается на части (комкуется), из-за разности масс и объема. При этом проходя через вращающийся барабан с ячейей различного размера (диаметр ячеей изменяется на всем пути и увеличивается в конце)

происходит сортировка гранул по фракциям, а части синтетического корда комкуются и поступают в накопительный бункер. При прохождении через вращающийся цилиндр с ячейей различного диаметра. Резиновая крошка, прошедшая стадию грубой очистки, отправляется на следующий этап переработки. Метод обеспечивает отделение тканевого корда до 68%. Характерными особенностями устройства являются – малая потеря дробленой резины, которая может застрять в распушенной нити корда. На эту фазу сепарации отправляется только смесь с распушенной ниткой в виде ваты, без металлических включений, то есть после прохождения первичной очистки. Все же содержание короткой проволоки до 1 - 4% от массы резинового порошка допустимо. Применима такая сепарация после ножевого измельчения резиновых чипсов на крупные и средние размеры частиц.

- Сепарирование при помощи вибростола. Наиболее популярный и распространенный способ очистки материала, часто используется ввиду простоты и доступности. Имеющиеся предприятия в России производят сепарацию своей крошки всего на нескольких вибростолах. Очищение происходит следующим образом – крошка проваливается в ячейку сита, а текстильный корд скатывается с поверхности стола в поставленный мешок, либо отсасывается промышленным пневматическим отсосом. Методика характеризуется рядом недостатков – не обеспечивает полной очистки от мелких синтетических включений, а также имеет большие потери гранулята при неоднократном просеивании. Линия, оснащенная данным оборудованием из 100% сырья на выходе, дает приблизительно 50% продукции, а остальное это дробленый текстиль с застрявшими частичками резины. Чаще всего такие столы применимы на стадии грубой очистки, а не тонкой сепарации при экструдерном методе измельчения покрышек, и на некоторых этапах при измельчении на «вальцах». Для минимизации риска засорения сита стола, рекомендуется изготавливать дно из гладкого цельного листа металла.

- Пневматическая сепарация. Применяется преимущественно на виброситах. Имеет ограниченные способы применения. Эффективность достаточно малая. Особенностью является вытягивание легких фракций: частично пуха и поднятой в воздух резиновой пыли.

- Удаление текстильного корда автомобильной покрышки на круглом вибросите. Не столь эффективный способ по сравнению с вибростолом. Ячейки

сетки часто засоряются. Круглое сито больше подходит для разбивания крошки на различные фракции.

- Отделение в зигзагообразной призме. Смесь материалов засыпается сверху и падает в низ, при этом текстильное волокно отделяется от резиновой составляющей и засасывается пневмоотсосом. Метод также не получил большого распространения. Применим для отделения синтетического волокна от резиновой крошки от двух до шести миллиметров.

- Разделение в воздушных сепараторах. В промышленности является самым производительным методом выделения распушенного текстиля. Сырье подается транспортерным конвейером (шнеком или же пневмотрассой) и разделяется воздушным потоком на части. Продуктивность устройства увеличивается при подачи однородных частиц резиновой крошки это достигается настройкой крыльчатки под определенные параметры. Технология гарантирует максимальную очистку материала от пыли и текстиля [16].

Очистка от металлических включений является более простой задачей, чем сепарация тканевого корда, но и здесь есть свои нюансы:

- Наиболее совершенным методом считается вибрационно-магнитный сепаратор. При сепарации стали происходит наименьшая потеря резиновой крошки и текстиля из общей смеси сырья достигается это благодаря рассеиванию смеси текстиля, резины и металла. С металлом проникают частички распушенного текстильного волокна который сгорает при переплавке.

- Благодаря своей простоте и низкой стоимости получили широкое распространение барабанные магнитные сепараторы.

- Магнитные сепараторы бывают электромагнитными и на постоянных магнитах.

- Не маловажен показатель самоочищения магнита, при низких значениях этого показателя металл будет налипать и время от времени может происходить попадание металла в чистую крошку. Результатом такого явления может послужить выходом из строя других агрегатов, расположенных далее по технологической цепочке.

Объединяющим недостатком механического измельчения является быстрое изнашивание режущего инструмента и как правило простои при замене режущего инструмента, к тому же присутствуют большие затраты электроэнергии.

2.11 Технология «озонового ножа»

Технология представляет собой комбинированный метод переработки резины в крошку. Подаваемый озон способствует ускоренной деструкции резины (ее быстрому старению). Происходит частичное разрушение покрышек, с последующим доизмельчением механическим оборудованием. Технология опробована и запатентована давно, но не пользуется массовым спросом из-за своих недостатков. Данная технология способна превратить утилизацию автомобильных шин в рентабельный бизнес [18].

Колоссальное экологическое и экономическое значение имеет проблема утилизации автомобильных шин и изношенных резинотехнических изделий для многих государств. Невосполнимость природных источников нефтяного сырья побуждает необходимость использовать вторичные ресурсы с максимально допустимой эффективностью. Это значит, что из автомобильных покрышек, составляющих более 40% современных свалок, можно получить абсолютно новую отрасль промышленности – экологически безопасную переработку отходов на коммерческой основе.

Технология «озонового ножа» - сочетание простоты и высокой экологичности производственного процесса.



Рисунок 8 – Шина автомобиля в процессе воздействия на нее ОКТ

Деструкция резиновых изделий под воздействием газовой среды (озона) известна уже давно. Начало технологии положили опыты контроля резины на озоностойкость. Эффект основан на распаде двойных углеродных связей под воздействием озона. Принцип технологии базируется на «продувании» озоном покрышек, приводящая к осыпанию резины в мелкую крошку отдельно от металлического и текстильного корда. Технология экономически рентабельнее существующих методов к тому же экологична, что связано с химической способностью озона окислять вредные газообразные вещества (воздействие озона на автомобильную покрышку представлено на рисунке 8).

Эффективность и экономическая чистота ОКТ (Ozone Knife Technology) достигается в связи со следующими характеристиками:

а) снижены затраты на электроэнергию приблизительно в 6 – 9 раз, чем при использовании классических технологий по утилизации;

б) снижено количество стадий переработки резины, соответственно потребляется меньшая площадь под производственное оборудование и штатный персонал линии в 2 раза;

в) отсутствие процессов терния и резания увеличивает работоспособность оборудования;

г) получается высококачественный порошок;

д) переработка различных видов отходов резинотехнических изделий обеспечивается благодаря универсальности технологии;

е) снижены до минимума вредные выбросы из перерабатываемого вулканизата по причине низкой практически комнатной температуре переработки.

Резиновая крошка, получаемая технологией ОК очищена от загрязняющих ее включений, армирующих конструкций без применения сепарационного оборудования. Однако проволока и синтетический корд содержат незначительное количество резины.

Целесообразность использования ОКТ при переработке различных видов изношенных резинотехнических изделий и отходов предприятия таких как:

- конвейерные ленты (включая карьерные ленты, армированные стальными тросами);

- РВД (рукава высокого давления) со стальным каркасом и резиновые шланги с текстильным каркасом.

Невзирая на имеющиеся положительные аспекты, необходимо отметить недостатки не позволяющие более широко внедрить данный метод:

- недоступность и высокая цена синтеза озона;
- высокая токсичность озона;
- взрывоопасен при взаимодействиях с различными компонентами. По мере охлаждения взрывается самопроизвольно;
- неудовлетворительные показатели по форме и поверхности частиц;
- изменение химических свойств резины под действием озона;
- необходим контроль за содержанием озона в воздухе и рекуперация отработанного озона, так как повышенное содержание влияет негативно как на человека, так и на экологическую обстановку в целом.

2.12 Переработка крупногабаритных шин методом взрыва

Утилизация шин небольших размеров в настоящее время осуществляется специализированными предприятиями, производимыми в ряде стран. Однако особенности этих установок таковы, что существуют ограничения по габаритам и весу шин или резиновых фрагментов, загружаемых в эти установки.

Патентно-технический поиск показал отсутствие специализированного оборудования для утилизации крупногабаритных шин в России и за рубежом.

Так, крупногабаритные шины для большегрузных автомобилей и сельскохозяйственных машин с размерами от 18.00/25 до 40.00/57 (условная ширина / размеры обода в дюймах), имеющие большое количество резиносодержащего сырья (масса шины от 320 до 3500 кг), не возвращаются на переработку из-за отсутствия технологического оборудования [19].

По оценкам российского Научно-исследовательского института шинной промышленности, только в РФ ежегодно в отвалах накапливается до 50 тысяч тонн изношенных крупногабаритных покрышек. И общая масса этого сырья оценивается в 1 млн. тонн. Тенденция роста этих величин наблюдается во всем мире. Сваи (сваи – это, огромные пространства, заполненные шинами) сосредоточены, как правило, в местах автомобильных предприятий, работающих на горно-обогатительных комбинатах. В этой связи затрагивается и экологическая проблема.

Рассмотрим разработки модели ударного стенда с использованием энергии взрыва бризантного взрывчатого вещества, локализованного в замкнутом объеме, для ускорения режущего действия. Этот стенд демонстрирует возможность того, что измельчает крупноразмерные шины автомобиля на части соответственно для дальнейшей обработки. Предлагаемая конструкция стенда должна обеспечивать дробление (разбиение) шины на необходимое количество осколков за одно действие.

Преимущества взрывного стенда:

- отсутствие потребности во внешних источниках энергии;
- высокие удельные энергозатраты (мощность/вес объекта) при малых затратах на источник энергии (для стендовой эксплуатации планируется использовать небольшие заряды взрывчатых веществ со стандартными составами типа аммонита, применяемые в Рудной и горнодобывающей промышленности);
- быстрая самоокупаемость стенда, при этом его стоимость относительно невелика.

Все это позволяет транспортировать и монтировать стенд в местах концентрации изношенных крупногабаритных автомобильных шин (как правило, эти места с открытой процедурой добычи), и, используя имеющиеся уже на этих заводах взрывчатые вещества, разрезать крупногабаритные шины на куски для дальнейшей их транспортировки и переработки.

Стенд должен отвечать следующим основным требованиям:

- мобильность конструкции, позволяющая транспортировать и монтировать скамейку возле свай накопленных изношенных крупногабаритных шин;
- безопасность работы - защита окружающего промышленного оборудования и персонала от воздействия взрыва;
- в качестве заряда должны применяться стандартные заряды, используемые в горнодобывающей промышленности.

Конечным этапом после производства и использования автомобильных шин должна стать утилизация. Места для хранения использованных покрышек катастрофически сокращаются, да и выбрасывать их слишком расточительно. Проблема из малозначимой превратилась в государственную и даже общемировую из-за многократного увеличения транспортных средств.

Принцип работы установки. Установка состоит из герметичной бронекмеры называемой взрывоциркулятором. Тракт (внешний трубопровод) образует замкнутую кольцевую систему, изолированную от внешней среды. В камеру производится закладка пакета остуженного до $- 80^{\circ} \text{C}$, покрышек и взрывчатого вещества в центре. От взрыва происходит разрушение шин и образуется смесь измельченного порошка размером до 1,0 мм, гранулята размером до 10 мм, металлической проволоки длиной до 100 мм и нитей текстильного корда. Более 50% массовой доли продукта составляет резиновый порошок. Пакет покрышек разрушается многократной циркуляцией взрывной волны в закольцованном тракте и дополнительно измельчается об металлическую сетку, установленную на пути продвижения частиц [19].

Полезные свойства образовавшегося порошка идентичны свойствам заготовки так как процесс измельчения занимает несколько доли секунд, следовательно, гранулят не успевает подгореть и даже прогреться, сохраняя исходную эластичность. Учитывая то, что после начала процесса частицы движутся параллельно стенкам камеры и тракта, происходит, снижение давления соответственно увеличивается срок эксплуатации устройства.

Этот фактор позволяет применять более доступные материалы камеры с размерами чуть больше размеров изношенных шин.

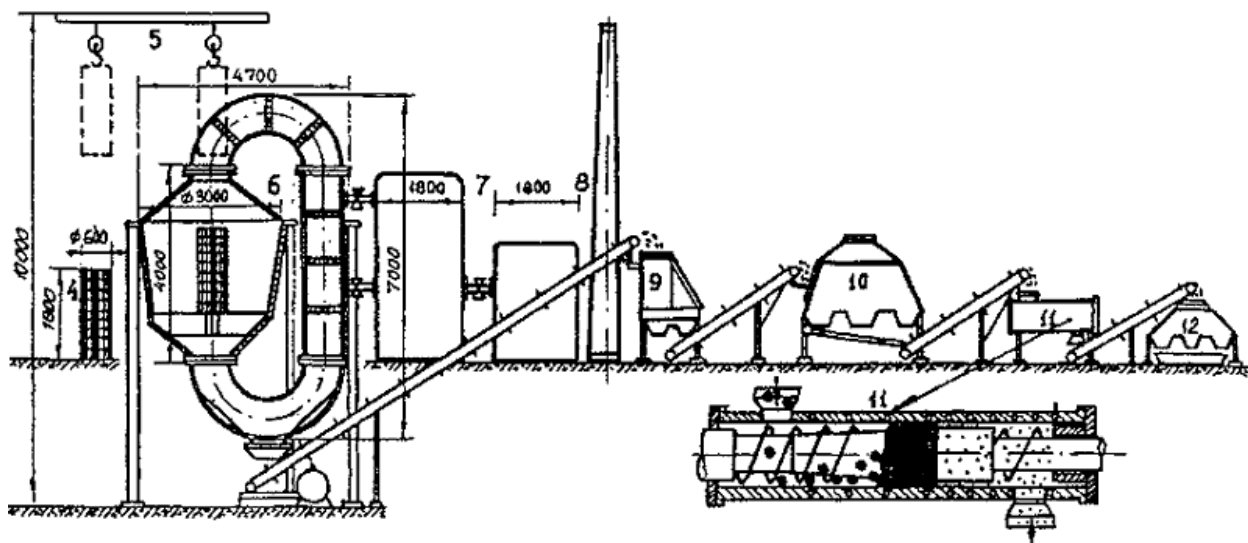
В роли взрывчатого материала может выступать безопасные и дешевые смеси тротила, аммиачной селитры и дизельного топлива.

Для получения порошка с начало необходимо приготовить так называемый пакет из покрышек. Бортрезами вырезают бортовые кольца изношенных шин, далее надрезают поперек шину закручивая ее по спирали. Затем последовательно наматывают на барабан заготовки образуя компактный пакет. Метод подходит для переработки любых покрышек в том числе и крупногабаритных шин карьерных самосвалов с рабочим циклом в 10 – 12 минут между подрывами.

Таблица 11 – Характеристики существующих взрывоциркуляторов

Параметры					
Диаметр, м	Высота, м	Вес, т	Величина заряда, кг	Потребляемая мощность, кВт	Количество покрышек, перерабатываемых в год
2,5	5,5	12	3,6	20	4000
3,0	7,0	40	12,5	30	8000
3,5	8,5	80	22,0	40	12000
4,0	10,5	100	26,4	60	18000

Взрывоциркулятор послужил основой для создания комплексной линии по переработке автомобильных шин. Схема линии показана на рисунке 9.



1 – Борторез; 2 – холодильная камера; 3 - станок обрезания-компактирования (на схеме не указаны позиции 1 - 3); 4 – пакет из шин; 5 – транспортер; 6 – взрывоциркулятор; 7, 8 – устройства по очистке газов; 9 - магнитный сепаратор; 10 - аэросепаратор; 11 - роторный диспергатор; 12 - классификатор

Рисунок 9 - Схема линии переработки шин взрывоциркуляционным методом

Работоспособность линии обеспечивают всего 7 человек при этом линия способна перерабатывать до 30 тысяч покрышек в год. Введение в эксплуатацию взрывоциркуляционного способа утилизации шин снизит стоимости получаемого продукта по сравнению с имеющимися методами в 2,5 раза в следствие, снижения удельного энергосбережения при повышении степени и качества производственного процесса измельчения, а также коренного изменения капитальных и операционных затрат.

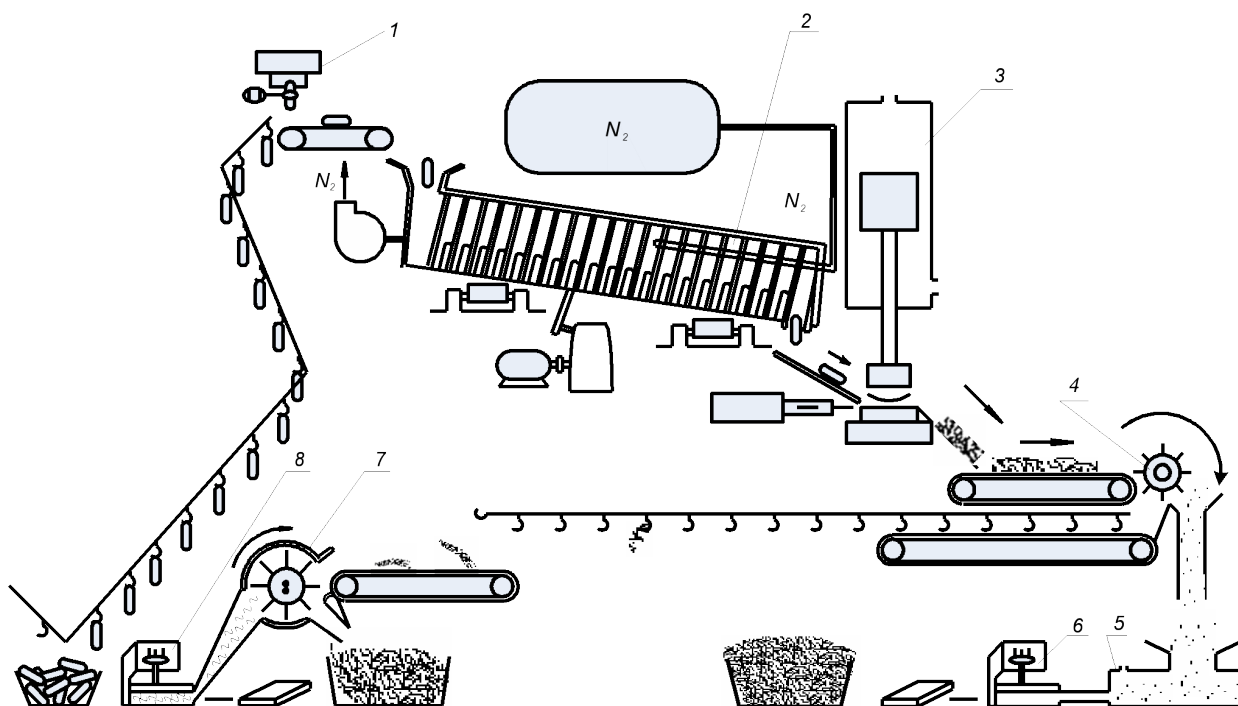
Хотелось бы отметить, что процесс взрывоциркуляции экологически безопасен. Нет необходимости в применении химических, органических растворителей и озоновых окислителей, высокая степень очистки дымоходных газов до 98% и полностью отсутствует необходимость в прокладке канализации.

Главными недостатками являются: повышенные требования к безопасности в связи с применением ВВ и разнофракционный состав продукции на выходе с его последующей переработкой и сепарацией.

2.13 Криогенный метод переработки автомобильных шин

Метод основан на воздействии низких температур на перерабатываемое сырье с применением жидкого азота. Структура охлаждающего и измельчающего оборудования построена таким образом, что на первом этапе происходит полное отделение резины от металлического и текстильного корда, путем вибрационного воздействия на определенной резонансной частоте. Следующая стадия – раздробленная резина поступает на специальное нарезное оборудование, где происходит измельчение до заданного размера. Технологическая схема криогенного измельчения представлена на рисунке 10 [20].

Подготовка к криогенному измельчению проходит следующие этапы – первоначально их промывают, сортируют и отправляют на борторезку – 1 для удаления бортовых колец. Потом покрышки поступают в охлаждающую камеру – 2, куда поступает жидкий азот. Для охлаждения может быть использовано модифицированное оборудование – барабанная сушильная печь. Автомобильные шины остужают до минус 130°C (температура стеклования резины составляет минус 65°C).



1 – Борторез; 2 – камера охлаждения; 3 – молот; 4 – железотделитель; 5 – печь для обжига; 6, 8 – пакетировочный пресс; 7 – роторный измельчитель

Рисунок 10 – Схема криогенного дробления автомобильных шин

Охлажденные покрышки поступают по конвейеру к молоту – 3, охлаждение также необходимо для компенсации, тепловой энергии, которая выделяется при ударе молота. Молот имеет профилированный пуансон и матрицу, на которых происходит раскалывание стеклообразной покрышки. Совершаемая работа при работе равна 37 кДж, ход пуансона 700 мм, масса 800 кг. Измельченная крошка по конвейеру поступает на шкивной железоотделитель – 4, на котором происходит разделение резины, металла и текстиля. Дальнейшее сепарирование, фракционирование и доизмельчение резиновой крошки происходит на стандартных дробильных вальцах.

Отделенный металлический корд поступает в обжиговую печь – 5 для удаления резиновых остатков, а далее на пакетировочный пресс – 6. Синтетическое волокно направляется на доизмельчение в роторный измельчитель – 7 и затем поступает на пакетировочный пресс – 8.

Результатом криогенного разрушения за один цикл является получение до 74% резиновой крошки, к тому же 56% крошки имеет размер от 0,15 до 1,24 мм. Что способствует существенно сократить затраты на последующее измельчение резины обычными способами.

Суммарные затраты энергии на разрушение покрышки в охлажденном виде в 1,75 раза меньше, чем в эластичном состоянии.

Метод криогенной переработки отработанных автомобильных шин является наиболее экономичным. Достоинства данной технологии состоят в том, что расходуются меньшее количество энергии, а получаемый продукт из резиновых отходов имеет мелкодисперсную структуру с высокоразвитой поверхностью.

Метод довольно производительный и является экологически чистым. Недостатком технологии можно признать, что использовать ее есть смысл на производствах где, есть большие мощности по получению жидкого азота, или есть возможность закупать его по низкой цене. А также если оборудование обеспечивает измельчение шин при малом расходе азота. В обратном случае процесс переработки становится очень энергоемким и дорогостоящим.

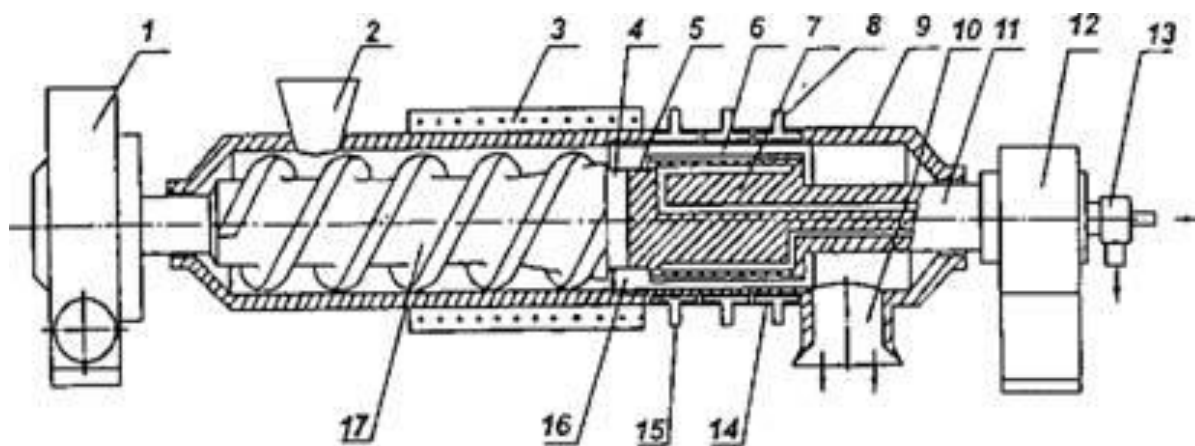
Помимо этого, присутствуют повышенные энергетические затраты, высокие накладные расходы и стоимость приводимого жидкого азота, что влечет за собой повышение себестоимости производимой продукции. При переработке крупных

шин и для увеличения площади охлаждения шины разрезаются на части, что влечет за собой усложнение технологии, особенно при удалении металлического корда и текстиля.

2.14 Роторный диспергатор

Активно развивается разработанная промышленная технология высокотемпературного сдвигового измельчения (сжатия со сдвигом). Способ основан на сложном физико-химическом процессе многократного разрушения автомобильных покрышек в условиях интенсивных комплексных нагрузок сжатия со сдвигом. Резина при определенной температуре и давлении быстро распадается на мелкодисперсные частицы. Достоинства данной технологии заключается в сравнительно низком энергопотреблении и возможности получения из резинотехнических изделий мелкодисперсных частиц с высокоразвитой поверхностью [21]. На реализацию такого способа измельчения резинотехнических изделий разработан роторный измельчитель непрерывного действия. Схема отдельного узла измельчения роторного диспергатора представлена на рисунке 11.

Принцип работы измельчителя описан ниже. Автомобильные чипсы размером 25×35×9 мм, содержащие металлические включения, подаются в загрузочную воронку 2 отсюда поступают в камеру, образованную корпусом 9, шнеком 17 и ротором 7. Перед началом процесса установки подогревают обогревателем 3. Шнек и ротор имеют единый привод 1. На противоположной стороне вала 11 шнека-ротора находится опорный подшипник 12. Поверхность уплотняющего шнека имеет спиральные проточки, глубина которых уменьшается в направлении от привода к ротору. Конец шнека имеет кольцевую канавку 4, аналогичная канавка 5 расположена на наружной цилиндрической поверхности ротора. Проточки соединяются в кольцевую камеру 16, в которой автомобильные покрышки подвергаются сжатию со сдвигом. Результатом такого сжатия является разогрев материала в течение нескольких секунд до 80 - 150° С. Корпус диспергатора охлаждается через три проточные камеры 14, куда охлаждающая жидкость поступает через штуцеры 15 и выходит из штуцера 8. Вал необходимо также охлаждать, для этого узел 13 подает (он же и выводит) жидкость. Через патрубок 10 производится разгрузка материала, в который они поступают по кольцевому зазору 6, образуемому наружной поверхностью ротора внутренней поверхностью корпуса.



1 – Привод; 2 – загрузочная воронка; 3 – обогреватель; 4, 5 – кольцевая проточка; 6 – кольцевой зазор; 7 – ротор; 8 – штуцер; 9 – корпус; 10 – патрубок; 11 – вал; 12 – опорный подшипник; 13 – узел подачи и отвода охлаждающей жидкости; 14 – проточная камера; 15 – штуцер; 16 – кольцевая камера

Рисунок 11 – Измельчение резины в узле роторного диспергатора

Роторный диспергатор дает возможность получать частички порошка резины, практически одного размера от 9 до 40 микрон. Размер частиц и удельная поверхность равная 1 – 4,5 м²/г добавляет порошку абсолютно иные свойства. Ввод такого порошка в полимерные композиции происходит без ухудшения их физических и химических качеств.

Переработанная резина в виде порошка и крошки широко применяется в различных областях, и в основном в качестве добавки к свежим резиновым смесям. Использование резиновой крошки целесообразно в составе асфальтобетонных дорожных покрытий. Благодаря повышенным фрикционным свойствам и лучшему сопротивлению износа, такие покрытия могут быть эффективными на горных дорогах, на площадях и улицах с интенсивными транспортными потоками, на взлетно-посадочных полосах аэродромов, на мостах и в тоннелях.

2.15 Метод бародеструкции шин

Метод переработки основан на раздавливании гидравлическим прессом цельных легковых и частично грузовых покрышек. По сравнению с измельчением классическим способом с помощью шредерных дробилок технология бародеструкции энергозатратна и малопродуктивна. Преимуществом перед шредерной дробилкой можно считать отделение металлического корда от структуры резины.

Технология основана на эффекте псевдотекучести – фрагменты шин помещают в рабочую камеру, где под высоким давлением резина «сжижается» и вытекает через фильтры камеры, при этом 90% металлокорда удаляется на первом этапе переработки [22].

Большие габаритные размеры, высокая цена прессы все это огромные минусы в сравнении с обычным шредером которые не позволяют методу конкурировать с остальными технологиями утилизации изношенных автомобильных шин.

3 АНАЛИЗ ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ КОМПЛЕКСОВ

Проведем обзор востребованных технологий по переработке изношенных автомобильных шин. Развитые страны в настоящее время предпринимают попытки совершенствования технологий по переработке автомобильных шин, для повторного применения резины в различных товарах и материалах [23].

В настоящее время основными технологиями по переработке автомобильных покрышек являются:

- измельчение механическое с применением множества различных дробилок или вальцов;
- измельчение при минусовых температурах с использованием жидкого азота или турбохолодильных машин с каскадом дробилок;
- метод непрерывного сжатия и сдвига в замкнутом пространстве.

Каждая технология в той или иной степени включает определенный типовой набор оборудования:

- дробилки для дробления на куски от 40 до 90 мм;
- дробилки для отделения металлокорда и синтетического волокна;
- магнитные сепараторы;
- аэросепараторы для отделения текстиля;
- сита для фракционирования порошка;
- бункера – для сбора продукции;
- пылесборники;
- пневмотранспортные системы;
- транспортеры;
- вентиляционные системы.

Резюмируя все вышеописанное, можно утверждать, что существующие технологии по утилизации шин, на сегодня – это материалоемкие, энергоемкие, стационарные и дорогостоящие производства. К тому же, в основном все предприятия подобного типа в Российской Федерации имеют одну общую проблему, связанную с обеспечением сырья (изношенных автомобильных покрышек). Логистика поставки материала значительно повышает себестоимость

конечной продукции (резинового порошка), и главное, не всегда возможно обеспечить требуемую загрузку технологического оборудования.

Таблица 12 - Сравнительная таблица оборудования по переработке автопокрышек

Характеристики	ООО Фирма «Астор»	ЗАО «Тамплиер центр»	ООО «Инновации- Евросервис»	ООО «ОСТЭКО»	Сибирская технологическая ассоциация
Производительность по сырью, т/год	5800	4800	1050	14800	3900
Производительность по продукту заданной крупности, т/год	2900	2400	540	8900	2300
Размер продукта, мм	0,1 - 3	0,5 - 3,2	0,02 - 6	0,3 – 3	0,2 – 3
Исходная крупность сырья (диаметр покрышек), мм	1150	1250	1550	1250	1250
Выход продуктов, %					
Резиновый порошок	60	60	60	60	60
Текстиль	22	22	22	22	22
Металлокорд	18	18	18	18	18
Установленная мощность, кВт	980	870	88	1850	710
Удельное энергопотребление, кВт·ч/т	530	690	115	980	475
Площадь, м ²	710	1520	60	1520	1100

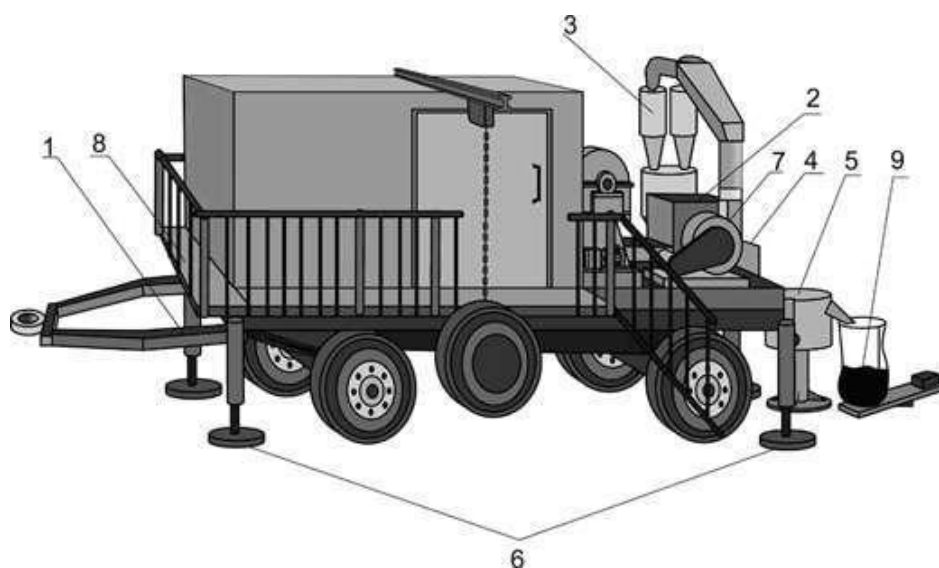
Представленные в таблице 12 технологии реализованы в виде стационарных производств, характеризующиеся высоким потреблением электроэнергии и большим количеством персонала.

Предлагаемый экологически безопасный передвижной комплекс по утилизации автомобильных шин способствует созданию мобильного производства, которое может дислоцироваться без возведения и прокладки дорогостоящих коммуникаций, что в значительной степени минимизирует затратную часть проекта.

Анализ литературных источников, каталогов специализированного оборудования для переработки и утилизации автомобильных шин, рекламных проспектов, фирм производителей оборудования, а также патентный поиск показал, что в настоящее время разработано и производится всего несколько подобных комплексов. Описание характеристик имеющихся передвижных комплексов представлено ниже.

3.1 Аналоги мобильного комплекса

а) Технология представляет собой одностадийное механическое измельчение автомобильных покрышек с синтетическим и металлическим кордом на специальной фрезе с воздушной сепарацией резинового порошка по размерам и с отделением измельченного металла. Синтетическое волокно измельчается до микронных размеров часть которых остается на фильтре. Производительность такой установки составляет около 180 кг шин в час [24].



1 – Прицеп; 2 – инерционная ловушка; 3 – циклоны; 4 – транспортер с магнитным сепаратором; 5 - вибробункер; 6 – выдвижные опоры; 7 – вентилятор; 8 – съемные площадки обслуживания; 9 – емкость для сбора порошка

Рисунок 12 - Мобильная установка по переработке автомобильных шин

Передвижная линия, с помощью тягача транспортируется к месту скопления автомобильных покрышек (сырья), устанавливается (по возможности под навес) закрепляется выдвижными опорами и запускается от электрической сети. Предусмотрен запуск линии через дизельный генератор.

Режущим элементом является нити стального троса. Ресурс стального троса при утилизации автомобильных покрышек со стальным кордом составляет около недели, с синтетическим около трех месяцев.

Этот способ переработки позволяет получить резиновый порошок с физическими параметрами, отличными от других аналогичных продуктов, производимых с использованием стандартных технологий. Практически 79% получаемой продукции имеет размеры частиц не более 1 мм в диаметре, это позволяет

продукту максимально вступать во взаимодействие с другими компонентами и тем самым позволяет создавать композиционные материалы высокого качества. Полученная продукция соответствует техническим условиям «Порошок резиновый ТУ 2519-001-51009273-2005».

По данному проекту была собрана и выпущена опытно-промышленная установка, которая испытывалась с 2001 по 2003 год. Серийные экземпляры передвижной линии изготовлены и эксплуатируются в Германии.

б) Американская компания ISVE запустила в разработку новую установку по утилизации автомобильных шин. Оборудование располагается внутри контейнера, установка полностью автономна и может быть как стационарной, так и мобильной находясь на прицепе.

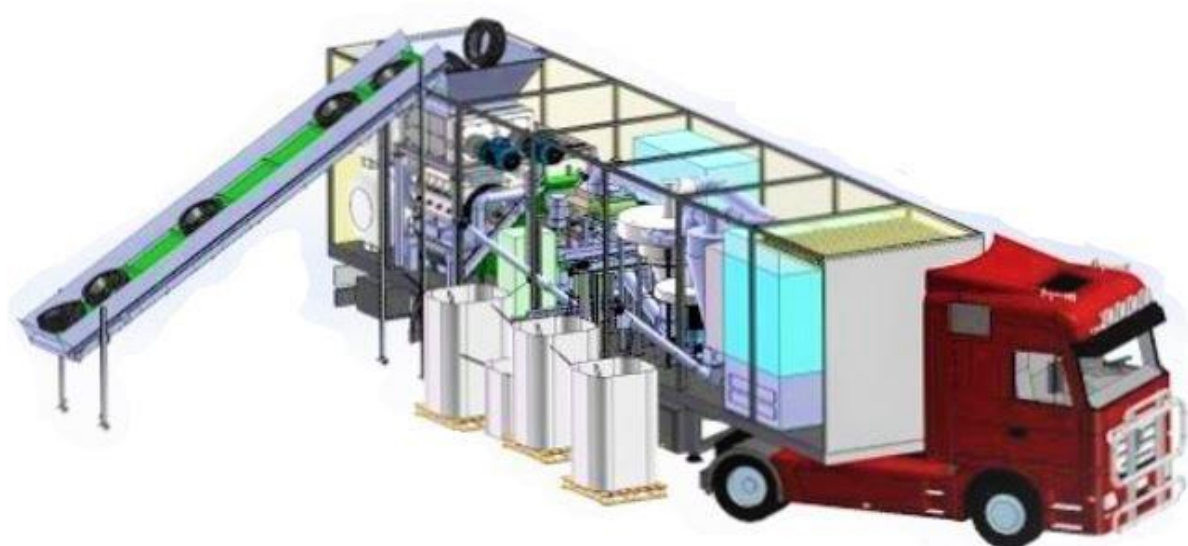


Рисунок 13 – Зарубежный аналог

Комплекс отделяет с высокой эффективностью резину от металла. Центром системы является T-Airseparator, который позволяет разделять как текстильный, так и металлический корд в оптимальном режиме. Мощность установки составляет около 1000 кг/ч [25].

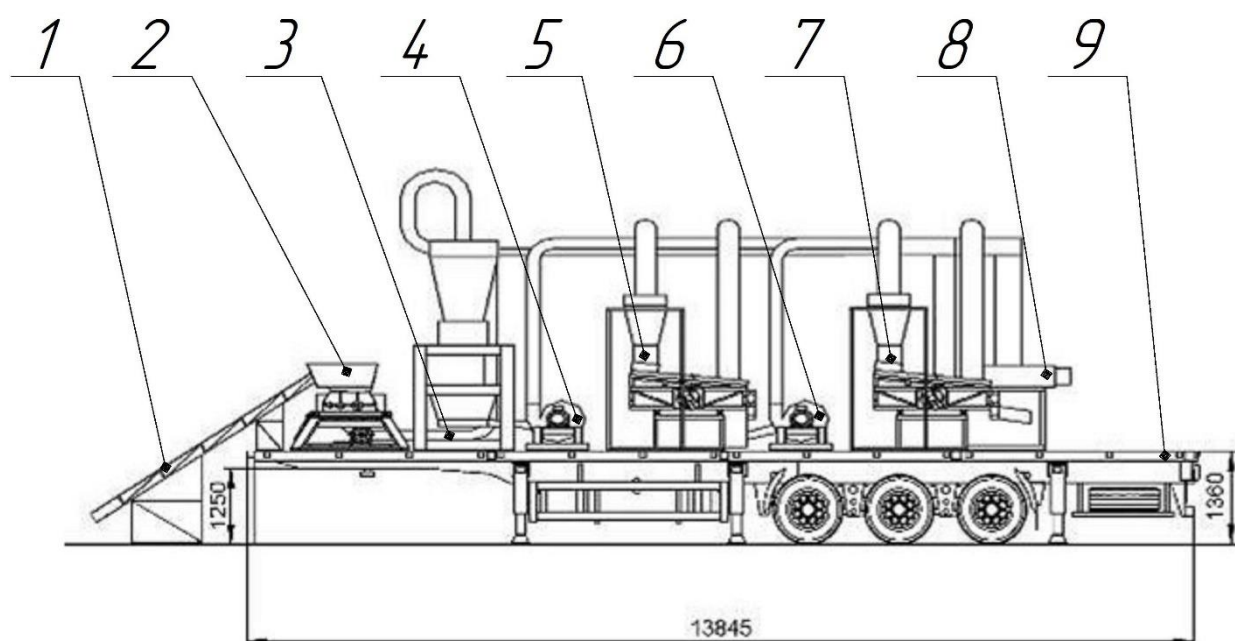
Система полностью готова к использованию и не требует специального монтажа и установки.

Общими недостатками перечисленных оборудований является отсутствие возможности реализовать комплексное использование на предприятиях или в пунктах скопления не только полимерных отходов, но и изношенных

автомобильных шин, и иных резинотехнических изделий. Передвижные линии являются не надежными и неэффективными в плане энергозатратности. К числу недостатков следует также отнести низкое качество конечного продукта - резиновой крошки, в которой присутствуют элементы текстильного и металлического кордов. Кроме того, существенным недостатком таких линий являются высокие энергозатраты, вызываемые значительным тепловыделением при дроблении, что требует, в свою очередь, более интенсивного теплоотвода.

3.2 Предлагаемая модель передвижного комплекса

Концептуальная модель относится к утилизации резинотехнических отходов и изношенных автомобильных покрышек на предприятиях, перерабатывающих отходы, и предназначен для размещения в пунктах накопления вторичного сырья, а также для сбора и последующей конверсии в пунктах с плохо развитой перерабатывающей инфраструктурой.



1 – Транспортер; 2 – шредер; 3 - дефибратор металлического корда; 4 - первая роторная дробилка; 5 - первое вибросито; 6 - вторая роторная дробилка; 7 - второе вибросито; 8 - вентилятор высокого давления; 9 – контейнерная платформа

Рисунок 14 – Платформа с оборудованием для утилизации автомобильных шин

Мобильный комплекс по утилизации полимерных материалов и изношенных автомобильных покрышек включает в себя: источник электропитания, загрузочный бункер, шредер предварительного измельчения, роторные дробилки окончательного

измельчения, конвейер и пневмотранспорт, оборудования очистки резины от металлического и текстильного корда и седельный тягач с гидроманипулятором (рисунок 14). Оборудование мобильного комплекса размещается на контейнерной платформе, а приводит в движение весь комплекс седельный тягач с крано-манипуляторным устройством (КМУ).

Гидроманипулятор необходим для оптимизации и минимизации погрузочно-разгрузочных работ в большом объеме. Комплекс снабжен конвейерным устройством для транспортировки автомобильных покрышек до шредерной установки. Шредер перемалывает цельные автомобильные шины до необходимой фракций, а транспортирующие устройства распределяют сырье для дальнейшей сепарации.

Основанием концептуальной модели служит поставленная задача по усовершенствованию универсального мобильного комплекса первичной переработки резинотехнических изделий для расширения технологических возможностей по переработке изношенных автомобильных покрышек по упрощенной технологии их утилизации в целом. На графическом материале изображен мобильный комплекс первичной переработки резинотехнических изделий и изношенных автомобильных шин (рисунок 14) [26].

Экологически безопасный комплекс по переработки автомобильных шин и резинотехнических изделий содержит седельный тягач 10 с краном манипулятором 11, на буксируемой платформе 9 (рисунок 14 - 15) смонтировано оборудование для утилизации невостребованных автомобильных покрышек. Все оборудование подсоединено в одну питающую линию и может подключаться к электросети. При работе комплекса в отдаленных районах для обеспечения автономной работы применяется дизель-генератор. Перечень оборудования мобильного комплекса представлен ниже:

- транспортерная лента;
- шредер;
- дефибратор металлического корда;
- первая роторная дробилка;
- первое вибросито;
- вторая роторная дробилка;

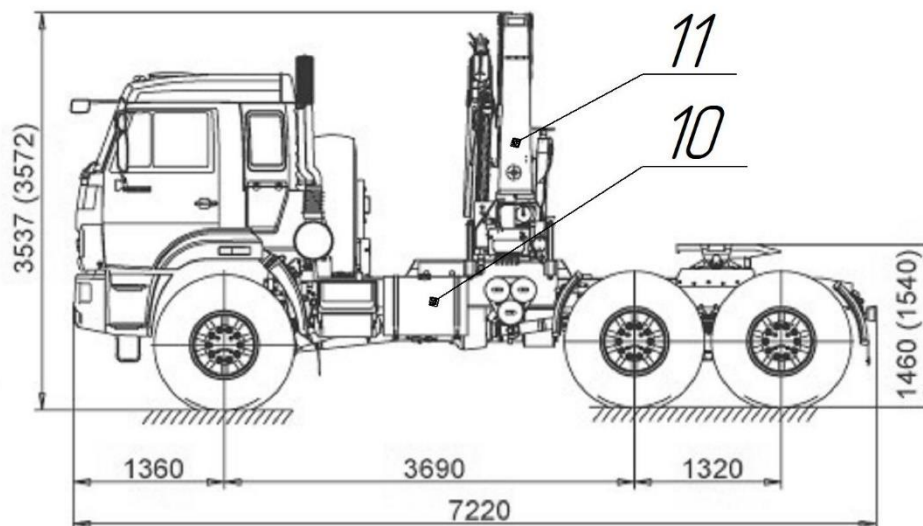
- второе виброрито;
- дизель генератор;
- вентилятор высокого давления.

3.3 Принцип работы экологически безопасного мобильного комплекса

Комплекс по средствам тягача 10 (рисунок 15) подвозят к месту разворачивания, откидываются борта и тент платформы 9, оборудование подключается к источнику питания (электросеть предприятия или же к дизель-генератору, установленному на платформе) [26].

Процесс комплексной утилизации включает в себя два цикла переработка (измельчение) автомобильных шин (резинотехнических изделий) и сепарация порошка для получения металла и синтетического волокна (рисунок 14, 16).

Первый этап. Изношенные шины манипулятором поставляются к транспортеру 1, по ленте транспортера покрышки попадают в приемную горловину шредера 2. В устройстве 2 происходит измельчение изношенных автомобильных шин до определенной фракции. Далее по транспортерным лентам сырье попадает на дефибратор металлического корда 3, для отделения металлических включений.



10 – седельный тягач; 11 - манипулятор

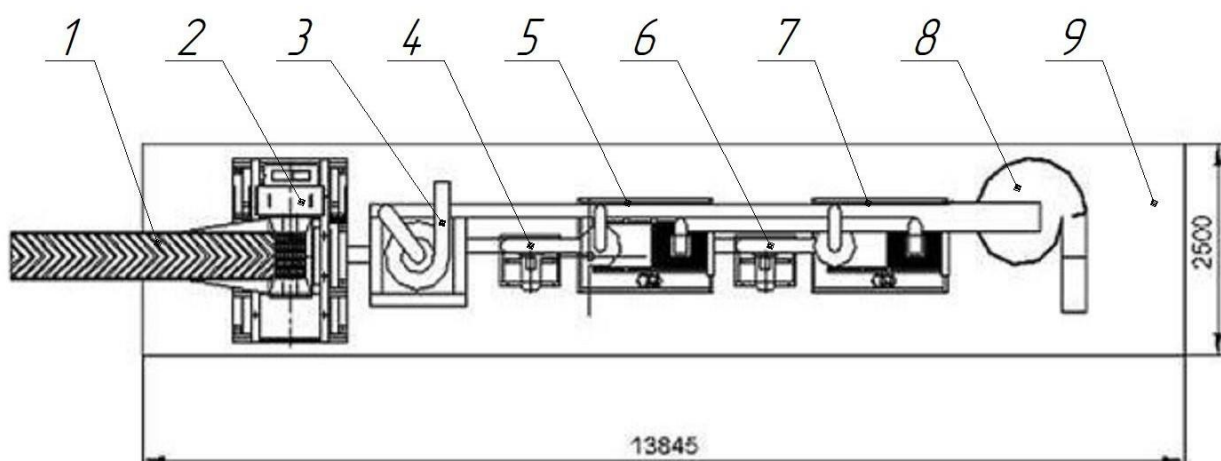
Рисунок 15 – Седельный тягач с кран-манипулятором

На втором этапе происходит последовательное измельчение резины от 20 мм до 6 – 7 мм. Затем от 6 – 7 мм до 0,5 – 1 мм. Такая схема позволяет предотвратить перегрев резины и сохранить все технологические свойства. Применение

пневмотранспорта способствует охлаждению материала в процессе транспортировки и также способствует отказаться от применения транспортеров, а это ведет к уменьшению габаритных размеров линии.

Измельченная резина размером не более 18×18 мм по пневмотранспорту подается в первую роторную дробилку 4, где сырье измельчается до фракции 6 – 7 мм. Затем резина подается по пневмотранспорту в устройство циклон сборник 8. Из циклона 8, резина поступает на вибросито 5, где сырье подвергается сепарации от основной массы синтетических волокон, а также происходит охлаждение резины. Далее резина попадет во вторую роторную дробилку 6, проходя через магнитный сепаратор, в котором отделяются остатки металла. Синтетический корд поступает по пневмотранспорту в циклон сборник 8.

Охлажденное сырье размером 6 – 7 мм по пневмотранспорту подается во вторую роторную дробилку 6, где резина измельчается до фракции 0,5 – 1 мм. После этого резина поступает по пневмотранспорту в циклон сборник 8. Резина из циклона поступает на второе вибросито 7. На втором вибросите происходит отделение от остатков синтетических волокон, а также рассеивание до конечных фракций (0,5 – 1 мм, 1 – 2 мм, 2 – 4 мм). Остатки текстильного корда собираются в циклоне сборнике 8.



1 – Транспортер; 2 – шредер; 3 - дефибратор металлического корда; 4 - первая роторная дробилка; 5 - первое вибросито; 6 - вторая роторная дробилка; 7 - второе вибросито; 8 - вентилятор высокого давления; 9 – контейнерная платформа

Рисунок 16 – Передвижная платформа с оборудованием (вид сверху)

На каждом этапе готовая продукция сортируется и упаковывается в мешки для дальнейшей транспортировки и использования.

Отобранные отходы сортируются по видам и помещаются в передвижные контейнеры. Переработанное сырье фасуется в полиэтиленовые мешки разного цвета, каждый из которых соответствует одному из видов отходов.

Универсальность переработки резинотехнических изделий, в том числе и автомобильных покрышек достигается введением в перечень оборудования высокотехнологических устройств для многоступенчатого измельчения резиновых материалов и нескольких стадий очистки [26].

Предлагаемый экологически безопасный мобильный комплекс решает проблемы многочисленных мест скопления автомобильных шин, а также удовлетворяется потребность полигонов в их утилизации без строительства дополнительных взаимосвязанных обслуживающих структур или объектов, обеспечивающих переработку резины.

Комплекс, решая экологическую проблему накопления изношенных автопокрышек, позволяет извлечь и экономическую выгоду. Используя отходы производства и потребления, утилизируя их, в конечном счете получаем сырье для производства продукции, востребованной на рынке, и все это на одном комплексе.

Предлагаемый проект может найти применение на территории РФ для переработки автомобильных шин с получением резиновой крошки для такого продукта как резиновое покрытие для детских площадок с дальнейшей реализацией на территории города Архангельска так и за его пределами и получением эколого-экономической прибыли.

4 ПОДБОР ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ РЕАЛИЗАЦИИ ПРОЕКТА

Применение инновационных технологических оборудований позволит продуктивно осуществить производственную программу организации при предельной экономии сырьевых и энергетических ресурсов, минимальных трудозатратах и рациональном использовании производственных площадей.

Комплектация оборудования производится при разработке нового предприятия на новых производственных площадях, при разработке нового предприятия на имеющихся площадях с возможностью их реорганизации или при ремонте, либо при реорганизации действующего предприятия с целью расширения клиентуры и увеличения товарооборота.

4.1 Оборудование для транспортировки комплекса

Для перевозки всего комплекса был выбран седельный тягач КамАЗ 53504 с крано-манипулятором ИМ 150 [27]. Крано-манипуляторная установка ИНМАН ИМ-150 установлена на шасси повышенной проходимости с колесной формулой 6×6 и блокировками межосевого и межколесного дифференциалов предназначена для ремонтно-восстановительных, монтажных и погрузочно – разгрузочных работ в самых сложных условиях и на труднодоступных объектах. Максимальная высота подъема 14 м, грузоподъемность на максимальном вылете в 1,32 тонны и глубина опускания груза около 9 м, позволяет эффективно использовать гидроманипулятор для погрузки изношенных автомобильных шин. Диапазон климатических условий работы от -40 до +40° С позволяют эксплуатировать эти КМУ во всех районах России.

Таблица 13 – Технические характеристики тягача

Наименование	Значение
База автомобиля	53504
Колесная формула	6×6
Грузоподъемность седельного устройства, т	10,2
Мощность двигателя, л.с.	300
Модификация КП	ZF9
Передаточное отношение главной передачи	6,53
Спальное место	1
Шины	425/85R21
Бак, л	560
Характеристика КМУ	
Масса, кг	2145

Продолжение таблицы 13

Наименование	Значение
Грузовой момент, тм	12,1
Максимальная грузоподъемность, кг	6050
Максимальный гидравлический вылет, м	7,8
Угол поворота, град	130

Все оборудование будет устанавливаться на контейнерной платформе Kögel SWCT24 45 футов Duplex – это, раздвижной универсальный полуприцеп контейнеровоз.

Причина выбора данной модели - серия Kögel Port включает в себя семь различных вариантов исполнения контейнерных шасси для грузоперевозок с комбинированным маршрутами [28]. В зависимости от исполнения (оно может быть жестким или с пневматическими выдвижными устройствами) возможна транспортировка контейнеров различных размеров - от 20 до 45 футов (рисунок 17). Что соответствует размерам передвижного комплекса. Преимуществом данного контейнерного шасси марки Kögel является высокая прочность конструкции и высокое качество обработки поверхностей контейнерных шасси, а также максимальная комплектация в рамках серийного исполнения.

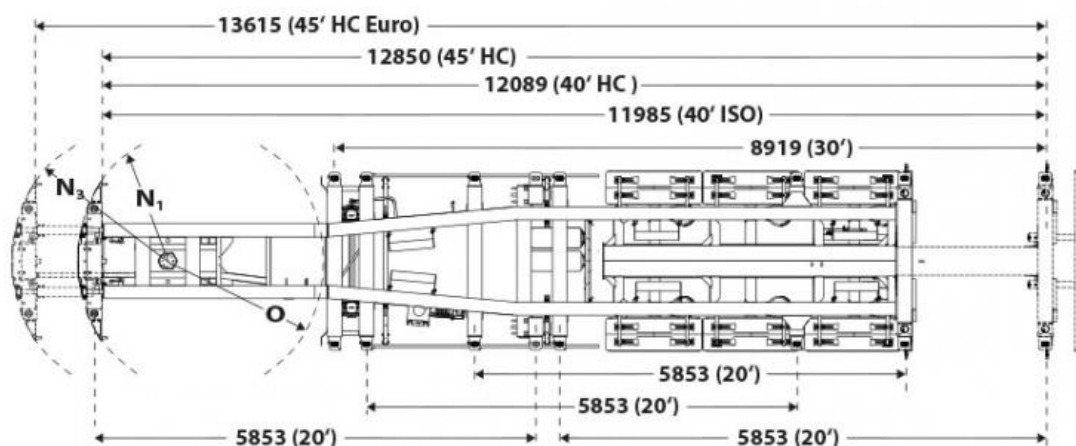


Рисунок 17 – Выбранная модель платформы

Таблица 14 - Технические характеристики платформы

Параметры	Значение
Нагрузка на седло, т	14,0
Нагрузка на осевой агрегат, т	27,0
Общий вес, т	41,0
Вес порожняком в базовой комплектации, т	5,75
Полезная нагрузка, т	35,2

Продолжение таблицы 14

Параметры	Значение
Колёсная база, мм	6620
Межосевое расстояние, мм	1410
Межосевое расстояние, мм	1310
Колея, мм	2040
Минимальная длина, мм	11350
Длина в развернутом состоянии, мм	14510
Общая ширина, мм	2550

Чтобы ускорить процесс загрузки материала и минимизировать количество рабочей силы необходимо использовать эффективное оборудование такое как шарнирно-сочлененный КМУ (он же «коленчатый», или Z - образный) которые в транспортном положении занимает меньше места, чем КМУ с телескопической стрелой. К тому же, при установке такого КМУ за кабиной тягача вся масса крана-манипулятора приходится на переднюю ось. Для такого шарнирно-сочлененного КМУ требуется более мощное шасси такое как КамАЗ 53504. А стрела телескопического КМУ, располагающаяся над кузовом, хоть и уменьшает нагрузку на переднюю ось, но ограничивает высоту загрузки кузова, чего не имеет шарнирно-сочлененный подъемник [29].

Манипуляторные установки, наряду с экскаваторами, также стремятся делать универсальными. Для этого создано навесное оборудование. Это оборудование ускоряет окупаемость базового шасси, и делает его возможности шире, а функционал производительнее. Поэтому для гидрфицированных КМУ предлагаются грейферы для разных видов груза. Такие, как (рисунок 18):

- грейфер для металлолома с разными вариантами исполнения конструкции (лепестки, челюсти);
- грейфер для мусора и строительных отходов.



Рисунок 18 – Виды грейферов подходящих для проекта

4.2 Оборудование для переработки автомобильных шин

Конвейерная лента. Основным элементом любого конвейера является движущая лента, которая входит в его состав. В зависимости от того какая лента выбрана, зависит эффективность всего процесса, в котором ее используют. Для правильного подбора конвейерной ленты, необходимо использовать большое количество дополнительных факторов, иначе производство станет не только не эффективным, но и опасным [30].

Выбор регламентируется в соответствии с разработанными техническими условиями и отраслевыми ГОСТами для каждого процесса, в котором эксплуатируются конвейер. Используя эти документы, конвейерная лента подбирается по основным характеристикам:

- длина конвейера (расстояние между центрами барабанов);
- угол наклона;
- скорость перемещения груза;
- сложность трассы;
- ширина ленты;
- особенность транспортируемого груза (вес, объем);
- условия использования (интенсивность работы, широта температур, присутствие нагрузок);
- срок использования;
- расходы на приобретение.

Такого рода комплексный подход конвейерной ленты по параметрам позволяет подобрать наилучший вариант, который обеспечит максимальную эффективность в производстве. Условия эксплуатации конвейерных систем могут меняться с течением времени. В частности, может увеличиться интенсивность работы, величина грузопотока.

В основном выбор конструкции происходит в зависимости от условий функционирования конвейера и специфики перемещаемого груза. При очень тяжелых условиях эксплуатации следует применять усиленную конструкцию каркаса из тяжелых тканей. А при стандартных условиях применяется обычная лента, с прочностными характеристиками основы 50 – 195 Н/мм. Если имеются

сложности в обслуживании, высокая запыленность воздуха и большая длина конвейера то рекомендуются ленты с резиновым бортом (рисунок 19).



Рисунок 19 - Конвейер ленточный роликовый КЛР-500-8

Для проекта был подобран ленточный роликовые конвейер с регулировкой длины. В базовом исполнении транспортер имеет ширину 0,5 м, прилагается мотор-редуктор и шевронная лента. Исполнение варьируется в зависимости от запросов клиентов.

Таблица 15 – Характеристики транспортера КЛР – 500-8

Параметры	Значение
Производитель	АЛБ - Групп
Страна производитель	РФ
Область применения конвейера	сельское хозяйство и скотоводство; легкая промышленность; химическая промышленность; горнорудная и угольная промышленность; деревообрабатывающая промышленность
Тип конвейера по наличию тягового механизма	С тяговым механизмом
Тип конвейера с тяговым механизмом	Ленточный
Потребляемая мощность, кВт	3,0
Ширина, м	0,5
Длина, мм	до 8000

Все предлагаемое оборудование, представленное на Российском рынке имеет в составе устройства подготовительной группы. Необходимость данного оборудования оправдывают тем, что подготовленный материал перед подачей в шредер, повышает производительность и уменьшает износ ножей шредера. В действительности это не так, производительность от этого только падает, а ножи в шредерах, тупятся быстрее от самой резины чем от резины с металлическими включениями.

Рассмотрим составляющие подготовительной группы:

- Выдергиватель бортового кольца шины. Применяется для удаления бортового кольца шин. Для удаления необходим один человек и дополнительные затраты электроэнергии. Поломка данного агрегата чревата остановкой целой линии, так как это ведет к поломке шредера и роторной дробилки. Оборудование можно заменить специальным станком по вырезанию бортовых колец. Удельное время выдирания или обрезки бортового кольца составляет от 8 до 11 минут с каждой стороны [31].

- Оборудование для нарезки шин на ленты и чипсы. Предназначено для нарезания малых кусков резины длиной до 160 мм и для подачи в основной шредер переработки. Прежде всего данное оборудование используется для нарезки грузовых покрышек для этого необходим один человек и дополнительные затраты на электроэнергию, обслуживание, а в случае поломки грозит остановкой всего оборудования. Удельное время нарезания шин на чипсы около 15 минут.

- Гильотинные ножницы для нарезки подготовленных шин на куски. Используются для нарезания легковых и грузовых шин при подаче в основной шредер. Также для работы на станке необходим один рабочий и соответственно дополнительные затраты на электричество и другие расходные элементы. Время нарезания автомобильной шины на чипсы составляет 10 минут.

Все оборудование подготовительной группы – это, дополнительные расходы, завышенная себестоимость производства резиновой крошки и сопутствующие расходы на ремонт и модификацию оборудования.

На практике себестоимость полученного продукта на оборудовании с подготовительной группой составляет 18 – 20 рублей за килограмм (если это оборудование исправно работает). В связи с этими фактами на данном проекте

отсутствует оборудование подготовительной группы, а весь технологический процесс контролируют два человека.

Технологический процесс переработки шин без подготовительного оборудования выглядит так – покрышки подаются на участок, где происходит визуальный осмотр на наличие крупных металлических и прочих инородных тел, которые могут в процессе переработки повредить оборудование или же попасть в состав резины.

После осмотра, покрышки с помощью ленточного транспортера отправляют в шредер первичного измельчения. Цельная шина поступает на переработку в агрегаты двух валовой дробилки, в которой происходит пошаговое измельчение покрышек на куски резины, размер которых составляет 50×50 мм, фрагменты шин будут перемалываться до тех пор, пока не пройдут через отверстия сетки, расположенной снизу шредера. При обрабатывании кусков резины в ножевой дробилке масса разделяется на резину, металлический корд и синтетическое волокно.

Иногда в состав линий входит дополнительный шредер второй степени. Необходим он для увеличения производительности оборудования и измельчения резиновой массы до размеров 20×20 мм.

Промышленные шредеры для измельчения отходов, в том числе и резины – это измельчители универсального применения. Предназначены для утилизации материалов, имеющих значительную толщину и обладающие высокими показателями сопротивления разрушению. Для комплекса был выбран шредер марки ШДП – 1000, характеристики представлены в таблице 16.

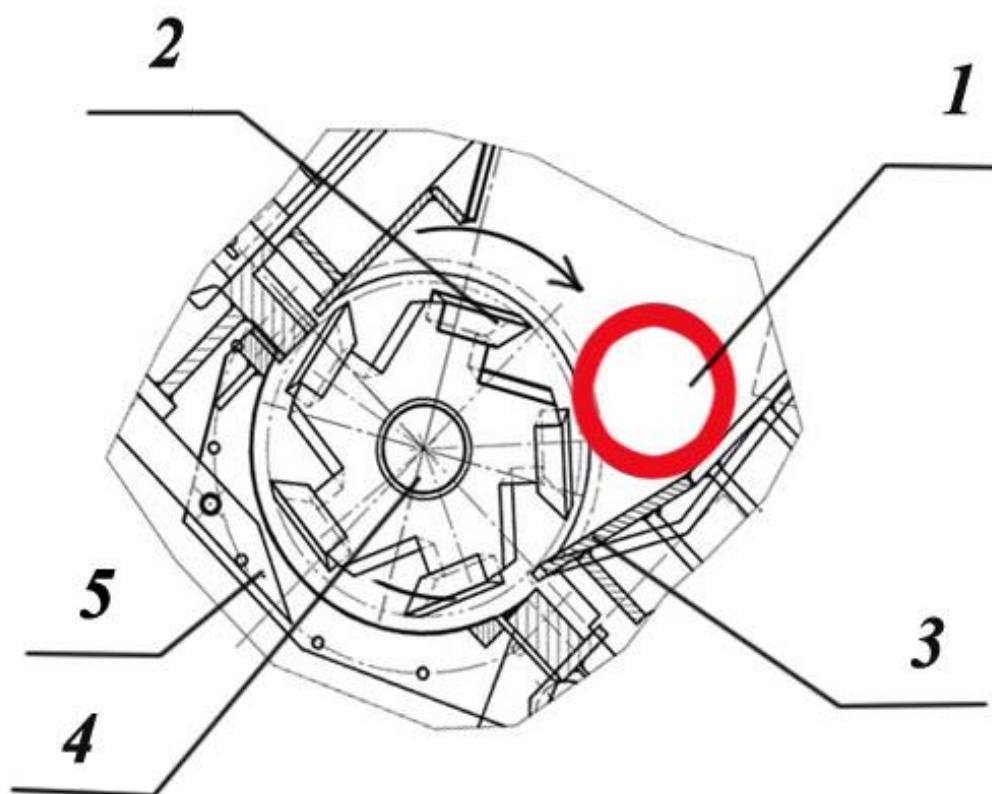
Таблица 16 – Характеристики промышленного шредера ШДП – 1000

Параметры	Значение
Производительность, кг/час	до 1000
Размер камеры измельчения длина×ширина, мм	450×400
Количество валов, шт	2
Мощность основных двигателей, кВт	15+15 (два редуктора)
Ширина ножа, мм	16
Диаметр диска ножа, мм	250
Количество режущих зубьев на ноже, шт	3
Размер получаемой фракции, мм	5 - 100
Габаритные размеры длина×ширина×высота, мм	2200×1100×1600
Масса, кг	1500

Роторная дробилка состоит из камеры, в которую загружают полимерное сырье, а на выходе получают фракцию. В камере расположен ротор, диаметром 400 мм и длиной 315 мм. Ротор и установленные на нем ножи это основное рабочее оборудование дробилки. Роторные дробилки бывают низкоскоростными и высокоскоростными, отличаются по количеству ножей. Низкоскоростные агрегаты имеют три ножа, а высокоскоростные от пяти до семи ножей. Качество ножей делается высоким для того, чтобы предупредить преждевременный износ и частую заточку оборудования [32].

Под ударами ножей, зафиксированных на роторе, происходит измельчение сырья. На статоре также расположены ножи, зафиксированные неподвижно. Сырье поступает в отсек и постепенно измельчается ножами вращающегося ротора.

На дне роторной дробилки установлено сито. Размер получаемых гранул резины определяется размером ячеек решетки. Измельчение происходит до такого размера пока весь материал не пройдет ячейки решетки (рисунок 20).



1 – Вторсырье; 2 – измельчительные ножи; 3 – дэка; 4 – вал ротора; 5 – отбойная пластина

Рисунок 20 – Принцип работы роторной дробилки

Дробилки применяют при дроблении любых материалов, имеющих невысокую прочность. Конъюнктура дробилок определяет область их применения.

Массовость применения роторных дробилок наблюдается в переработке отходов производства. Модифицирование бил ротора и применение режущих элементов, позволило создать универсальную дробилку для переработки обширной палитры отходов различных производств:

- полимерных материалов;
- резины;
- лесопереработки;
- картона;
- кожи;
- ткани.

Резина и полимерные отходы измельчаются до состояния гранул определенной величины. Резиновая крошка используется как наполнитель при строительстве дорог, а полимерные гранулы отправляются на производство изделий.



Рисунок 21 – Роторно-ножевая дробилка РН - 300

Для проекта подобраны две роторно-ножевых дробилки модели РН – 300, характеристики и описание приведено таблице 17.

Таблица 17 – Характеристика роторно-ножевой дробилки РН - 300

Параметры	Значение
Производительность, кг/ч	140 - 550
Максимальный размер загружаемого пустотелого материала, мм	200×500×600
Размер получаемой крошки, мм	8
Количество ножей (статорные), шт	4
Количество ножей (роторные), шт	12

Продолжение таблицы 17

Параметры	Значение
Частота вращения ротора, об/мин	580
Мощность привода, кВт	22
Длина, мм	1015
Высота, мм	1720
Ширина, мм	1535
Масса, кг	1000

Конструкция вибросита - основными элементами является основание, корпус, состоящий из сеток, виброизолятор (пружины с резиновыми вставками). Материал корпуса – сталь. Процесс работы представляет собой разделение резиновой крошки на несколько фракций. Через резиновую прокладку корпус и сетка установлены на основании по средством пружин и хомутов [33]. На двигателе располагаются дебалансы.



Рисунок 22 – Круглое вибросито

Вращаясь двигатель и установленные на нем дебалансы создают вертикальные и горизонтальные колебания. В нижних частях корпуса расположены сетки. Прослойкой между сеткой и дном корпуса служат нейлоновые шарики и кольца. Во время работы шарики и кольца прыгают между сеткой и дном корпуса, тем самым ударяясь об сетки, не дают забиваться отверстиям и повышают

производительность вибросита. Поступление сырья происходит сверху, а разделенная по фракциям крошка выходит через боковые отверстия корпуса.

Поворотом корпуса регулируется местоположение отверстий для отвода продуктов. Размер фракций также можно регулировать путем изменения и установки сеток с различным диаметром ячеек. К тому же, вибросито применительно использовать для грубого отделения текстильного волокна.

Специально для проекта подобрано круглое вибросито модели ZS - 1500, широко используемое для разделения по фракциям сыпучих материалов, применяется на различных производствах в том числе и для разделения резиновой крошки (таблица 18).

Таблица 18 - Технические параметры

Параметры	Значение
Модель	ZS - 1500
Номинальный диаметр вибросита, мм	1500
Производительность, кг/ч	до 1000
Просеивание меш	4 - 330
Частота вибрации, Гц	1450
Мощность, кВт	2,0
Габариты, мм	1600×1600×1200

Вентиляторы называются транспортными созданные для перемещения легких сыпучих материалов. Применяются в комплексе систем пневмотранспорта и аспирации котельных установок. К транспортным вентиляторам предъявляют следующие требования повышенная износостойкость, давление от 1200 до 9500 Па, производительность от 2000 до 25000 м³/ч.

Пневмотранспортные установки это, комплекс устройств, выполняющие перемещение сыпучих материалов (гранулообразных, порошкообразных) или специальных транспортных средств (капсул, контейнером с сырьем) с помощью сжатого воздуха или разряженного газа [34].

Такой способ транспортировки насыпных материалов является одним из прогрессивных способов механизации и автоматизации промышленных предприятий. Практическое применение нашел во всех отраслях народного хозяйства. Широко применяется для перемещения сыпучих грузов в связи с их значительной производительностью и большим радиусом действия в ограниченных производственных условиях, когда площади не позволяют применять другой способ транспортировки. Достоинства пневмотранспорта:

- экономия производственной площади;
- отсутствие остатков и потерь перемещаемого продукта по линии;
- высокие санитарно-гигиенические условия перемещения;
- легкость монтажа;
- минимальное количество рабочего персонала;
- неприхотлив в эксплуатации;
- возможность автоматического управления.

Система по сравнению с другими предпочтительнее если величина перемещаемого материала не превышает 10 мм.

Недостатками такого оборудования являются:

- удельный расход электроэнергии на единицу массы продукта;
- сложность изготовления и эксплуатации оборудования для очистки отработанного воздуха;
- износ трубопроводов.

Но правильный подбор способа и оборудования для пневмотранспортирования резиновой крошки позволяет частично или полностью устранить недостатки.

Пневматические установки включают в себя следующие основные узлы [35]:

- питатель - устройство для подачи материала или аэросмеси в трубопроводы (питатель всасывающей установки выполняет функцию загрузочного устройства для подачи материала в движущуюся струю воздуха, а питатель нагнетающей установки предназначен для создания аэросмеси надлежащей концентрации);
- системы пневмопроводов и материалопроводов (материалопроводы должны быть герметичны, износоустойчивы, иметь по возможности максимально гладкую внутреннюю поверхность для обеспечения минимального сопротивления движению аэросмеси);
- разгрузители с фильтром для воздуха (эти устройства предназначены для выделения материала и пыли из пневмопотока и направления его для дальнейшего транспортирования или переработки; в нагнетающих установках особой герметизации наличие разгрузочных устройств не требуется);
- воздуходувную машину (воздуходувка пневматическая);
- приёмник материала.

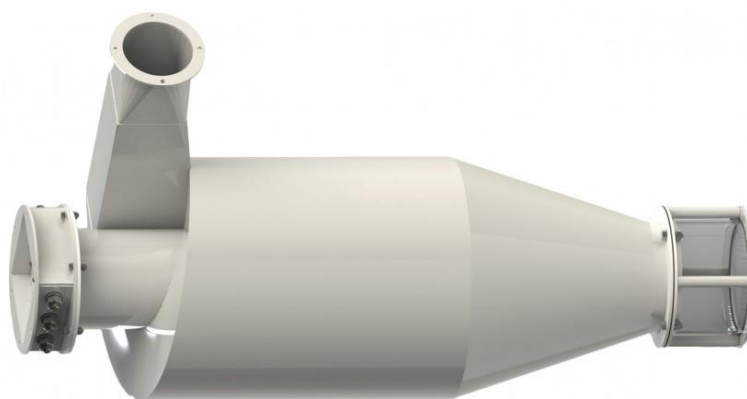


Рисунок 23 – Разгрузитель пневмотранспорта

Основным модулем пневмотранспорта является циклон – разгрузитель. Его задача отделение перекачиваемого материал от воздуха, а также очистка воздух от пыли (рисунок 23).

Не маловажной деталью системы является вентилятор высокого давления для пневмотранспорта (рисунок 24). Его функция – нагнетание воздуха в систему, для обеспечения высокой скорости погрузочно-разгрузочных работ.



Рисунок 24 – Центробежный вентилятор

Комплект пневмооборудования и их характеристик представлен в таблицах снизу (таблицы 19 – 21).

Таблица 19 – Характеристики циклона разгрузителя

Параметры	Значение
Модель	С-ЦН-62
Объем бункера, м ³	0,62
Габариты, мм	1470×1700×4115
Масса, кг	250

Таблица 20 – Характеристики выбранного вентилятора

Модель	Производительность, м ³ /мин	Полное давление, кПа	Напряжение, В	Частота, Гц	Сила тока, А	Потребляемая мощность, кВт	Частота вращения мотора, об/мин	Масса, кг
HRD 7	97,0	16,0	380	50	30	18,5	6200	65,0

Таблица 21 – Характеристики пылевой циклон

Циклон	Производительность, м ³ /ч	Диаметр, мм	Высота, мм	Масса, кг	Цена, руб
Вихрь 1000	8 000	1 000	3 700	224	65 000

Для полного сбора пневмооборудования необходимы дополнительные элементы такие как металлоконструкции, газоходы, отводы, колени, а также крепежные детали болты, шайбы и гайки.

Электроэнергией комплекс будет обеспечивать дизельный генератор мощностью не менее 100 кВт. Такие электростанции заключают в себе дизельный двигатель внутреннего сгорания, генератор переменного тока и модуль управления и контроля за установкой, расположенные на специальной стальной опоре. Двигатель внутреннего сгорания запускает параллельно либо одновременно электрический генератор [36].

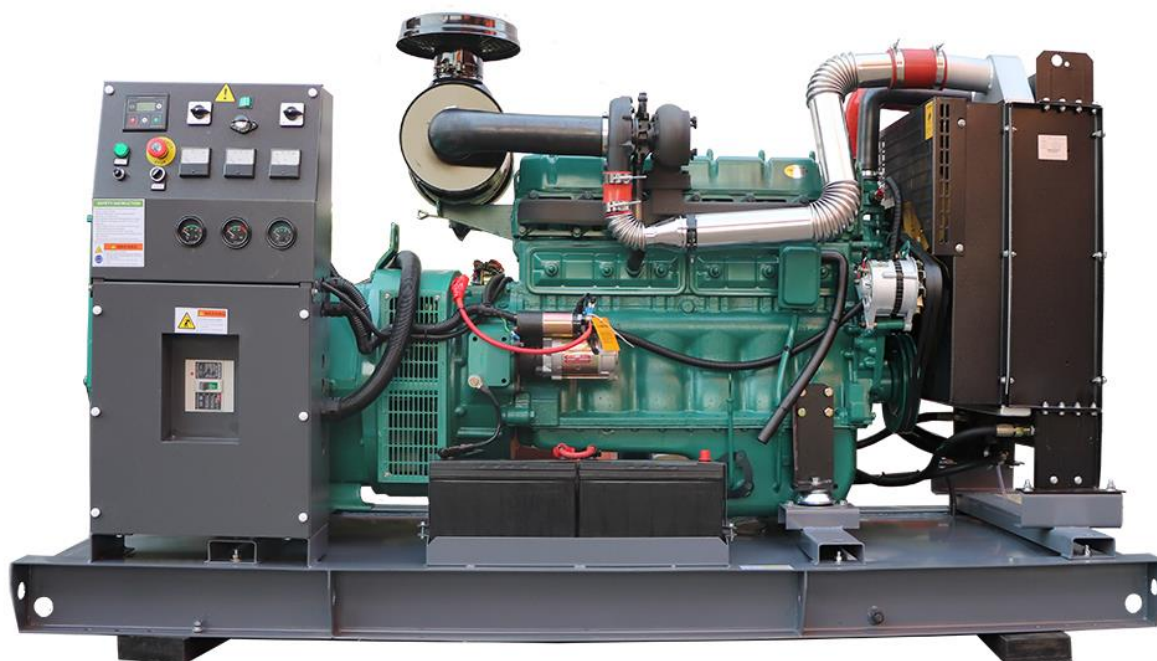


Рисунок 25 – Дизель-генератор Добрыня АД 100-Т400 Р

Дизель-генераторные установки применяются в основном как резервный источник электроэнергии. Так если в городе дизель-генераторы применяются при авариях в централизованной электрической сети, то удаленных местностях такая подстанция является единственным источником электропитания.

Дизель-генераторы обеспечивают оперативную работу всего комплекса, а затраты на его обслуживание минимальны по сравнению с другим оборудованием.

Предположительно для комплекса будет использован дизельный генератор Добрыня АД 100-Т400 Р мощностью 100 кВт (рисунок 25). Установка генерирует трехфазный электрический ток напряжением 400 В и 230 В. Основные характеристики приведены в таблице 22

Таблица 22 – Основные технические характеристики дизель-генератора

Параметры	Значение
Основная мощность, кВт/кВА	100/125
Мощность максимальная, кВт	110
Напряжение, В	230/400
Система охлаждения	жидкостная
Частота вращения двигателя, об/мин	1500
Число фаз	3
Частота, Гц	50
Уровень шума, дБ	75
Масса, кг	1160
Габариты, мм	2250×920×1400
Страна изготовитель	Россия - Китай

5 ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ПРОЕКТА

Произвести точный расчет стоимости предлагаемого экологически безопасного мобильного комплекса по утилизации автомобильных покрышек не представляется возможным, ввиду необходимости детального уточнения комплектаций и конечной стоимости всех агрегатов у компании производителей.

Таблица 23 – Потребность оборудования входящего в комплекс

Наименование оборудования	Мощность, кВт	Количество, шт	Стоимость, руб.
Конвейер загрузочный	3,0	1	265000
«Шредер» грубого измельчения	30,0	1	1800000
Транспортный вентилятор	6,0	1	45000
Дефибратор металлического корда	5,0	1	300000
Вентилятор высокого давления	18,5	1	60000
Дробилка роторная	22,0	2	620000
Вибросито	2,0	2	240000
Циклон сборник	-	2	80000
Пылевой циклон	-	1	60000
Электрооборудование	-	2	250000
Металлоконструкции и газоходы	-	4	300000
Седелный тягач КамАЗ 53504 с КМУ	220,6	1	4750000
Грейферный захват	-	1	300000
Бортовой КамАЗ 65511-50	220,6	1	4000000
Контейнерная платформа	-	1	2500000
Дизельный генератор	100	1	600000
Контейнеры для материала	-	3	50000
Итого	627,7	26	16220000

5.1 Анализ инвестиций проекта

Для открытия и организации предприятия, по утилизации автомобильных шин необходим заемный капитал. Для того чтобы просчитать нужную сумму для взятия кредита в банке, необходимо определить общую сумму инвестиционных затрат [37]. Расчет общей суммы капитальных вложений на открытие и необходимые текущие затраты на бесперебойное функционирование предприятия представлен в таблице 24

Таблица 24 – Инвестиционные затраты

Наименование	Период, месяцев	Цена, в руб.	Стоимость, в руб.
1 Затраты по организации деятельности компании			
оплата государственной пошлины за регистрацию ООО	-	4000	6000
изготовление печати	-	1000	
открытие расчетного счета	-	1000	

Продолжение таблицы 24

Наименование	Период, месяцев	Цена, в руб.	Стоимость, в руб.
2 Подготовка производственной площади			
аренда складской площади, 100 м ²	1	20000	59000
аренда офисной площади, 10 м ²	1	9000	
наладка системы пожароповещения и тушения, телефонизация, проведение интернета, охранная система	1	30000	
3 Подготовка к производству			
требуемое оборудование	-	16220000	16523000
доставка оборудования	1	200000	
монтаж оборудования	1	70000	
весы	1	10000	
мешкозащивочная машина	1	8000	
мешки, 5000 шт	1	15000	
4 Прочие расходы			
реклама	1	10000	190000
лицензия	1	180000	
Итого			16778000

Таким образом, объем инвестиций для открытия компании по утилизации автомобильных шин составляет 16778000 рублей. Источником формирования инвестиционных затрат выступают заемный капитал. Для реализации проекта необходимо найти инвесторов либо же взять кредит.

Кредит можно взять в Сбербанке по специальной инвестиционной программе сроком на 5 лет условно под 13% годовых. Для определения ежемесячных платежей по кредиту необходимо рассчитать так называемый аннуитетный платёж – равные по сумме платежу по кредиту, который включают в себя как сумму начисленных процентов за кредит, так и сумму основного долга.

Величина аннуитетного платежа определяется по следующей формуле (1):

$$A = S \cdot \frac{i \cdot (1+i)^n}{(1+i)^n - 1} \quad (1)$$

где A – ежемесячный платеж;

S – сумма кредита;

i – месячная процентная ставка по кредиту (равна годовой ставке деленной на 12 месяцев);

n – количество периодов, в течение которых выплачивается кредит.

Таким образом, ежемесячный платеж при 13% годовых с погашением кредита в течение 5 лет составит 381569 рублей. Общая сумма кредитных платежей составит 22894142 рубля. Переплата по кредиту составит 6124142 рубля. Организация будет переплачивать в год приблизительно 1224828,4 рубля.

5.2 Анализ производительности комплекса

Сырьем для комплекса по утилизации автомобильных шин являются старые покрышки и прочие РТИ. Прием шин на переработку производится в соответствии с ГОСТом 8407-89 «Сырье вторичное резиновое». В основном прием сырья осуществляется за плату, которая в среднем по России составляет от 1500 до 3500 рублей за тонну автопокрышек. Но в связи с тем, что культура утилизации отходов у населения, в частности в Архангельске, низкая, соответственно необходимо покупать сырье у владельцев шин за условную плату – 4 рубля за 1 кг покрышек [38].

Таблица 25 – Производительность комплекса по утилизации шин

Характеристики	Значение
Производительность переработки, кг/ч	500
Выход чистого продукта, кг	300
Крошка фракции 1 - 3 мм, кг	180
Крошка фракции 3 - 5 мм, кг	45
Крошка фракции 0,1 - 1 мм, кг	75
Выход синтетического волокна, кг	125
Выход металлического корда, кг	75
Максимальный диаметр перерабатываемых шин, мм	560
Максимальная ширина перерабатываемых шин, мм	390
Количество стадий измельчения	4
Мощность, кВт	около 100

Сырьем также являются старые шины, которые находятся на организованных и неорганизованных свалках. Такое сырье будет бесплатным, поэтому предприятие сможет сократить свои расходы.

Также можно заключать договоры с шиномонтажными мастерскими. Для мастерских старая автомобильная покрышка – это отходы, который им придется либо выкинуть, либо хранить на территории своего предприятия. А если заключить договор с шиномонтажными мастерскими, то можно их избавить от использованных покрышек. Потребность в сырье на производство готовой продукции представлена в таблице 26

Таблица 26 – Необходимое количество сырья для производства

Производительность	Сырье, в кг
Производительность в час	500
Производительность в смену	4000
Производительность в день	8000
Производительность в месяц	176000
Производительность в год	2112000

5.3 Необходимый персонал

Персонал это один из самых важных ресурсов для любой организации и без сотрудников невозможно представить предприятие. Потребность в персонале отображена в таблице 27, где также представлена и планируемая величина заработной платы сотрудников.

Таблица 27 – Потребность в персонале

Должность	Количество	Зарплата в месяц, руб.	Фонд оплаты труда в месяц, руб.	Фонд оплаты труда в год, руб.
Управление				
Директор	1	35000	35000	420000
Менеджер по продажам	1	25000	25000	300000
Производство				
Водитель	6	25000	150000	1800000
Оператор	8	28000	224000	2688000
Другое				
Уборщик	1	14000	14000	168000
Бухгалтер (аутсорсинг)	1	20000	20000	240000
Итого	18	-	468000	5616000

Заработная плата должна соответствовать реальным условиям предприятия. Предполагаем, что предприятие находится на территории города Архангельска.

Таблица 28 – Расчет годового фонда и средней заработной платы

Показатели	Единицы измерения	Производство, другое	Управление	Итого
Списочная численность	чел.	16	2	18
Фонд оплаты	руб.	4896000	720000	5616000
Дополнительные выплаты	%	8	-	-
	руб.	391680	-	391680
Премия	%	20	10	-
	руб.	979200	72000	1051200
Итого по статьям	руб.	6266880	792000	7058880
Районный коэффициент	%	20	20	-
	руб.	1253376	158400	1411776
Северная надбавка	%	50	50	-
	руб.	3133440	396000	3529440
Годовой фонд оплаты труда	руб.	10653696	1346400	12000096

На всю статью затрат по оплате труда предприятие делает отчисления по установленным законодательством нормам размер которых составляет 30% от общего фонда заработной платы [39]:

- пенсионный фонд - 22%;
- отчисления в фонд социального страхования – 2,9%;

- отчисления в фонд обязательного медицинского страхования – 5,1%.

Общая сумма страховых взносов отображена в таблице 29.

Таблица 29 - Расчет отчислений на социальные нужды

Наименование фонда	Ставка, %	Сумма выплат, руб.		
		Производство, другое	Управление	Итого
ПФ РФ	22	2343813,1	296208,0	2640021,1
ФСС	2,9	308957,2	39045,6	348002,8
ФОМС	5,1	543338,5	68666,4	612004,9
Итого	30	3196108,8	403920,0	3600028,8

Так фонд оплаты труда составит 12000096 рублей в год, а отчисления во внебюджетные фонды составят 3600028,8 рублей в год.

5.4 Расчет издержек производства и планируемой выручки

В деятельности любой организации возникают различного рода издержки. Издержки классифицируются на постоянные и на переменные. Предполагаемые затраты инвестиционного проекта отображены в приложение Г.

Из приложения Г видно, что уровень постоянных и переменных затрат относительно высок. Месячные постоянные затраты составляют 1727912,7 рублей, а переменные затраты 759380 рублей. Совокупные месячные и годовые затраты составляют 2487292,7 рублей и 29847512,8 рублей соответственно [40].

Объём производства на предприятии планируется постоянный. Как ранее уже отмечалось, работа на предприятии будет совершаться в две смены, при этом мощность производства планируется максимальной. Таким образом, перевыполнить норму объёма производства невозможно. При данных условиях есть один способ увеличить объёмы производства – ввод еще одной смены, однако в рамках данной работы это посчиталось нецелесообразным.

Таблица 30 – Планируемый объем выручки по годам

Наименование продукта	2020 год	2021 год	2022 год	2023 год	2024 год	2025 год
Резиновая крошка	25344000	26611200	27878400	27878400	27878400	27878400
Металлический корд	2534400	2851200	3168000	3168000	3168000	3168000
Текстильный корд	1584000	1848000	1848000	1848000	1848000	1848000
Итого	29462400	31310400	32894400	32894400	32894400	32894400

По вышеуказанным причинам планируемый объём выручки на предприятии будет изменяться только при измене цены на получаемый продукт. Планируемый объём выручки по видам продукции представлен в таблице 30 (цена на резиновую

крошку изменяется от 19 до 22 руб. за кг, металлический корд от 8 до 10 руб. за кг, текстильный корд от 3 до 3,5 руб. за кг).

Для подсчёта прибыли организации также стоит собрать совокупные затраты по годам – таблица 31. При этом постоянные затраты за первый год будут меньше, чем за последующие года, так как в инвестиционные затраты была заложена аренда, реклама и затраты на тару, на первый месяц работы предприятия. На 6 год проекта (2025 г.) они также будут меньше в связи с тем, что задолженность по кредиту будет погашена на конец 5 года реализации проекта.

Таблица 31 – Планируемый объем расходов по годам

Наименование статьи расхода	2020 г., руб.	2021 г., руб.	2022 г., руб.	2023 г., руб.	2024 г., руб.	2025 г., руб.
1	2	3	4	5	6	7
Арендная плата	319000	348000	348000	348000	348000	348000
Заработная плата	12000096	12000096	12000096	12000096	12000096	12000096
Взносы во ВБФ	3600029	3600029	3600029	3600029	3600029	3600029
Амортизация	1342240	1342240	1342240	1342240	1342240	1342240
Расходы на охрану	12000	12000	12000	12000	12000	12000
Административные затраты	36000	36000	36000	36000	36000	36000
Затраты на канцелярию	12000	12000	12000	12000	12000	12000
Реклама	90000	100000	100000	100000	100000	100000
Проценты по кредиту	4578828	4578828	4578828	4578828	4578828	0
Техническое обслуживание линии	24000	24000	24000	24000	24000	24000
Вывоз мусора	24000	24000	24000	24000	24000	24000
Итого постоянные	22038193	22077193	22077193	22077193	22077193	17498365
Электроэнергия	117840	117840	117840	117840	117840	117840
Затраты на тару	111720	126720	126720	126720	126720	126720
Транспортные расходы	300000	300000	300000	300000	300000	300000
Затраты на сырье	8448000	8448000	8448000	8448000	8448000	8448000
Коммунальные платежи	120000	120000	120000	120000	120000	120000
Итого переменные	9097560	9112560	9112560	9112560	9112560	9112560
Итого	31135753	31189753	31189753	31189753	31189753	26610925

Исходя из информации, сведенной в таблицах 31 и приложения Г, можно сформировать приблизительный план прибыли/убытков или план финансовых результатов деятельности организации – таблица 32.

Таблица 32 – План прибыли и убытков, в рублях

Наименование показателя	2020	2021	2022	2023	2024	2025
1	2	3	4	5	6	7
Доходы	29462400	31310400	32894400	32894400	32894400	32894400
Себестоимость	31135753	31189753	31189753	31189753	31189753	26610925

Продолжение таблицы 32

1	2	3	4	5	6	7
Прибыль до налогообложения	-1673353	120647	1704647	1704647	1704647	6283475
Налог на прибыль (УСН)	-	12065	170465	170465	170465	628348
Чистая прибыль	-1673353	108582	1534182	1534182	1534182	5655128

Таким образом, из таблицы 32 видно, что годовой чистой прибыли по проекту за первый год работы (2020 г.) не будет. Проект начнет приносить прибыль только на второй год реализации проекта. С 2022 года проект будет приносить 1534182 рубля, а за 2025 год уровень чистой прибыли достигнет 5655128 рубля в связи с тем, что на 5 год кредит для реализации проекта будет полностью погашен.

5.5 Анализ экономической целесообразности и построение профиля проекта

Оценка эффективности инвестиций и экономической целесообразности проекта – важный этап в процессе принятия инвестиционного решения. Так как от объективной и всесторонней оценки инвестиционной целесообразности проекта будет зависеть отдача от него. Для такой оценки, как правило, применяют простые и дисконтированные методы.

NPV – это, аббревиатура английских слов Net Present Value, что можно перевести как «чистая приведенная на сегодня стоимость» [41].

Для того чтобы найти NPV, надо привести затраты (инвестиции) и результаты (прибыль) к сопоставимому виду, используя формулу дисконтирования и выбрав соответствующий норматив эффективности для каждого конкретного инвестора (формула 2).

$$NPV_E = \sum_{t=1}^t (\Pi_t - K_t)(1 + E)^{-t}, \quad (2)$$

где NPV - чистая приведенная стоимость;

Π_t – прибыль;

E - норматив эффективности, примем для проекта значения 0,3; 0,5; 0,8;

K_t – инвестиции.

При положительном NPV проект будет привлекательным для инвестиций, при отрицательном - нет смысла инвестировать в проект. На основании полученных данных построим график (рисунок 26).

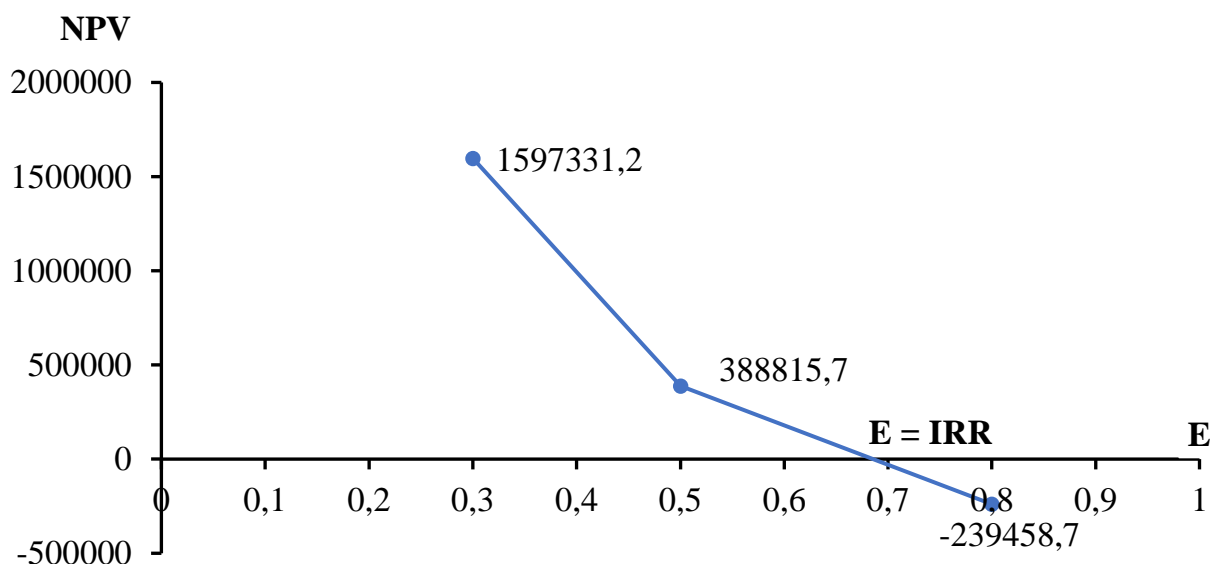


Рисунок 26 - Зависимость NPV от норматива приведения E

Данный показатель представляет, что проект инвестиционно-привлекательный, так $NPV > 0$. А также то, что инвестор, вкладывая свои средства, увеличит свой капитал на 1597331,2 рубля при 30% нормативе эффективности.

Одним из способов определения внутренней нормы доходности является построение графика функции (рисунок 26) современной стоимости инвестиционного проекта. Построив график функции современной стоимости инвестиционного проекта (NPV) при разных внутренних нормах доходности можно определить такую норму доходности, при которой $NPV = 0$. Внутренняя норма доходности по графику (рисунок 26) равна 65%.

Также воспользуемся еще одним способом определения внутренней нормы доходности – функция ВСД в Excel. Внутренняя норма доходности определяется более точно приблизительно равна 63,99%.

Можно сделать вывод, что внутренняя норма доходности, при которой инвестиционные расходы будут возмещены полностью и следовательно, проект можно считать эффективным.

Таблица 33 - Денежные потоки проекта дисконтирования

Показатель	Период (годы)					
	2020	2021	2022	2023	2024	2025
1 Капиталовложение	31135753	31189753	31189753	31189753	31189753	26610925
2 Доходы	29462400	31298335	32723935	32723935	32723935	32266052
3 Дисконтированный денежный поток по годам (E = 30 годовых)	-1394460,7	75404,5	887837,1	739864,2	616553,5	1893890,8

Окончание таблицы 33

4 Дисконтированный денежный поток нарастающим итогом (DCCF ₃₀)	-1394460,7	-1319056,2	-431219,1	308645,2	925198,7	2819089,5
5 Дисконтированный денежный поток по годам (E = 50 годовых)	-1195252,0	55399,2	559104,4	399360,3	285257,3	751059,3
6 Дисконтированный денежный поток нарастающим итогом (DCCF ₅₀)	-1195252	-1139852,8	-580748,4	-181388	103869,3	854928,5
7 Дисконтированный денежный поток по годам (E = 80 годовых)	-929640,4	33513,1	263062,8	146146,0	81192,2	166267,5
8 Дисконтированный денежный поток нарастающим итогом (DCCF ₈₀)	-929640,4	-896127,3	-633064,5	-486918	-405726	-239459

Возможно легко и эффективно найти срок окупаемости в рамках методики расчета денежного потока. Для этого необходимо продисконтировать денежные потоки по годам и нарастающим итогом при определенном нормативе эффективности (E, расчет приведен в таблице 33).

Из таблицы 33 видно, что если для рассматриваемого проекта определять срок окупаемости с учетом фактора времени при нормативе эффективности (приведения) 80% годовых, то срок окупаемости в заданных пределах (6 лет) не наступает. Это вполне согласуется с ранее полученным выводом, что NPV проекта при E = 80% отрицательно, вследствие этого, проект является экономически не эффективным.

Для более глубокого анализа рассчитаем и построим график для дисконтированного срока окупаемости при E = 50%; в этом случае конечное значение кумулятивного денежного потока на конец шестого года составит – 854928,5 руб., следовательно, проект экономически эффективен. На рисунке 27 показаны все три финансовых профиля проекта:

- 1 - дисконтирование, при E = 30% годовых;
- 2 - дисконтирование, при E = 50% годовых;
- 3 - дисконтирование, при E = 80% годовых.

По финансовому профилю можно определить срок окупаемости проекта. Так при нормативе эффективности равным 30%, срок окупаемости составит три года семь месяцев, а при нормативе эффективности 50%, срок окупаемости равен

четырем годам и семи месяцам. Таким образом, рассчитав все основные показатели эффективности можно сделать вывод, что данный инвестиционный проект можно считать инвестиционно-привлекательным.

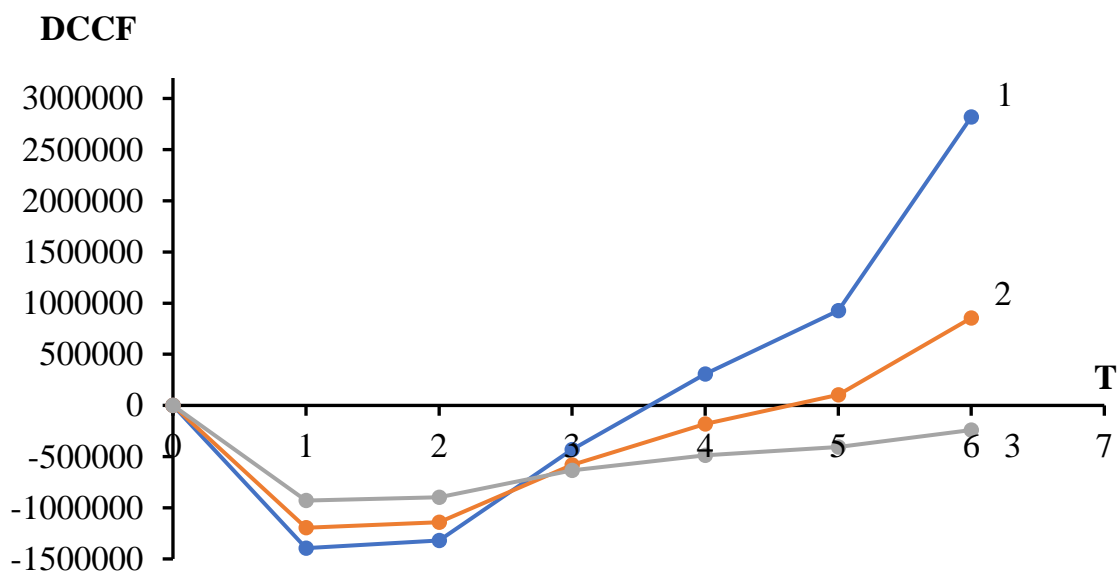


Рисунок 27 - Финансовый профиль проекта с учетом фактора времени

В данном разделе были рассчитаны все необходимые затраты на реализацию проекта по открытию организации, утилизирующей автомобильные покрышки. Также были спрогнозированы возможные результаты деятельности такой организации, был проведён анализ экономической целесообразности открытия предприятия с помощью дисконтированных и простых методов оценки проекта.

Сумма общих инвестиционных затрат на открытие организации по утилизации автомобильных шин в городе Архангельске составит 16778000 рублей. Суммарный денежный поток по годам составит 8692905 рублей.

Анализ экономической целесообразности инвестиционного проекта показал, что внутренняя норма прибыли составила 64,99%, что выше банковской ставки (13%). Срок окупаемости дисконтированным методом показал, что проект окупится за три года и семь месяцев, что меньше, чем горизонт расчёта (5 лет).

Также анализируя полученные данные, можно сказать, что проект зависим от изменения цены на готовую продукцию. Именно этому фактору следует уделить особое внимание при реализации проекта.

Резюмируя все вышеописанное, можно сделать вывод, что проведённая оценка экономической целесообразности и эффективности открытия организации по

утилизации автомобильных шин в городе Архангельске показала, что данный проект можно считать экономически и коммерчески привлекательным.

6 ОХРАНА ТРУДА И ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ

При переработке организацией автомобильных покрышек возможно воздействие на работников таких опасных и вредоносных производственных факторов как [43]:

- повышение концентрации опасных веществ в воздухе рабочей зоны;
- повышение запыленности и загазованности воздуха рабочей зоны;
- нагрев поверхности оборудования и технических изделий;
- повышение либо понижение влажности и температуры воздуха в рабочей зоне;
- превышение допустимого уровня шума и вибрации;
- повышение напряженности электрического поля и зарядов статического электричества;
- накопительный эффект от действия токсичных компонентов резиновой смеси;
- пожароопасность сырья и получаемого продукта;
- движение машин и режущих механизмов;
- подвижные элементы производственного оборудования;
- перемещаемое сырье, продукты и материалы;

Разработка мероприятий по улучшению условий труда учитывает весь комплекс факторов, воздействующих на формирование безопасных условий труда работников.

6.1 Способы защиты от вредных и опасных факторов

Одним из основных условий высокопроизводительного и здорового труда является обеспечение чистого воздуха рабочей зоны. В связи с тем, что рабочий процесс происходит на открытой площадке то безопасность обеспечивается применением индивидуальных средств защиты, таких как: спецодежда, защищающая тело человека; рабочие перчатки; защитные очки и обувь.

Шум – это, беспорядочное хаотическое сочетание волн различной частоты и интенсивности. Шум, как и вибрация на производстве причиняет большой ущерб, пагубно действуя на организм человека и сокращая производительность труда.

Основная причина возникновения шума – механические колебания. Существует две формы воздействия шума на органы слуха — это, утомление и шумовая травма.

Шумоизоляционные наушники спроектированы как средства индивидуальной защиты работника и уменьшают действия шума возникающие при работе техники.

Все электрооборудование, электроинструменты и осветительные приборы должны отвечать требованиям действующих нормативных актов. Для непосредственного выполнения функций по организации эксплуатации электроустановок в соответствии с требованиями действующих нормативных актов должен быть приказом по организации назначен специалист, ответственный за электрохозяйство, а также работник, его замещающий.

Персонал, обслуживающий электроустановки, проходит обязательную проверку знаний, действующих нормативных, технических документов (правил и инструкций по эксплуатации, пожарной безопасности, пользованию защитными средствами, устройства электроустановок) в пределах требований, предъявляемых к соответствующей должности или профессии, и иметь соответствующую группу по электробезопасности.

Также весь персонал проходит инструктаж по пожарной безопасности. Все работы по ремонту и техническому обслуживанию агрегатов должны проводиться в нерабочем состоянии.

Должны иметься средства первичного пожаротушения (огнетушители).

Необходимо иметь резервный подвод воды для охлаждения режущих деталей в жаркую погоду (обязательное условие для южных регионов).

6.2 Требования безопасности на рабочем месте

Место работы должно быть определено так, чтобы было обеспечено пространство, достаточное для обзора рабочей зоны и маневрирования.

Нагрузка на грузоподъемные механизмы не должна превышать их допустимую грузоподъемность.

Перед началом производственного процесса все оборудование подвергается осмотру. При этом должно быть обращено внимание на его чистоту, наличие смазки, состояние ножей, состояние электродвигателей, электропроводки и контактов,

аппаратов управления, отсутствие заеданий механизмов, а также на уровень шума, возникающего при работе агрегатов.

При обнаружении дефектов, дефектные узлы и детали должны быть заменены до начала производственного процесса.

Место производства работ по подъему и перемещению грузов должно быть во время работы хорошо освещено.

Работа при выведенных из действия или неисправных приборах безопасности и тормозах запрещается.

Все трущиеся части должны смазываться не реже одного раза в месяц.

После окончания работ производится порядок территории, выключается все электродвигатели механизмов, убираются все вспомогательные приспособления и приводится в порядок остальной инвентарь, инструмент.

Об окончании работы докладывается руководителю работ.

Приводится в порядок спецодежда, очищается от пыли и грязи.

При аварии или возникновении аварийной ситуации принять меры, предупреждающие и устраняющие опасность.

Немедленно сообщать своему непосредственному руководителю о любом несчастном случае, происшедшем на производстве, о признаках заболевания, а также о ситуации, которая создает угрозу жизни и здоровью людей.

При поражении электрическим током необходимо немедленно освободить пострадавшего от действия тока, соблюдая требования электробезопасности, оказать доврачебную помощь и вызвать работника медицинской службы, поставить в известность руководство.

При возникновении пожара сообщить в пожарную охрану по телефону 101 или 112, руководителю работ и приступить к тушению.

При происшествии несчастного случая необходимо оказать первую доврачебную помощь пострадавшему, сообщить о случившемся руководству и, при необходимости, вызвать скорую помощь.

7 ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ РЕЗИНОВОЙ КРОШКИ, МЕТАЛЛИЧЕСКОГО КОРДА И ТЕКСТИЛЬНОГО ВОЛОКНА

На сегодня важным направлением промышленности в нашей стране является получение резиновой крошки из покрышек. Резиновая крошка – это, основной материал для производства разнообразных предметов.

При переработке покрышек в резиновую крошку существует неотъемлемый и сопряженный вид предпринимательства – производство и сбыт готовой продукции. Чтобы иметь устойчивую прибыль в таком бизнесе необходимо учитывать неизбежные риски. Рассмотрим сферы применения резиновой крошки в народном хозяйстве [43].

7.1 Применение резиновой крошки

- Бесшовное резиновое покрытие. Применение резиновой крошки нашлось в производстве уникального покрытия без швов, представляющие собой заливной пол со специфическими свойствами. Секрет изготовления его заключается в применении специального состава из резиновой крошки, соединенной с полиуретаном и красящими элементами. Специфика такого покрытия – оно без запаха, экологично и не имеет вредных примесей [44].

Полотно из резины нашло широкую сферу применения: ими покрывают спортивные и детские площадки, покрывают территорию возле бассейнов, используют для облагораживания парков. Покрытие имеет ряд весомых достоинств:

длительный срок эксплуатации до 40 лет;

безопасен для живых организмов в том числе для людей;

обеспечивает надежное сцепление, а также снижает риск получения травм при падении;

водонепроницаемость настила, абсолютно не впитывает влагу;

широкая гамма цветов позволяет делать его декорацию безграничной;

ровная и гладкая поверхность.

Такие характеристики покрытия делают его бесценным при обустройстве стадионов и спортивных площадок. Обширно применяется при входе в дома, в фойе, на лестницах и пандусах.

- Беговые дорожки. Такие ленты принадлежат к профессиональным спортивным покрытиям, в связи с этим они должны соответствовать международным стандартам. Существует ряд рекомендаций при их изготовлении:

амортизация материала. Качество необходимое для комфортного занятия спортом;

надежность и устойчивость сцепления обуви и поверхности настила;

сохранение формы настила покрытия при изменении температуры;

малая восприимчивость к износу и механическим повреждениям.

Примесь полиуретана с резиновой крошкой делает поверхность водонепроницаемой, что существенно влияет на безопасность фундаментной основы дорожки (отсутствует деформация во время эксплуатации).

- Плитка. Наиболее подходящим вариантом при изготовлении плитки из резиновой крошки считается ее двухслойное производство: нижняя часть изделия выполнена из шинной крошки, а верхняя половина – из цветного EPDM (этилен пропиленового каучука). Соединение модульных плит производится за счет замков, что упрощает процесс их сборки. Цена за один квадратный метр такой плитки от 1300 рублей.

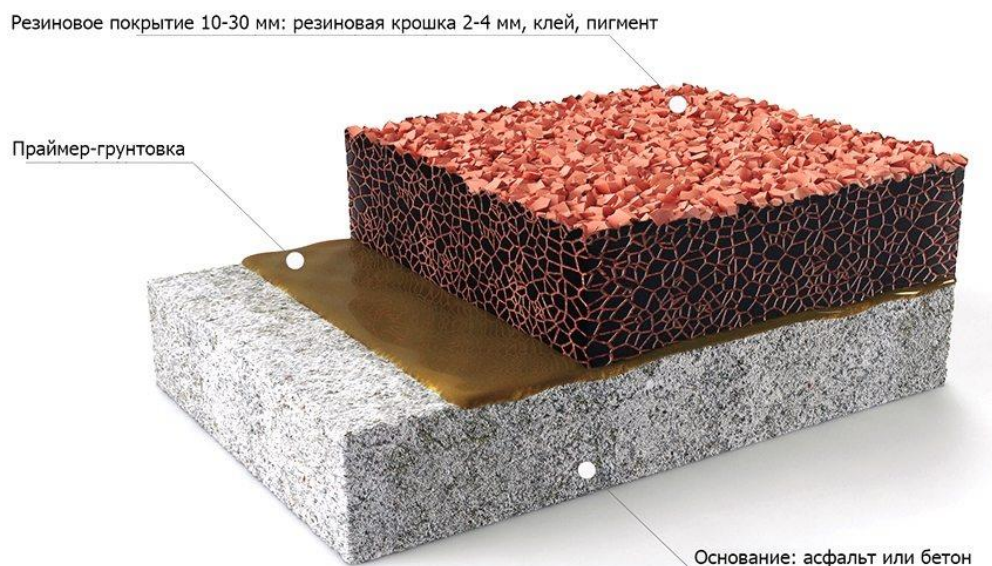


Рисунок 28 – Резиновое покрытие

Достоинства модульной плитки:

увеличена степень травмобезопасности изделия благодаря амортизационным свойствам;

противоскользкие качества;

устойчивостью к истиранию, механическим воздействиям;

простотой монтажа;

привлекательность при использовании, в связи различным спектром цветов;

Плитку из этого материала применяют при оформлении всяких площадок, тротуаров, для выкладывания дорожек в скверах и парках, при оборудовании взлетных полос на аэродромах, на причалах, складах, фермах и гаражах.

- Бордюры. Отличным материалом для оформления и разграничения общественных зон представляются поребрики из резиновой крошки. У них прекрасная конфигурация, различная гамма цветов, они незатейливы в уходе и при монтаже. В связи с этим бордюры нашли использование при ограждении территорий, а также – для обозначения дорог, площадей, дворов, частных приусадебных участков, игровых зон.

Главным преимуществом изделий является их безопасность в случае соприкосновения с ними. Бордюры, сделанные из шинной резины, не требуют покраски или иного дополнительного ухода. Они устойчивы к минусовой и плюсовой температуре и не трескаются во время эксплуатации, прекрасно амортизируют в случае наезда на них.

- Столбики. Стояночный «ориентир» из шинной резины является успешной альтернативой металлической и бетонированной защите. Внутри изделия находятся железные прутья, позволяющие ему сгибаться, но в то же время столбик не ломается.

Монтаж таких элементов происходит за счет анкера с резьбовым соединением. Эти устройства применяются для разграничения тротуаров от дорог, огораживания парковочного участка и деления движущегося транспортного потока.

- Изготовление наполнителей (кресло-мешок). Этот предмет мебели – самый распространенный вид кресел без каркаса. Такой популярности изделие достигло благодаря универсальности своей конфигурации, и соответственно, большому диапазону возможных позиций. И все это достигнуто благодаря наполнителю из резиновой крошки с малой фракцией (от 1,6 до 5 мм). Такой резиновый гранулят обеспечивает постоянство объема и выраженный результат «обтекания» находящегося в кресле-мешке человека.

- Боксерские мешки. Такой спортивный снаряд, как боксерский мешок или груша, наполняется однородным материалом: опилками, песком и другими сыпучими материалами. Однако именно резиновая крошка создает нужный эффект при отработке ударов. К тому же она обладает всеми необходимыми качествами. Шинная крошка для таких изделий должна быть размером от 1,6 – 2,5 до 3,5 – 5,8 мм.

- Дорожное строительство. Строительство дорог - еще одна сфера, где используется крошка от резиновых шин. Асфальтовое покрытие с применением шинной крошки имеет ряд достоинств:

повышение эксплуатационных качеств дорожного полотна. Это происходит за счет приобретенных амортизационных свойств покрытия;

покрытие обеспечивает более надежное зацепление между поверхностью и колесами, что значительно снижает аварийность;

уменьшается износ покрышек автомобилей;

увеличивается срока между ремонтами;

снижается вероятность появления колеи за счет упругости дорожного полотна.

У модифицированного покрытия ощутимо снижаются светоотражающие качества. В связи с этим увеличивается безопасность передвижения.

- Битумные мастики. Резиново-битумная смола применяется для гидроизоляции в разных сферах деятельности человека. Она выделяется двумя видами:

а) Мастика, используемая при обычной комнатной температуре.

б) Смола с разогревом до нужных градусов.

По отношению к рулонным материалам данное резиново-битумное покрытие отличается несколькими достоинствами:

возможность нанесения в труднодоступных местах;

обладание прекрасными вяжущими качествами (прилипание к разным поверхностям);

надежная защита от коррозии подземных трубопроводов;

однородность смеси и устойчивость к деформации.

Поверхности, обработанные резиново-битумной мастикой, не подвергаются действию грибка, плесени и прочим агрессивным влияниям.

- Утеплители. Еще одна популярная сфера использования шинной крошки — различные утеплители и уплотнители. Самым востребованным является утеплитель из модифицированного каучука (EPDM, SBR или NBR), который считается основой пористой резины. Общий объем пор в таком утеплителе может колебаться до 70%, а размер каждой ячейки составляет около 0,35 мкм.

Данная резина называется микропористой, причем свойства ее напрямую зависят от качеств полимерной основы. По отношению к монолитной, эта резина выделяется своими свойствами, такими как:

мягкость;

шумовиброизоляция;

упругость.

- Ячеистые коврики. Для защиты помещения от попадания грязи и мусора лучше всего считаются ячеистые коврики. Эти изделия являются рельефными покрытиями с отверстиями внутри. При этом изготавливаются они из полимерного материала с добавлением резиновой крошки и рассчитаны на длительный срок эксплуатации. Благодаря ячейкам земля не остается на поверхности, а осыпается внутрь отверстий – на пол. При уборке достаточно сдвинуть коврик и легко смести мусор веником.

Постоянное появление новых машин на рынке допускает практически неиссякаемый источник сырьевого материала – покрышки, подлежащие утилизации.

Но для них есть альтернативный вариант – получение крошки, которую при грамотном подходе можно применить для изготовления множества полезных предметов как для дома и дачи, так и для многих отраслей хозяйственной деятельности человека.

7.2 Область применения текстильного корда

Данное синтетическое шинное волокно является одним из конечных продуктов переработки отработанных автомобильных покрышек. В зависимости от применяемого для переработки оборудования, оно выпускается в виде нитей, ваты, или тонких кусочков проволоки. Минеральная вата, в качестве утеплителя, используется в перерабатывающей отрасли, в строительстве, в

нефтегазодобывающей промышленности. По тепловым и шумозащитным свойствам, она превосходит базальтовую вату, аналогична эковате – не пропускает холод на соединительных швах различных конструкций. Вся вторичная текстильная продукция обладает следующими потребительскими преимуществами:

- эластичностью;
- шумовой изоляцией;
- низким уровнем поглощения воды;
- высокой энергоемкостью;
- устойчивостью к биологическому воздействию и агрессивным факторам;
- экологической безопасностью.

Поскольку все виды вторичного текстиля получены из изношенных автошин, это довольно дешевые продукты. В совокупности с востребованными техническими особенностями, они получили обширную область применения. Текстильный корд используется в качестве:

- тампонажа устья скважин;
- сырья для различного спортивного инвентаря;
- теплоизолирующего материала сэндвич–панелей;
- армирующего компонента для производства бетонных и асфальтобетонных конструкций.

Данная побочная продукция отработанных покрышек – рациональная альтернатива традиционным видам топлива. Ее повсеместно используют на электростанциях и цементных заводах. Применение шинного волокна, в качестве топлива, значительно уменьшает себестоимость выпускаемой продукции.

Все потребители, которые ценят экологическую чистоту окружающей среды обитания, по достоинству оценили преимущества применения вторичной шинной продукции.

7.3 Область применения металлического корда

В больших количествах вторичный металлический корд получается в процессах переработки всех видов использованных автомобильных шин: легковых, легко-грузовых, внедорожных, автобусных/грузовых и крупногабаритных. Вторичный металлокорд принято подразделять по сечению имеющихся в нём проволок и остаточному содержанию резины (в зависимости от используемой

технологии разделения доля резины может быть свыше десяти процентов, однако наибольшей ценностью обладает именно «чистый» металлокорд):

- обрезки толстой проволоки и витого кордового тросика;
- металлический «пух» (преимущественно образуется при самостоятельном механическом отделении тонких составляющих проволок от единого тросика).

Сепарированный на две вышеупомянутые фракции металлический корд может использоваться разными путями:

- для изготовления различных сортов фибробетонов;
- при заливке фундаментов;
- при обустройстве дорог и подъездных путей из бетона;
- в качестве заполняющего армирующего элемента для конструкций литого типа;
- при формировании смесей для внешней штукатурки объектов.

Важно, что в большинстве случаев наличие на проволоке защитного латунного покрытия делает её нежелательным вторсырьём для сдачи в переплавку в качестве лома чёрного металла [44].

Следует отметить, что из-за высоких пружинящих свойств более тонкие элементы плохо поддаются прессованию получающиеся брикеты обладают большой пористостью и развитой внутренней поверхностью. Эти их качества достаточно успешно используются при создании на их основе различных фильтрующих элементов (прежде всего для газов/воздуха, в том числе высокотемпературных), а также для создания барьеров от проникновения грызунов (типичные утеплители не являются сколько-нибудь надёжным и «дышащим» барьером от мышей и крыс).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В связи с тем, что в последнее время проблема утилизации покрышек, потерявших свои потребительские свойства с каждым годом, становится все актуальней, переработка покрышек в резиновую крошку становится одним из основных решений. Существующие технологии позволяют переработать покрышку, но с образованием большого количества отходов. Это приводит к дополнительной нагрузке на полигоны для захоронения отходов и окружающую среду.

Анализ инвестиционной привлекательности и эффективности проекта является неотъемлемой частью при принятии решения относительно инвестирования в тот или иной объект. Для любого инвестора является важным получение дохода или каких-либо других выгод от сделанных вложений. Для этих целей и проводится объективная оценка инвестиционного проекта.

Проведенные исследования показали, что как для нашей страны в целом, так и для нашего региона в частности вопрос утилизации шин является актуальным. С каждым годом растёт количество приобретаемых автомобилей, вместе с тем растёт и количество автомобильных шин, так как они являются сопутствующим товаром для машины. При этом за долгие годы скопилось большое количество старых покрышек. Хранить такие запасы ценного сырья не является целесообразным, организация такого производства может приносить не только экологическую выгоду окружающей среде, но и экономическую выгоду владельцу такого бизнеса. Так продуктом проекта является резиновая крошка, металлический и текстильный корд, данные материалы могут быть широко использованы в разных сферах производства.

В рамках данной выпускной квалификационной работы была описана концепция экологически безопасного мобильного комплекса, занимающегося утилизацией шин, были проанализированы возможные методы переработки автомобильных шин и выбран один наиболее оптимальный.

Поимо затрат на оборудование были учтены и другие инвестиционные расходы: регистрация организации, аренда складских и офисных помещений для предприятия, найм квалифицированного персонала затраты на рекламу и приобретение лицензии.

Таким образом, поставленные задачи перед выпускной квалификационной работой выполнены в полном объеме, главная цель достигнута. На основании

проделанного исследования можно сделать вывод, что открытие организации по утилизации автомобильных шин в городе Архангельске является экономически целесообразным, а, следовательно, проект можно принять к реализации.

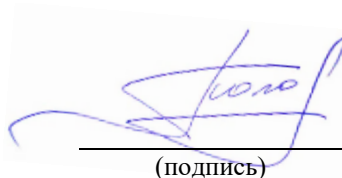
Сведения о самостоятельности выполнения работы

Работа «Проект экологически безопасного мобильного комплекса по утилизации автомобильных шин» выполнена мной самостоятельно.

Используемые в работе материалы и концепции из публикуемой литературы и других источников имеют ссылки на них.

Электронный экземпляр выпускной квалификационной работы в формате pdf размещен на странице онлайн-курса «ГИА 23.03.03 Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов».

«10» июня 2020 г.



(подпись)

А.Ю. Попов
(инициалы, фамилия)

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

- 1 Сердюкова А. Ф., Барабанщиков Д. А. [Электронный ресурс] /Загрязнение окружающей среды отходами производств // Молодой ученый. — 2018. — №25. — С. 28 - 31. — Электрон. текстовые дан. — Режим доступа: <https://moluch.ru/archive/211/51589/> (дата обращения: 05.02.2020).
- 2 Какие вредные вещества выделяют шины [Электронный ресурс] — Электрон. текстовые дан. — Режим доступа: <https://lubimauto.ru/kakie-vrednye-veshhestva-vydeljajut-shiny/> (дата обращения: 05.02.2020).
- 3 Экологическое и токсикологическое воздействие полициклических ароматических углеводородов (ПАУ) на окружающую среду [Электронный ресурс] — Электрон. текстовые дан. — Режим доступа: <http://jurnal.org/articles/2009/ekol2.html> (дата обращения: 05.02.2020).
- 4 Шулдякова К. А. [Электронный ресурс] / Воздействие автомобильных шин на окружающую среду и здоровье человека // Молодой ученый. - 2016. - №20. - С. 472 - 477. — Электрон. текстовые дан. — Режим доступа: <https://moluch.ru/archive/124/34317/> (дата обращения: 05.02.2020).
- 5 Экологическое воздействие автомобильных шин в полном жизненном цикле [Электронный ресурс] — Электрон. текстовые дан. — Режим доступа: https://mospolytech.ru/science/autotr2009/scientific/article/s10/s10_06.pdf (дата обращения: 05.02.2020).
- 6 Нормативные документы по утилизации [Электронный ресурс] — Электрон. текстовые дан. — Режим доступа: <http://tetroniks.ru/services/normativnye-dokumenty-po-utilizatsii/?s=15> (дата обращения: 05.02.2020).
- 7 Тенденции и перспективы совершенствования законодательства в сфере обращения с отходами производства и потребления [Электронный ресурс] — Электрон. текстовые дан. — Режим доступа: <http://tetroniks.ru/services/normativnye-dokumenty-po-utilizatsii/?s=15> (дата обращения: 05.02.2020).
- 8 Обращение с отходами: новая терминология и новые концепции [Электронный ресурс] — Электрон. текстовые дан. — Режим доступа: https://www.profiz.ru/eco/2_2015/458-FZ/ (дата обращения: 05.02.2020).
- 9 К барьеру [Электронный ресурс] — Электрон. текстовые дан. — Режим доступа: <http://www.xn---1-6kcb1a5abhfnrf6ail.xn-->

plai/publ/nomera_zhurnala/45_04_2002/k_bareru/74-1-0-861 (дата обращения: 05.02.2020).

10 Риф Осборн: неудачный эксперимент [Электронный ресурс] – Электрон. текстовые дан. – Режим доступа: https://pikabu.ru/story/rif_osborn_neudachnyiy_yeksperiment_4158841 (дата обращения: 05.02.2020).

11 Способы восстановления шин [Электронный ресурс] – Электрон. текстовые дан. – Режим доступа: <https://lubimauto.ru/kak-vosstanavlivajut-protector-shin/> (дата обращения: 05.02.2020).

12 Изменение свойств резины в зависимости от температуры [Электронный ресурс] – Электрон. текстовые дан. – Режим доступа: https://studopedia.ru/15_100517_izmenenie-svoystv-rezini-v-zavisimosti-ot-temperaturi.html (дата обращения: 06.02.2020).

13 Сжигание [Электронный ресурс] – Электрон. текстовые дан. – Режим доступа: https://uchebnikfree.com/promyishlennaya-ekologiya_1441/sjiganie-59942.html (дата обращения: 06.02.2020).

14 Попов, А. Ю. Пиролиз - альтернативный метод утилизация шин [Электронный ресурс] / А. Ю. Попов // Научно-издательский центр «Вестник науки» : науч. электрон. журнал - 2019. - Инноватика в современном мире – Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=41348655>, свободный (дата обращения: 07.05.2020).

15 Деструкция термическая [Электронный ресурс] – Электрон. текстовые дан. – Режим доступа: <https://ru-ecology.info/term/23879/> (дата обращения: 06.02.2020).

16 Методы и стадии механической переработки покрышек [Электронный ресурс] – Электрон. текстовые дан. – Режим доступа: <https://www.stanki-ru.ru/poleznaya-informatsiya/metody-i-stadii-mekhanicheskoy-pererabotki-pokryshek.html> (дата обращения: 06.02.2020).

17 Измельчение резины [Электронный ресурс] – Электрон. текстовые дан. – Режим доступа: <http://pomol.club.com.ua/blog/?p=4776> (дата обращения: 06.02.2020).

18 Озонное старение полимерных материалов [Электронный ресурс] – Электрон. текстовые дан. – Режим доступа: <https://mplast.by/encyklopedia/ozonnoe-starenie-polimernyih-materialov/> (дата обращения: 06.02.2020).

19 Попов, А. Ю. Переработка крупногабаритных шин экологически безопасным методом [Электронный ресурс] / А. Ю. Попов // Научно-издательский центр «Мир науки» : науч. электрон. журнал - 2019. – Перспективные научные исследования – Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=41348655>, свободный (дата обращения: 07.05.2020).

20 Установка для получения жидкого азота. Решение глобальных экологических проблем [Электронный ресурс] – Электрон. текстовые дан. – Режим доступа: <http://sciteclibrary.ru/rus/catalog/pages/2434.html> (дата обращения: 06.02.2020).

21 Изготовление и применение резиновой крошки [Электронный ресурс] – Электрон. текстовые дан. – Режим доступа: <https://msd.com.ua/pererabotka-otxodov-proizvodstva/izgotovlenie-i-primenenie-rezinovoj-kroshki/> (дата обращения: 06.02.2020).

22 Метод Бародеструкции [Электронный ресурс] – Электрон. текстовые дан. – Режим доступа: <http://vseoshinax.ru/%/> (дата обращения: 06.02.2020).

23 Анализ технологий переработки автошин [Электронный ресурс] – Электрон. текстовые дан. – Режим доступа: <https://www.waste.ru/modules/section/item.php?itemid=140> (дата обращения: 06.02.2020).

24 Переработка автошин [Электронный ресурс] – Электрон. текстовые дан. – Режим доступа: <http://www.nipiep.com/pages/pererabotka-avtoshin> (дата обращения: 06.02.2020).

25 Система для переработки автомобильных шин компании ISVE [Электронный ресурс] – Электрон. текстовые дан. – Режим доступа: http://www.1wood.ru/news_firms/Anteks-27-2-2015.html (дата обращения: 06.02.2020).

26 Попов, А.Ю. Мобильная установка по утилизации автомобильных шин / Ломоносовские научные чтения студентов, аспирантов и молодых ученых – 2019: сборник материалов конференции [Электронный ресурс] / сост. Ю.С. Кузнецова;

Сев. (Артич.) федер. ун-т им. М.В. Ломоносова. Электрон. журн. – Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=41372757>, свободный (дата обращения: 11.02.2020).

27 Седельные тягачи с КМУ ИМ 150 КАМАЗ 53504 [Электронный ресурс] – Электрон. текстовые дан. – Режим доступа: <http://specautoholding.ru/catalog/spectehnika-kamaz/sedelnye-tyagyachi-s-kmu/sedelnye-tyagyachi-s-kmu-im-150-na-shassi-kamaz> (дата обращения: 06.02.2020).

28 KOGEL SWCT24 45 фут Duplex [Электронный ресурс] – Электрон. текстовые дан. – Режим доступа: <https://pitercomtrans.ru/catalog/konteynerovozi/KOGEL-SWCT24-45-fut-Duplex.html> (дата обращения: 06.02.2020).

29 Грейферы для КМУ [Электронный ресурс] – Электрон. текстовые дан. – Режим доступа: <https://hammer-rus.ru/katalog/greyfernye-zakhvaty-greyfer/greyfery-dlya-kmu> (дата обращения: 06.02.2020).

30 Конвейерная лента: виды и общая информация [Электронный ресурс] – Электрон. текстовые дан. – Режим доступа: <https://gustaprom.ru/gusta-blog/22-konvejernaya-lenta-vidy-i-obshchaya-informatsiya> (дата обращения: 06.02.2020).

31 Сравнение станков для измельчения резины от «Альфа-СПК» [Электронный ресурс] – Электрон. текстовые дан. – Режим доступа: <https://alfaspk.ru/sravnienie-ustanovok-dlya-izmelcheniya-reziny> (дата обращения: 06.02.2020).

32 Роторная дробилка. Характеристики, схема устройства и конструкция [Электронный ресурс] – Электрон. текстовые дан. – Режим доступа: <https://forpsk.ru/index.php/stati/oborudovanie/174> (дата обращения: 06.02.2020).

33 Круглое вибросито (вибрационное сито для просеивания сыпучих компонентов) МХ. Круглый вибрационный грохот (просеиватель) [Электронный ресурс] – Электрон. текстовые дан. – Режим доступа: <http://vibro-sito.ru/kruglij-separator.html> (дата обращения: 06.02.2020).

34 Транспортные вентиляторы [Электронный ресурс] – Электрон. текстовые дан. – Режим доступа: <http://kharintech.com.ua/page/141> (дата обращения: 06.02.2020).

35 Применение воздуходувок: «Пневмотранспорт – техника транспортировки сыпучих и штучных (пневмопочта) грузов» [Электронный ресурс]

– Электрон. текстовые дан. – Режим доступа: <http://vozduhoduvin.ru/inform/primenenie-vozduhoduvinok/9.html> (дата обращения: 06.02.2020).

36 Дизельный генератор ГрандМоторс АД-100С-Т400-ЯМЗ » [Электронный ресурс] – Электрон. текстовые дан. – Режим доступа: <https://www.sklad-generator.ru/elektrostantsii/dobrynya/ad-100-t400-r-s-avr/> (дата обращения: 06.02.2020).

37 Бизнес по переработке шин [Электронный ресурс] – Электрон. текстовые дан. – Режим доступа: <https://biznesideas.ru/biznes-plany/biznes-po-pererabotke-shin/> (дата обращения: 06.02.2020).

38 Федеральный закон «Об инвестиционной деятельности в Российской Федерации, осуществляемой в форме капитальных вложений» [Электронный ресурс] : утв. от 25.02.1999 N 39-ФЗ (действ. ред. от 02.08.2019) – Электрон. дан. – Режим доступа: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_22142/, доступ СПС «Консультант плюс» (дата обращения: 28.01.2020).

39 Расчет заработной платы с отчислениями в фонды [Электронный ресурс] – Электрон. текстовые дан. – Режим доступа: <https://1c-wiseadvice.ru/company/blog/raschet-zarabotnoy-platy-s-otchisleniyami-v-fondy/> (дата обращения: 06.02.2020).

40 Методические рекомендации по оценке эффективности инвестиционных проектов [Электронный ресурс]: утв. 21.06.1999 Минэкономки РФ, Минфином РФ, Госстроем РФ N ВК 477 (действ. ред. РФ 21.06.1999 N ВК 477). – Электрон. дан. – Режим доступа : http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_28224/, доступ СПС «Консультант плюс» (дата обращения: 28.01.2020).

41 Пластинин А.В. Бизнес-план: экономическая оценка инвестиций: уч. пособие / – 2-е изд., испр. и доп. - Архангельск: Северный (Арктический) федеральный университет им. М.В. Ломоносова, 2011. – 111 с.

42 Опасные и вредные производственные факторы [Электронный ресурс] – Электрон. текстовые дан. – Режим доступа: <https://www.protrud.com/%D0%BE%D0%BF%D0%B0%D1%81%D0%BD%D1%8B%D0%B5-%D0%B8> (дата обращения: 06.02.2020).

43 Производитель резинового покрытия. Выгодное и экологически чистое производство резиновой крошки [Электронный ресурс] – Электрон. текстовые дан.

– Режим доступа: <https://himcomp.ru/tehnika-dlya-doma/proizvoditel-rezinovogo-pokrytiya-vygodnoe-i-ekologicheski.html> (дата обращения: 07.02.2020).

44 Область применения металлического корда [Электронный ресурс] – Электрон. текстовые дан. – Режим доступа: <http://shiny-live.kz/poleznoe/prosmotr-stati/article/oblast-primeneniya-metallicheskogo-korda/> (дата обращения: 07.02.2020).

ПРИЛОЖЕНИЕ

ПРИЛОЖЕНИЕ А
(обязательное)
Линия по переработки автомобильных шин

27.112.20.ВКР.239ГМ1

Левый фрагмент

Справа №

Лист и дата

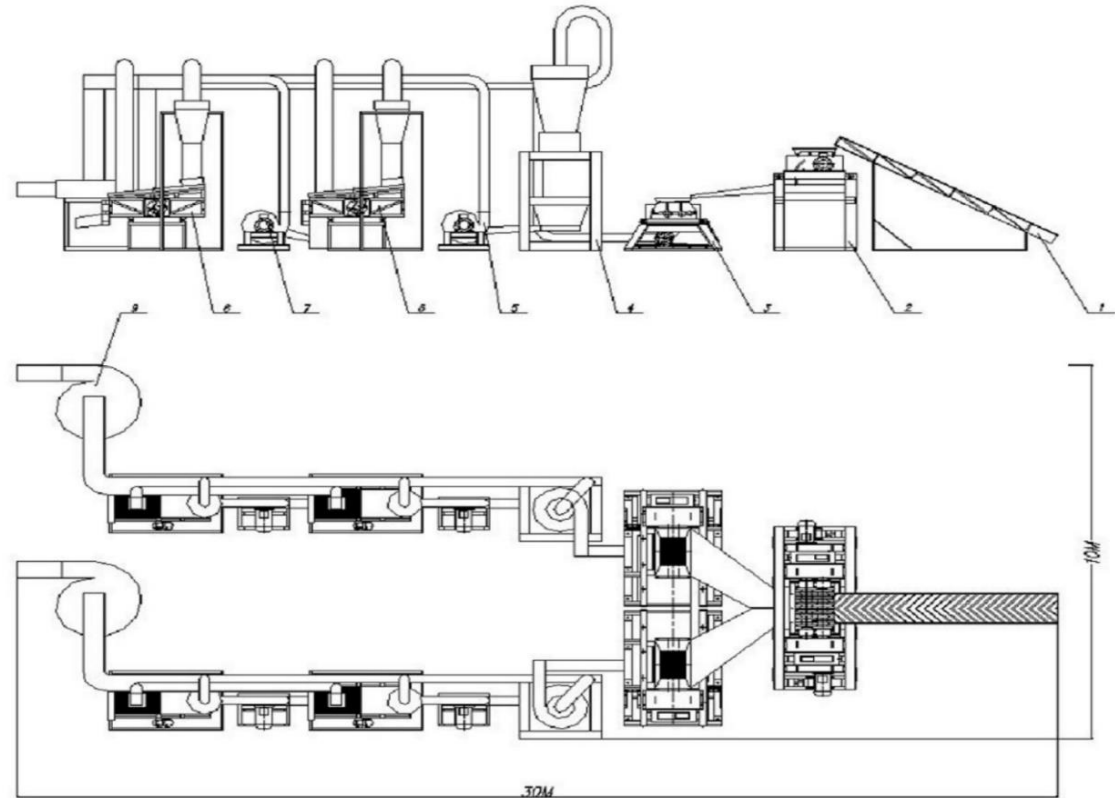
Инд. № дейст.

Взам. инв. №

Лист и дата

Инд. № посл.

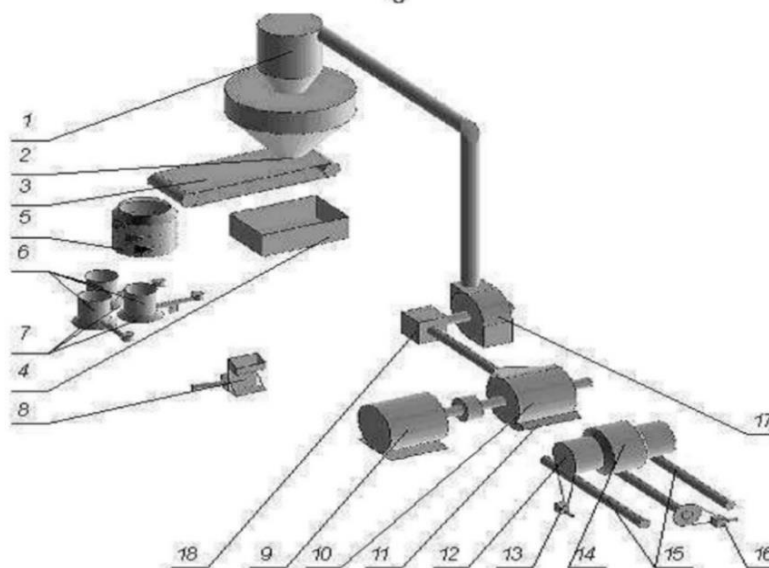
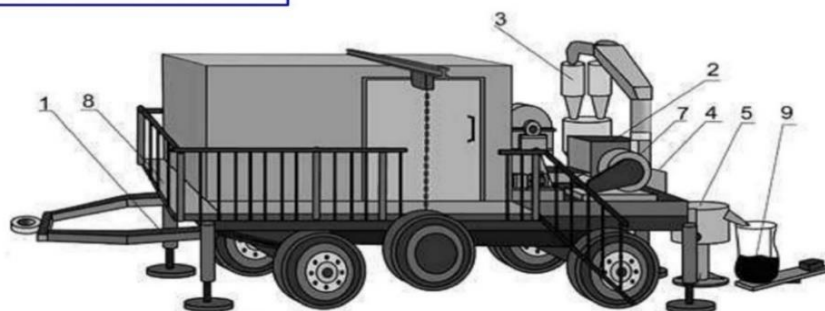
Позиция	Наименование агрегата
1	Транспортер
2	Верхний шредер
3	Нижний шредер
4	Дефibrатор металлического корда
5	Первая роторная дробилка
6	Первое вибросито
7	Вторая роторная дробилка
8	Второе вибросито
9	Вентилятор высокого давления



				27.112.20.ВКР.239ГМ1			
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Лит.	Масса	Масштаб
		Попов А.Ю.		10.06	у		1:70
		Дундин Н.И.			Лист	Листов	1
					ВИШ 271613		
Н.контр.					Формат А3		
Утв.					Копировал		

ПРИЛОЖЕНИЕ Б
(обязательное)
Аналог комплекса по утилизации шин

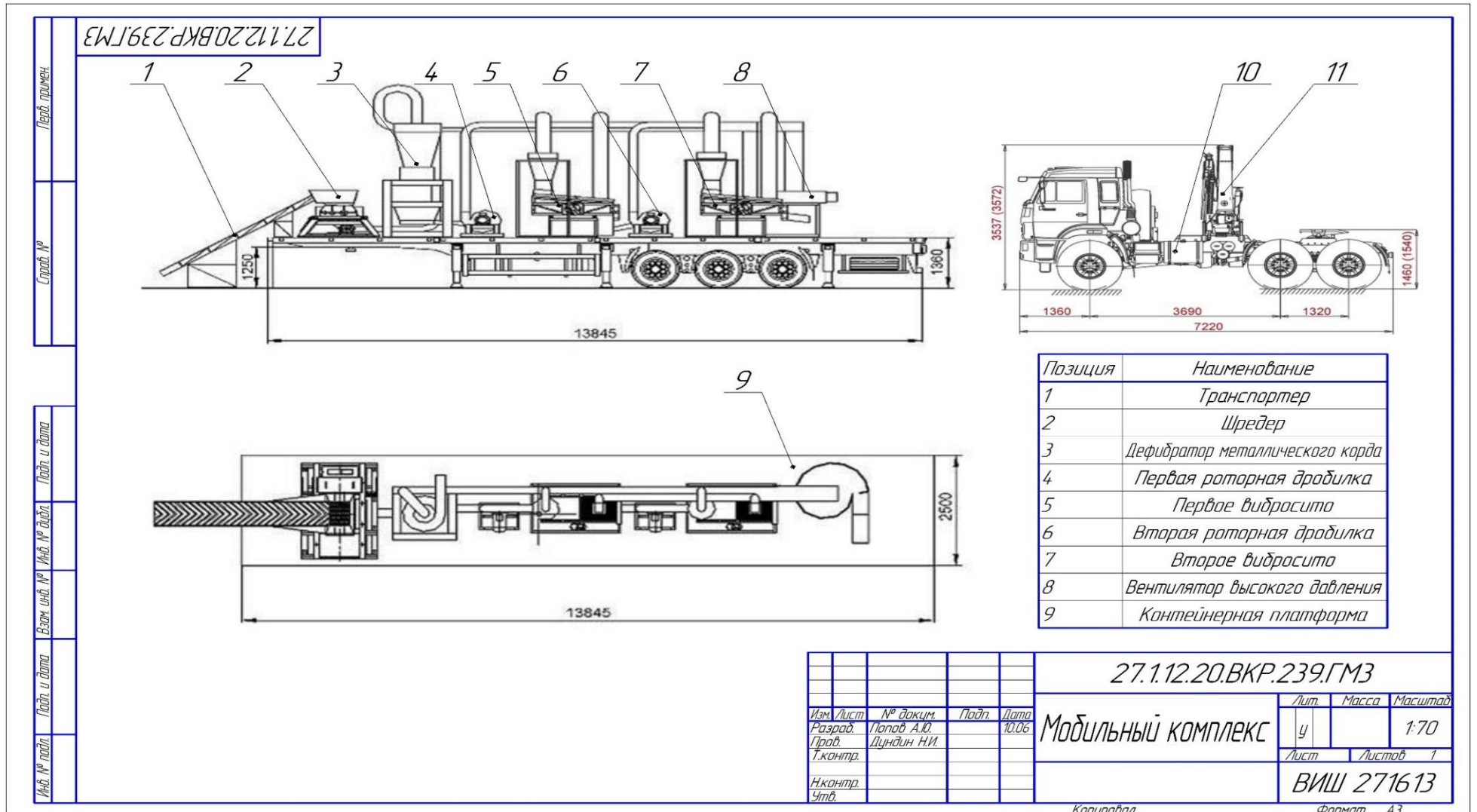
27.12.20.ВКР.239ГМ2



Общий вид мобильной установки		Схема работы мини-завода
Позиция	Наименование	
1	Тракторный прицеп	Циклон
2	Инерционная ловушка	Шлюзовой затвор
3	Циклоны	Магнитный сепаратор
4	Транспортер с магнитным сепаратором	Емкость для сбора металла
5	Вибродункер	Вибросито
6	Выдвижные опоры	Мешок
7	Вентилятор	Весы
8	Съемные площадки обслуживания	Устройство для зашивки мешков
9	Емкость для сбора порошка	Электродвигатель
10	-	Фреза
11	-	Заборник пневмосистемы
12	-	Узел зажима
13	-	Привод вращения покрышки
14	-	Автопокрышка
15	-	Направляющие
16	-	Привод подачи покрышки
17	-	Вентилятор
18	-	Инерционная ловушка

				27.12.20.ВКР.239ГМ2			
Изм./Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Аналог комплекса по утилизации шин	Лист	Масса	Масштаб
Разраб.	Лопов А.Ю.		10.06		у		1:1
Проб.	Дундин Н.И.				Лист	Листов	1
Т.контр.					ВИШ 271613		
И.контр.					Копировал		
Утв.					Формат А3		

ПРИЛОЖЕНИЕ В
(обязательное)
Мобильный комплекс



ПРИЛОЖЕНИЕ Г
(обязательное)
Постоянные и переменные издержки

Левый ярлык	Справ. №	Полн. и дата	Инв. № докл.	Взам. инв. №	Полн. и дата	Инв. № подл.	27.12.20.ВКР.239.ГМ4																																																																																																											
							<table border="1"> <thead> <tr> <th>Наименование</th> <th>Цена, руб.</th> <th>Количество</th> <th>Затраты в месяц, руб.</th> <th>За год, руб.</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td align="center" colspan="5"><i>Постоянные затраты</i></td> </tr> <tr> <td>Аренда складских помещений, м²</td> <td align="center">-</td> <td align="center">100</td> <td align="right">20000</td> <td align="right">240000</td> </tr> <tr> <td>Аренда офисного помещения, включая коммунальные расходы</td> <td align="center">-</td> <td align="center">10</td> <td align="right">9000</td> <td align="right">108000</td> </tr> <tr> <td>Охрана</td> <td align="center">-</td> <td align="center">-</td> <td align="right">1000</td> <td align="right">12000</td> </tr> <tr> <td>ФОТ</td> <td align="center">-</td> <td align="center">-</td> <td align="right">1000008</td> <td align="right">12000096</td> </tr> <tr> <td>Административные затраты (телефон, интернет)</td> <td align="center">-</td> <td align="center">-</td> <td align="right">3000</td> <td align="right">36000</td> </tr> <tr> <td>Взносы во ВБФ</td> <td align="center">-</td> <td align="center">-</td> <td align="right">300002,4</td> <td align="right">3600028,8</td> </tr> <tr> <td>Затраты на канцелярию</td> <td align="center">-</td> <td align="center">-</td> <td align="right">1000</td> <td align="right">12000</td> </tr> <tr> <td>Проценты по кредиту</td> <td align="center">-</td> <td align="center">-</td> <td align="right">381569</td> <td align="right">4578828</td> </tr> <tr> <td>Реклама</td> <td align="center">-</td> <td align="center">-</td> <td align="right">8333,3</td> <td align="right">100000</td> </tr> <tr> <td>Техническое обслуживание линии (замена масел, ножей)</td> <td align="center">-</td> <td align="center">-</td> <td align="right">2000</td> <td align="right">24000</td> </tr> <tr> <td>Вывоз мусора</td> <td align="center">-</td> <td align="center">-</td> <td align="right">2000</td> <td align="right">24000</td> </tr> <tr> <td>Итого постоянных</td> <td></td> <td></td> <td align="right">1727912,7</td> <td align="right">20734952,8</td> </tr> <tr> <td align="center" colspan="5"><i>Переменные затраты</i></td> </tr> <tr> <td>Электроэнергия</td> <td align="center">4,91 руб./кВт</td> <td align="center">2000 кВт</td> <td align="right">9820</td> <td align="right">117840</td> </tr> <tr> <td>Сырье</td> <td align="center">4 руб. за кг</td> <td align="center">176000</td> <td align="right">704000</td> <td align="right">8448000</td> </tr> <tr> <td>Коммунальные платежи</td> <td align="center">-</td> <td align="center">-</td> <td align="right">10000</td> <td align="right">120000</td> </tr> <tr> <td>Транспортные расходы</td> <td align="center">-</td> <td align="center">-</td> <td align="right">25000</td> <td align="right">300000</td> </tr> <tr> <td>Затраты на тару</td> <td align="center">3</td> <td align="center">3520</td> <td align="right">10560</td> <td align="right">126720</td> </tr> <tr> <td>Итого переменных</td> <td></td> <td></td> <td align="right">759380</td> <td align="right">9112560</td> </tr> <tr> <td>Итого</td> <td></td> <td></td> <td align="right">2487292,7</td> <td align="right">29847512,8</td> </tr> </tbody> </table>					Наименование	Цена, руб.	Количество	Затраты в месяц, руб.	За год, руб.	<i>Постоянные затраты</i>					Аренда складских помещений, м ²	-	100	20000	240000	Аренда офисного помещения, включая коммунальные расходы	-	10	9000	108000	Охрана	-	-	1000	12000	ФОТ	-	-	1000008	12000096	Административные затраты (телефон, интернет)	-	-	3000	36000	Взносы во ВБФ	-	-	300002,4	3600028,8	Затраты на канцелярию	-	-	1000	12000	Проценты по кредиту	-	-	381569	4578828	Реклама	-	-	8333,3	100000	Техническое обслуживание линии (замена масел, ножей)	-	-	2000	24000	Вывоз мусора	-	-	2000	24000	Итого постоянных			1727912,7	20734952,8	<i>Переменные затраты</i>					Электроэнергия	4,91 руб./кВт	2000 кВт	9820	117840	Сырье	4 руб. за кг	176000	704000	8448000	Коммунальные платежи	-	-	10000	120000	Транспортные расходы	-	-	25000	300000	Затраты на тару	3	3520	10560	126720	Итого переменных		
Наименование	Цена, руб.	Количество	Затраты в месяц, руб.	За год, руб.																																																																																																														
<i>Постоянные затраты</i>																																																																																																																		
Аренда складских помещений, м ²	-	100	20000	240000																																																																																																														
Аренда офисного помещения, включая коммунальные расходы	-	10	9000	108000																																																																																																														
Охрана	-	-	1000	12000																																																																																																														
ФОТ	-	-	1000008	12000096																																																																																																														
Административные затраты (телефон, интернет)	-	-	3000	36000																																																																																																														
Взносы во ВБФ	-	-	300002,4	3600028,8																																																																																																														
Затраты на канцелярию	-	-	1000	12000																																																																																																														
Проценты по кредиту	-	-	381569	4578828																																																																																																														
Реклама	-	-	8333,3	100000																																																																																																														
Техническое обслуживание линии (замена масел, ножей)	-	-	2000	24000																																																																																																														
Вывоз мусора	-	-	2000	24000																																																																																																														
Итого постоянных			1727912,7	20734952,8																																																																																																														
<i>Переменные затраты</i>																																																																																																																		
Электроэнергия	4,91 руб./кВт	2000 кВт	9820	117840																																																																																																														
Сырье	4 руб. за кг	176000	704000	8448000																																																																																																														
Коммунальные платежи	-	-	10000	120000																																																																																																														
Транспортные расходы	-	-	25000	300000																																																																																																														
Затраты на тару	3	3520	10560	126720																																																																																																														
Итого переменных			759380	9112560																																																																																																														
Итого			2487292,7	29847512,8																																																																																																														
							27.12.20.ВКР.239.ГМ4																																																																																																											
Изм.	Лист	№ док.	Подп.	Дата	Постоянные и переменные издержки		Лист	Масса	Масштаб																																																																																																									
Разраб.	Полов А.Ю.		10.06	4																																																																																																														
Пров.	Дундин Н.И.			Лист			Листов	1																																																																																																										
Т.контр.					ВИШ 271613																																																																																																													
Н.контр.					Копировал																																																																																																													
Утв.					Формат А3																																																																																																													

ПРИЛОЖЕНИЕ Д
(обязательное)
Научные публикации

Статьи, размещенные в научных журналах и изданиях для публикации основных научных результатов выпускной квалификационной работы:

1 Попов, А.Ю. Мобильная установка по утилизации автомобильных шин / Ломоносовские научные чтения студентов, аспирантов и молодых ученых – 2019: сборник материалов конференции [Электронный ресурс] / сост. Ю.С. Кузнецова; Сев. (Арктич.) федер. ун-т им. М.В. Ломоносова. Электрон. журн. – Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=41372757>, свободный (дата обращения: 11.02.2020).

2 Попов, А. Ю. Статистический подход к утилизации автомобильных шин с помощью мобильной установки на территории Архангельской области [Электронный ресурс] / А. Ю. Попов // Научно-издательский центр «Вестник науки» : науч. электрон. журнал - 2019. – Перспективные научные исследования: опыт, проблемы и перспективы развития – Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=41097056>, свободный (дата обращения: 07.05.2020).

3 Попов, А. Ю. Анализ экономической целесообразности развития проектов по утилизации автомобильных шин [Электронный ресурс] / А. Ю. Попов // Научно-издательский центр «Мир науки» : науч. электрон. журнал - 2019. – Современные проблемы науки и образования – Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=39148556>, свободный (дата обращения: 07.05.2020).

4 Попов, А. Ю. Основные проблемы утилизации автотранспортных средств [Электронный ресурс] / А. Ю. Попов // Научно-издательский центр «Мир науки» : науч. электрон. журнал - 2019. – современная наука: актуальные вопросы, достижения и инновации – Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=41117416>, свободный (дата обращения: 07.05.2020).

5 Попов, А. Ю. Пиролиз - альтернативный метод утилизация шин [Электронный ресурс] / А. Ю. Попов // Научно-издательский центр «Вестник науки» : науч. электрон. журнал - 2019. - Инноватика в современном мире – Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=41348655>, свободный (дата обращения: 07.05.2020).

6 Попов, А. Ю. Актуальность проектов по утилизации автомобильных покрышек [Электронный ресурс] / А. Ю. Попов // Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Сибирский государственный университет науки и технологий имени академика М.Ф. Решетнева» : науч. электрон. журнал - 2019. – Машиностроение: новые концепции и технологии – Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=41493302>, свободный (дата обращения: 07.05.2020).

7 Попов, А. Ю. Переработка крупногабаритных шин экологически безопасным методом [Электронный ресурс] / А. Ю. Попов // Научно-издательский центр «Мир науки» : науч. электрон. журнал - 2019. – Перспективные научные исследования – Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=41348655>, свободный (дата обращения: 07.05.2020).

Остальные научные публикации в журналах и изданиях:

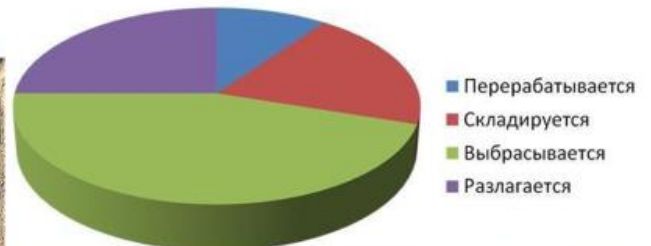
8 Попов, А.Ю. Негативные факторы климата Туркменистана, влияющие на работу ДВС / Ломоносовские научные чтения студентов, аспирантов и молодых ученых – 2017: сборник материалов конференции [Электронный ресурс] / сост. Ю.С. Кузнецова; Сев. (Арктич.) федер. ун-т им. М.В. Ломоносова. Электрон. журн. – Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=32609116>, свободный (дата обращения: 11.02.2020).

9 Бедросов, К.Ю., Попов, А. Ю. Перспективы развития автомобильного рециклинга в России [Электронный ресурс] / К.Ю. Бедросов, А. Ю. Попов // Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Сибирский государственный университет науки и технологий имени академика М.Ф. Решетнева» : науч. электрон. журнал - 2019. – Машиностроение: новые концепции и технологии – Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=41493196>, свободный (дата обращения: 07.05.2020).

Проект экологически безопасного мобильного комплекса по переработке автомобильных шин

Проект подготовил	Попов Алексей Юрьевич
Выпускник	ВИШ, IV курса, группы 271613
Направление подготовки	Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов
Руководитель	Дундин Николай Иванович
Консультант	Цехмистрова Татьяна Евгеньевна

Глобальные проблемы утилизации шин





3

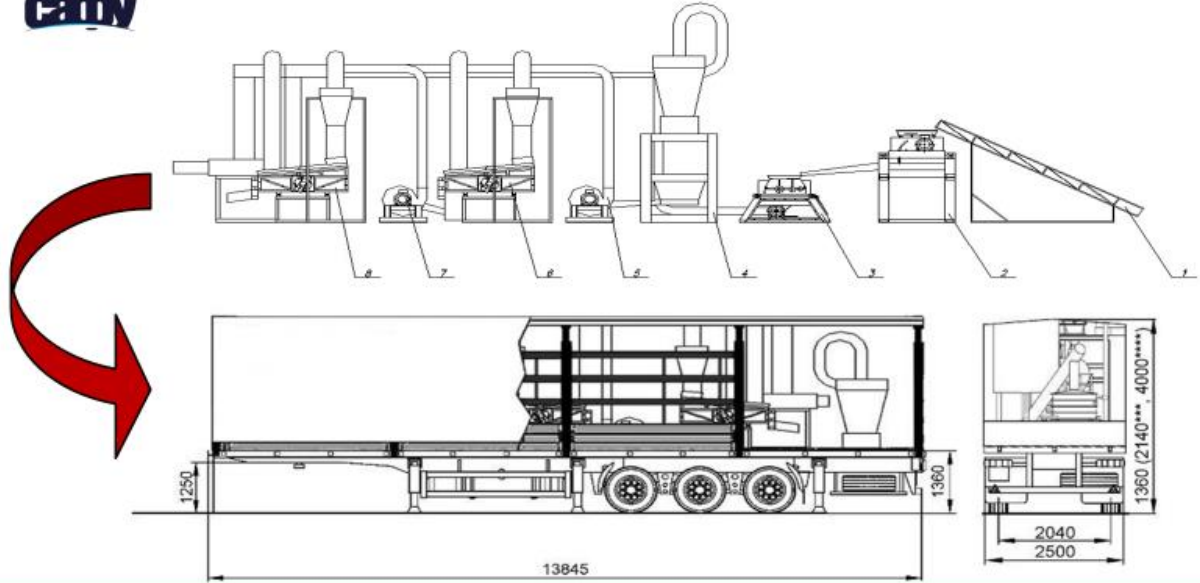
Основные методы переработки шин



4



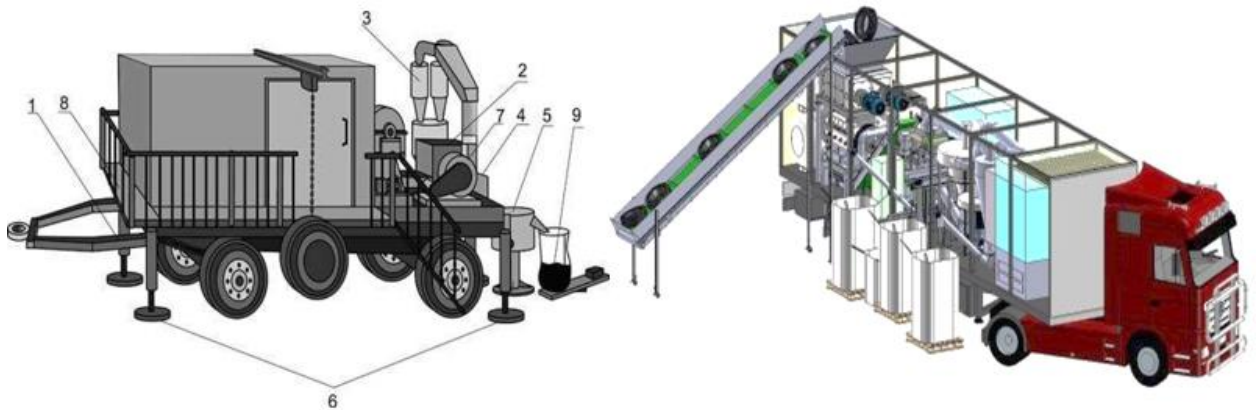
Цель проекта



5



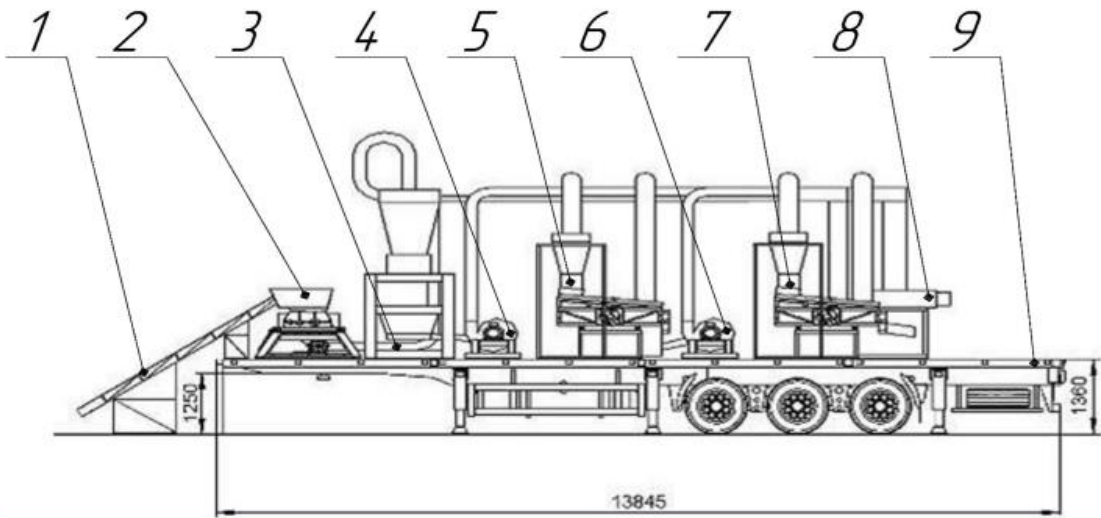
Аналоги мобильных установок



6



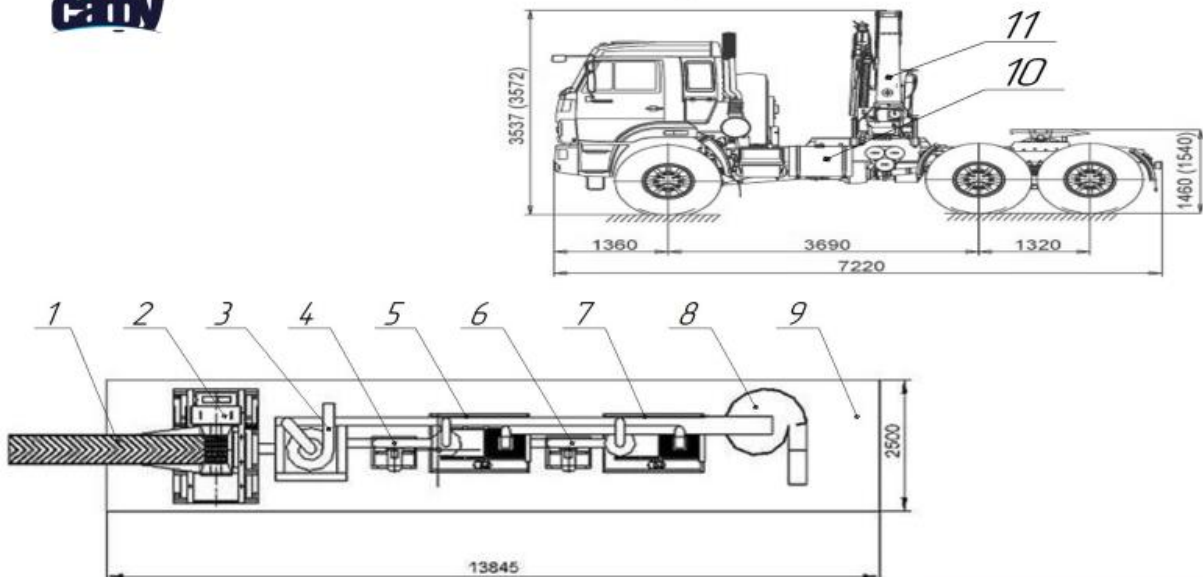
Концепция проекта



7



Концепция проекта



8



Применение резиновой крошки



9



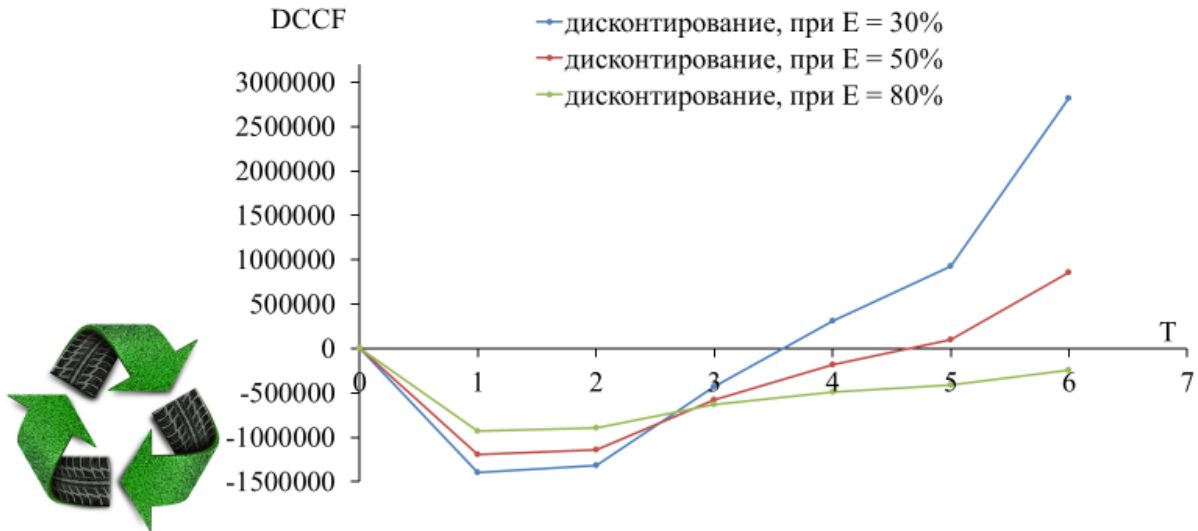
Расчет издержек производства

Наименование	Цена	Количество	Загрты в месяц, руб.	За год, руб.
Постоянные затраты				
1 Аренда складских помещений, м ²	-	100	20000	240000
2 Аренда офисного помещения, включая коммунальные расходы	-	10	9000	108000
3 Охрана	-	-	1000	12000
4 ФОТ	-	-	1000008	12000096
5 Административные затраты (телефон, интернет)	-	-	3000	36000
6 Взносы во ВБФ	-	-	300002,4	3600028,8
7 Затраты на канцелярию	-	-	1000	12000
8 Проценты по кредиту	-	-	381569	4578828
9 Реклама	-	-	8333,3	100000
10 Техническое обслуживание линии (замена масел, ножей)	-	-	2000	24000
11 Вывоз мусора	-	-	2000	24000
12 Итого постоянных			1727912,7	20734952,8
Переменные затраты				
13 Электроэнергия	4,91 руб./кВт	2000 кВт	9820	117840
14 Сырье	4 руб. за кг	176000	704000	8448000
15 Коммунальные платежи	-	-	10000	120000
16 Транспортные расходы	-	-	25000	300000
17 Затраты на тару	3	3520	10560	126720
18 Итого переменных			759380	9112560
19 Итого			2487292,7	29847512,8

10



Финансовый профиль проекта



11



Спасибо за внимание!



Проект экологически безопасного мобильного комплекса по переработке автомобильных шин

Проект подготовил

Попов Алексей Юрьевич

Выпускник

ВИШ, IV курса, группы 271613

Направление подготовки

Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов

Руководитель

Дундин Николай Иванович

Консультант

Цехмистрова Татьяна Евгеньевна