

федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Тольяттинский государственный университет»

ИНСТИТУТ ХИМИИ И ИНЖЕНЕРНОЙ ЭКОЛОГИИ

Кафедра «Рациональное природопользование и ресурсосбережение»

УТВЕРЖДАЮ

Зав. кафедрой «РПиР»

_____ М.В.Кравцова

(подпись)

(И.О. Фамилия)

« ____ » _____ 20 ____ г.

ЗАДАНИЕ

на бакалаврскую работу

Студент: Чаусов Владислав Нурмухаммадович

1. Тема: Совершенствование процесса переработки отработанных автомобильных покрышек.

2. Срок сдачи студентом законченной бакалаврской работы 10.06.2016.

3. Содержание бакалаврской работы:

3.1 Анализ существующих методов переработки покрышек потерявших свои потребительские свойства

3.2 Анализ существующей технологии переработки покрышек на ООО

"ПОВТОР"

3.3 Анализ возможных решений проблемы. Расчет эффективности внедренной технологии.

4. Дата выдачи задания «16» марта 2016г.

Руководитель бакалаврской работы

Д.А Волков

(подпись)

(И.О. Фамилия)

Задание принял к исполнению

В.Н. Чаусов

(подпись)

(И.О. Фамилия)

федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Тольяттинский государственный университет»

ИНСТИТУТ ХИМИИ И ИНЖЕНЕРНОЙ ЭКОЛОГИИ
Кафедра «Рациональное природопользование и ресурсосбережение»

УТВЕРЖДАЮ

Зав.кафедрой «РПиР»

_____ М.В.Кравцова

(подпись) (И.О. Фамилия)

« ____ » _____ 20 ____ г.

КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН
бакалаврской работы

Студента: Чаусов Владислав Нурмухаммадович

по теме: Совершенствование процесса переработки отработанных автомобильных покрышек.

Наименование раздела работы	Плановый срок выполнения раздела	Фактический срок выполнения раздела	Отметка о выполнении	Подпись руководителя
Введение	18.03.2016			
Анализ существующих методов переработки покрышек потерявших свои потребительские свойства	30.03.2016			
Анализ существующей технологии переработки покрышек на ООО "ПОВТОР"	21.04.2016			

Анализ возможных решений проблемы. Расчет эффективности внедренной технологии.	9.05.2016			
Заключение	9.06.2016			

Руководитель бакалаврской работы

(подпись)

Д.А. Волков
(И.О. Фамилия)

Задание принял к исполнению

(подпись)

В.Н. Чаусов
(И.О. Фамилия)

АННОТАЦИЯ

Бакалаврскую работу выполнил: Чаусов В.Н.

Тема работы: Совершенствование процесса переработки отработанных автомобильных покрышек.

Научный руководитель: Волков Д.А.

Цель бакалаврской работы – Увеличение эффективности переработки покрышек потерявших свои потребительские свойства в резиновую крошку. Поставленная цель достигается при решении следующих задач:

1. Исследование механизмов и технологий переработки покрышек на данном предприятии для определения их функциональных свойств.
2. Разработать комплекс мероприятий по увеличению эффективности переработки покрышек и модернизации оборудования для ее переработки;
3. Рассчитать эффективность внедренной технологии и срок окупаемости для выявления целесообразности внедрения.

Объектом исследования в бакалаврской работе является Линия переработки покрышек потерявших свои потребительские свойства, находящееся на территории ООО «ПОВТОР» г.о. Тольятти.

Основанием для информации при выполнении бакалаврской работы были научные статьи, изученные технические отчеты по переработке покрышек и техническая документация

Краткие выводы по бакалаврской работе: в данной работе был подвергнут анализу технологический процесс переработки покрышек на ООО изучены показатели эффективности переработки. Были выдвинуты предложения по модернизации линии переработки с целью повышения эффективности переработки и качества продукции.

Бакалаврская работа состоит из введения, трех глав, заключения, списка используемой литературы и приложения.

Во введение указывается необходимость проводимого исследования, описывается цель и задачи.

В первой главе рассмотрены теоретические сведения о существующих методах переработки покрышек.

Во второй главе выполнен анализ технологии переработки покрышек на ООО «ПОВТОР».

В третьей главе рассмотрены технологии по улучшению качества очистки резиновой крошки от текстильной составляющей, предложена модернизация системы переработки покрышек на ООО «ПОВТОР» и рассчитана эффективность и срок окупаемости внедренной технологии.

Структура и объем работы. Работа состоит из введения, 3-х разделов, заключения, списка используемой литературы из 62 источников. Общий объем работы, без приложения 56 страниц машинописного текста, в том числе таблиц – 9, рисунков – 11.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	8
ГЛАВА 1. АНАЛИЗ СУЩЕСТВУЮЩИХ МЕТОДОВ ПЕРЕРАБОТКИ ПОКРЫШЕК ПОТЕРЯВШИХ СВОИ ПОТРЕБИТЕЛЬСКИЕ СВОЙСТВА	12
1.1 Методы обращения с отработанными покрышек	12
1.1.1 Вывоз шин на свалку	12
1.1.2 Переработка в крошку	124
1.1.3 Сжигание	17
1.1.4 Восстановление	20
1.1.5 Пиролиз	22
1.2 Иностраный опыт решения проблемы	23
1.3 Способы очистки резиновой крошки	25
ГЛАВА 2. АНАЛИЗ СУЩЕСТВУЮЩЕЙ ТЕХНОЛОГИИ ПЕРЕРАБОТКИ ПОКРЫШЕК НА ООО "ПОВТОР"	30
2.1 Технология переработки	30
2.2 Технологический процесс переработки покрышек	33
2.3 Анализ проблем технологического процесса	38
2.4 Материальный баланс до внедрения	38
ГЛАВА 3. АНАЛИЗ ВОЗМОЖНЫХ РЕШЕНИЙ ПРОБЛЕМЫ. РАСЧЕТ ЭФФЕКТИВНОСТИ ВНЕДРЕННОЙ ТЕХНОЛОГИИ	41
3.1 Патентный поиск	41
3.2 Материальный баланс после внедрения	46
3.3 Расчет экономической выгоды от внедрения	47
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	49
СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ	51

ВВЕДЕНИЕ

В России на протяжении последних десяти лет наблюдается быстрый рост автомобильного парка (см. рисунок 1). Это приводит к обострению проблемы утилизации использованных покрышек. Покрышки при захоронении на свалках разлагаются 120-140 лет, а при возгорании выделяют в атмосферу токсичные вещества. Основная доля отработанных шин вывозилась на свалки, в том числе стихийно сложившиеся, что приводило к следующим основным негативным последствиям: выделение токсичных веществ при возгорании, неблагоприятная экологическая ситуация в зонах свалок, неэффективное использование ресурсов, нарушение международных экологических норм.

В данной бакалаврской работе рассмотрены методы переработки покрышек, переработка покрышек в резиновую крошку на ООО "ПОВТОР".

Актуальность темы исследования. Распоряжение Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2015 года №1886 - Р вводит перечень отходов запрещенных для захоронения на свалках. В нём так же находятся шины и покрышки потерявшие свои потребительские свойства, что приводит к их обязательной утилизации.

Сама по себе проблема утилизации покрышек, которая неотделима от глобальной проблемы производимого в процессе жизнедеятельности общества мусора, наиболее остро стоит прежде всего перед самыми развитыми и богатыми странами. При этом покрышки не поддаются биологическому разложению, что позволяет причислить их к группе опасных отходов.

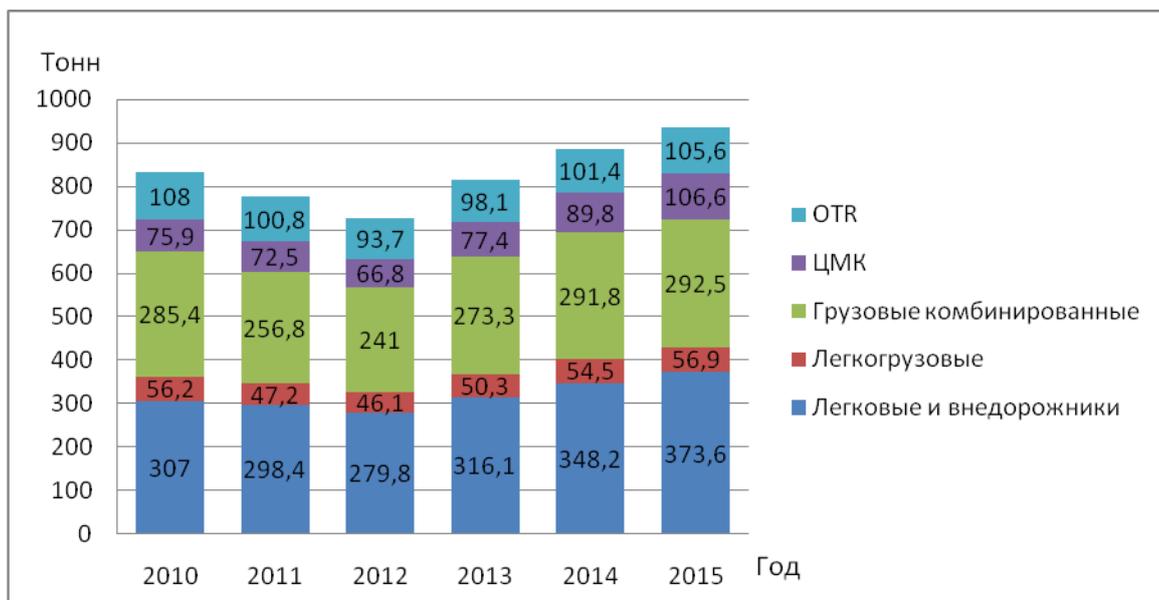


Рисунок 1 - Оценка общего объема шин на утилизацию в РФ в 2010 - 2015 гг., тыс. тонн.

Объем накопленных в мире шинных отходов к 2009 году составлял по различным оценкам 60-80 млн. тонн. Ежегодно в мире выходят из употребления еще свыше 10 млн. тонн покрышек. Самое большое количество изношенных покрышек образуется в США, ЕС и Японии. Каждый год количество вышедших из употребления автопокрышек в США оценивается в 4,1-4,5 млн. тонн (299,2 млн. шин). По имеющимся данным, на конец 2007 года в стране было накоплено 128 млн. изношенных шин. При этом на период с 1990 года свалки покрышек сократились в США на 87%.

При сжигании 1 тонны резины в атмосферу выделится 270 кг сажи и 450 кг различных токсичных газов. В этом процессе всегда образуются такие органические соединения, как пирен (класс опасности 1, опасен при поступлении через кожу), фенантрен (класс опасности 2, обнаружена канцерогенность на мышах), антрацен (канцероген), флуорантен. Кроме того, в зависимости от условий сгорания может образовываться также ряд других органических соединений того же класса — нафталин (канцероген, обнаружено мутагенное действие), 2-метилнафталин, бифенил, аценафтилен (канцероген), флуорен (канцероген), аценафтен (канцероген), бензаантрацен, хризен (кан-

цероген), бензапирен (особо опасный канцероген), дибензоантрацен (особо опасный канцероген).

Бензапирен и другие полиароматические углеводороды (ПАУ), являются наиболее вредными канцерогенами, которых в шинах может содержаться до 15 соединений. Все эти вещества входят в список опасных токсикантов, который составляют Международная организация по исследованию рака и Агентство по охране окружающей среды США.

Целью бакалаврской работы является увеличение эффективности переработки покрышек, потерявших свои потребительские свойства в резиновую крошку. Поставленная цель достигается при решении следующих задач:

1. Исследование механизмов и технологий переработки покрышек на данном предприятии для определения их функциональных свойств.
2. Разработать комплекс мероприятий по увеличению эффективности переработки покрышек и модернизации оборудования для ее переработки;
3. Рассчитать эффективность внедренной технологии и срок окупаемости для выявления целесообразности внедрения.

ГЛАВА 1. АНАЛИЗ СУЩЕСТВУЮЩИХ МЕТОДОВ ПЕРЕРАБОТКИ ПОКРЫШЕК ПОТЕРЯВШИХ СВОИ ПОТРЕБИТЕЛЬСКИЕ СВОЙСТВА

Существующий мировой и отечественный опыт свидетельствует, что наиболее распространенными методами утилизации покрышек являются сжигание с получением энергии (сжигание их в цементных печах используется наиболее часто), пиролиз в условиях относительно низких температур с получением легкого дистиллята, твердого топлива, близкого по свойствам к древесному углю, и металла, а также получение резиновой крошки и порошка, используемых для замены натурального и синтетического каучука при изготовлении полимерных смесей и строительных материалов (именно этот способ реализован на Чеховском регенератном заводе и в Тушино). К сожалению, экономически и экологически все перечисленные методы не являются привлекательными, в связи с чем масштабного развития не получили.

1.1 Методы обращения с отработанными покрышек

Существует несколько методов переработки покрышек каждый из которых имеет свои преимущества и недостатки.

1.1.1 Вывоз шин на свалку

Легально или нелегально, изношенные шины хранятся как на свалках, предназначенных исключительно для использованных автопокрышек, так и на смешанных свалках с другими отходами. Число всех хранящихся на свалках шин во всем мире оценивается в миллиард штук. Из-за отсутствия альтернатив переработки шин увеличивает количество шин, хранящихся на свалках. Есть экономические, технические и экологические причины, из-за чего вывоз шин на свалку нецелесообразно. Из-за захоронения на свалках покрышки потерявшие свои потребительские свойства извлекаются из экономического оборота, и поэтому они не могут быть использованы для даль-

нейшей обработки. Этот способ использования шины может быть приравнен к уничтожению ресурсов.

Из-за их свойства, изношенные шины являются продуктом, не подходит для захоронения. При контакте с шинами осадков и грунтовых вод осуществляется вымывание ряда токсичных органических соединений, фенантрена, дибутилфталата, дифениламина и т.д. Все эти соединения попадают в почву. Продолжительность разложения шины в земле может достигать более 100 лет. Форма шины и удельный вес вследствие кавитации (образование пустот) не допускают регулируемого уплотнения мусорных свалок. отсутствие контроля за отходами, самовозгорание (например, в результате удара молнии), поджоги приводят к длительным пожарам на свалках, которые из-за хорошей воспламеняемости (горючести) шин трудно потушить. В 90-е годы это привело к разрушительным пожарам на свалках шин в Соединенных Штатах и Канаде, где только в Онтарио в течение месяца было сожжено более 12 миллионов шин. Свалка шин в Neure Valley (Mid-Wales/Великобритания) сгорела с 1992 по 1995 год, и, предположительно, будет продолжать гореть еще в течение 10 лет из-за снова возникающих очагов пожара. Из-за высокого уровня жидких и газообразных выбросов такие пожары приводят к загрязнению воздуха, верхнего слоя почвы, грунтовых вод. Изношенные шины из-за их формы собирают дождевую воду. Черный цвет шины приводит к интенсивному нагреванию под воздействием солнечного света, который сохраняется в покрышках с течением времени. Кроме того, отвалы шины представляют собой идеальную питательную среду для паразитов, таких как москиты. Они представляют недооцененную опасность для здоровья человека, в связи с тем, что такие насекомые могут передавать болезни. Утилизация отходов шин оказывают негативное влияние на ландшафт. Широкое утилизация изношенных шин приводит к нехватке доступной площади полигона в последние десятилетия. Площадь под ними бежит

низко в случае дальнейшего продолжения сброса шин. Может быть разрешено только ограниченное число новых могил или не допускается, особенно в связи с растущей экологической осведомленности. Расходы по утилизации шин растут не только из-за дефицита площадей для свалок, а также связаны с увеличением их рыночной стоимости. Административные положения по улучшению природоохранного законодательства и приведет к увеличению расходов по утилизации подлежат высокие пошлины. Если человек ранее участвовал в утилизации шин получили высокую прибыль, получая шину, но теперь хранение шин на свалках становится все менее интересным и экономически выгодным бизнесом как из-за растущих областей дефицита и из-за высоких расходов на удаление. Сегодня те, кто занимается утилизацией шин, должны найти другие способы переработки продукта. Тем не менее, проблема сбросить большое количество шин, не была решена до сих пор. Решение может быть только для устранения существующих свалок шины потеряли свои потребительские свойства. Эти монозахоронения формируют долгосрочный источник сырья, которые могут быть переработаны. Немецкое законодательство об отходах помещает мусор на свалки шин на последнем месте из возможных способов использования этого материала. И использованные шины могут быть утилизированы, если нет другого пути, является использования невозможно или не подходит. Например, в штате Бранденбург (Германия) запрещает захоронению целые шины, утилизация должна только быть предварительно измельченные шины. Постоянные новые поступления изношенных шин, уже имеющиеся на свалках являются неистощимым источником сырья, которое может быть в дальнейшем переработано в конечный продукт.

1.1.2 Переработка в крошку

Измельчение отходов резины признается самым простым и рациональным способом переработки, поскольку позволяет максимально сохранить

химические и физико-механические свойства материала. Однако, именно конечная стадия использования полученной крошки и является камнем преткновения экономически эффективного решения проблемы полного рециклинга резиновых отходов.

Чтобы сделать добавку в битумную мастику или дорожное покрытие, нужно сделать рецептуру, два одинаковых по размеру колеса, но разных производителей, дадут по своему составу неоднородную массу, - в которую нужно добавлять компоненты для придания требуемых свойств. Известно, что на протяжении более сотни лет предпринимались многочисленные усилия чтобы объединить резину с битумами и асфальтами с целью ее утилизации и придания вяжущим материалам резиноподобных свойств. Были разработано множество технологических схем прямого введения резины в асфальтобетонные смеси, использования резиновой крошки как наполнителя в дорожно-строительных материалах. Были построены сотни экспериментальных участков дорог, покрытий мостов и аэродромов, которые первое время показывали очень хорошие характеристики. Однако затем происходило медленное разбухание частиц резины, запертых в структуре асфальта. Покрытия из-за больших внутренних нагрузок начинали разуплотняться и быстро разрушались. Никак не связанные частицы резины выкрашивалась из асфальтов и, практически в неизменном виде их разносило ветром, тем самым загрязняя окрестности.

В методах, основанных на разложении и девулканизации резины в битумах при высоких температурах происходил выброс токсичных веществ, содержащихся в резине и образующихся в процессе. Одновременно низкомолекулярные каучуковые фрагменты пластифицировали битум, понижая и без того низкие сдвиговые показатели и адгезию. Кроме того, мелкодисперсная сажа из резины, попадая в битум, становилась дополнительным источником центров кристаллизации, резко понижая стабильность вяжущих и устойчи-

вость к старению под действием факторов окружающей среды. По тем же причинам не оправдали себя и способы введения в битумы ультрадисперсных резиновых порошков с сильно развитой и модифицированной поверхностью. При введении таких высокоактивных добавок существенно изменялись привычные приемы обращения с битумными вяжущими, например, резко сокращался их срок хранения. Кроме этого, благодаря сложным и малоэффективным методам получения, такие субмикронные порошки имеют очень высокую стоимость.

Таким образом, более чем вековой отрицательный опыт применения резиновых отходов в дорожном строительстве скомпрометировал в глазах специалистов-дорожников саму идею использования резины (вулканизированного каучука) в дорожных материалах. Однако благодаря этому начали рассматривать возможность использования резиновой крошки в других целях.

Резиновая крошка, как исходный или сырьевой продукт, начала рассматриваться совсем недавно. И сферы ее применения постоянно расширяются и растут. До недавнего времени этот материал вообще не рассматривался как сырье, в результате применения которого возможно получать какие то материалы. На данный момент резиновая крошка используется в большей степени для изготовления травмобезопасных покрытий таких как резиновая плитка и в связи с высокой востребованностью спрос на резиновую крошку сейчас растет. Из смежной сферы напольных покрытий, пришло ее применение в качестве подложки, выравнивающего подстилающего слоя для полимерных и полиуретановых полов, популярность которых тоже набирает немалые обороты. При реконструкциях и строительстве стадионов с искусственной травой, резиновая крошка также нашла массовое применение. Активно развивается сфера производства кровельных материалов, сделанных на основе резиновой крошки. Технология производства этих материалов, до-

вольно-таки новая для России, и применение этих материалов еще не очень освоено. Но 6-8 лет назад и о резиновой плитке, произведенной из резиновой крошки, никто не слышал. Так же резиновая крошка является одним из основных компонентов для производства резино-битумных мастик. В зависимости от назначения мастики, в ней содержится необходимое количество резиновой крошки, от 50% до 90%, от общей массы мастики. Кроме того, она применяется в нефтегазовой добыче, при строительстве бетонных конструкций в особо суровых климатических условиях, а также при ремонте и восстановлении автомобильных покрышек.

1.1.3 Сжигание

Сжигание в цементных печах вообще не приносит прибыли. Сжигание покрышек происходит в основном на теплоэлектростанциях и в цементной промышленности. Покрышки используются здесь как материал-заменитель угля и мазута. Сжигание большого количества шин имеет исторические причины. Десятилетиями сжигание шин представляло собой недорогой способ получения энергии. Одновременно имелась возможность экономить первичные горючие материалы. Имеющиеся в прошлом альтернативные способы переработки шин, чаще всего были нерентабельны. Однако, изменившиеся условия, в особенности в области защиты окружающей среды, осознание необходимости рационального обращения с природными ресурсами, а также создание инновационных технологий по переработке использованных шин, все это требует нового, критического подхода к данному методу переработки.

В то же время, производство энергии путем сжигания изношенных шин для международного потребления горючих материалов - даже если тепловая обработка будет распространяться все старые шины, дают очень скромную роль. Несколько недостатков сжигания шин лежит в самой природе метода. Перепады температуры в процессе сгорания, приводящей к неполному сгоранию шины. Таким образом, при температурах ниже 1.100°C производятся

токсичные вещества, такие как хлорированный диоксинов и фуранов. Все известные и неоспоримый факт, что такие процессы способствуют усилению парникового эффекта. Так, хорошо формируется в процессе сгорания. 3.700 кг CO₂ на тонну шин. В производстве цемента количество шин, используемых в качестве топлива технологически ограничено. Применение при производстве большого количества старых шин оказывают негативное влияние на качество цемента, так как, содержащаяся в них сталь проявляется в цементе как оксид железа, который окрашивает материал. Сегодня, пока не решен вопрос о гарантиях безопасности, в связи с тем, что при сжигании в цементных печах изношенных шин, образуются высокотоксичные органические вещества, таких как диоксины и фураны. Во-первых, сама конструкция вращающихся цементных печей требуют очень тщательного анализа. В обычных печах для обжига цемента, существует несколько температурных зон, непрерывно переходящих друг в друга - зоны нагрева (500-600 градусов), зона обжига (900-1200 ° C), площадь спекания (1450 градусов), зону охлаждения (1000-1200 градусов). Только одна из этих зон обеспечивает предотвращение образования диоксинов и фуранов, и что при надлежащем техническом обслуживании временных условий. Тем не менее, оно не может быть гарантирована, а также топочные газы проходят последовательно через все температурные зоны, и время, проведенное в каждой зоне, вряд ли будет устойчивым именно из-за их непрерывности. Во-вторых, при использовании в качестве дополнительного топлива старых шин, заявленного формирования так называемой «второй зоны горения», который усиливает «выравнивающие условия эксплуатации.» В свою очередь, это означает, что еще больше снизило уровень определенности в отношении прогнозирования условий горения, а также возможность образования токсичных органических веществ. С другой стороны, в России пока не известны случаи надежных измерений выбросов высокотоксичных диоксинов и фуранов в окружающую среду, которые

действительно складываются при сжигании старых шин на реальной действующих в стране цементных печах. Таким образом, из этого не следует, что процесс организован таким образом, как он на самом деле развивается во вращающихся цементных печах, исключает образование и выброс в атмосферу опасных количеств высокотоксичных органических веществ, таких как диоксины и фураны, если старые шины будут быть использованы в качестве добавок к газу. Таким образом сжигание покрышек может нанести гораздо больший вред окружающей среде чем вывоз и хранение покрышек на свалках. Другие попытки создать прибыльное предприятие по переработке использованных шин в теплоэлектростанциях потерпели поражение из-за их недостаточного положительного имиджа, высоких требований со стороны природоохранного законодательства и низкой эффективности шиносжигающая установка по производству электрического тока, построенного в 1993 году, в 2-3 раза превышающей стоимости такого обычного электростанции, существует только за счет субсидий. Энергетический баланс сжигания изношенных шин был невыгодный по сравнению с энергией, затраченной на производства шин и по сравнению с другими методами обработки, поскольку шина используется только энергетический ресурс, и в которой ценный материал разрушается. В связи с необходимостью защиты окружающей среды и соответствующие правовые нормы, сжигание отходов изношенных шин должны быть оснащены дорогостоящим оборудованием, что ограничивает выброс вредных веществ в атмосферу. Это требует больших капитальных вложений, что снижает экономическую стоимость шины в качестве энергоносителя. Таким образом, экономическое преимущество теряется от использования шин в дешевом топлива по сравнению с другими способами обработки. Компании, работающие установки для сжигания изношенных шин, получают, как правило, плата за их получение. Однако, как старые шины становятся важными, как материал, способный перерабатываться в другие

продукты, популярность термической обработки, как и в общественных местах и законодателей падает. Кроме того, уже разработанного дополнительного законодательства, что приводит в результате сжигания шин даже более высокие затраты. Следствием этих мер является снижение рентабельности сжигания шин в отношении других видов топлива, которые, несомненно, влияют на решение инвесторов вкладывать средства в этой области. Во многих странах существует тенденция ограничить сжигание шин в пользу других методов обработки. Это связано с тем, что хоть сжигание покрышек и является самым дешевым и простым способом утилизации шин, но не решает проблему утилизации отходов. Кроме того, этот метод является препятствием для создания и применения новых технологий.

Соответствующие законодательные постановления создают всё более благоприятные условия для поиска альтернатив сжиганию шин. Например, в Японии в ходе экспансии автомобильной промышленности необходимость эффективного использования ресурсов шин привела к сокращению количества сжигаемых шин на 40%. Не случайно, что Европейский Совет 2 апреля 1999 принял специальную Директиву "О свалках", по которой с 2003 г. вводится запрет на их сжигание.

1.1.4 Восстановление

Восстановление шины - это её капитальный ремонт с целью продления срока эксплуатации автопокрышки, при котором обновляется или протектор шины или как протектор, так и её боковина. Восстановление является экологичным способом продления срока эксплуатации. Это ведет как к уменьшению количества отходов, так и к экономии ресурсов. Для восстановления шины в среднем расходуется около 5 л сырой нефти, а для производства новой автопокрышки - 35 л. В различных странах доля восстановленных шин неодинакова (см. таблицу 1). Так, например, в США восстановление фактически не играет никакой роли, в Японии восстанавливается только каждая

десятая шина, в Германии - каждая пятая, в Нидерландах - каждая третья.

Таблица 1 - Доля восстановленных шин в промышленно развитых странах

Восстановление в сравнении с поступлением изношенных шин			
Страна	Поступление б/у шин (т/год)	Восстановление	
		(т/год)	%
1	2	3	4
Япония	840000	84000	10
Франция	425000	73000	17,2
Германия	600000	108000	18
Великобритания	450000	85000	18,9
Испания	145000	33000	22,8
Италия	332000	76000	22,9
Нидерланды	25000	9300	32,7

Также дифференцирована структура рынка восстановленных шин. Выше среднего доля восстановленных шин транспортных средств, из которых, например, в Германии каждая вторая восстановленная.

Определяющим фактором для автовладельцев транспортных средств, прежде всего является, выгодное соотношение расходов и срока эксплуатации. Восстановленные шины легковых автомобилей спрашивают прежде всего для автомобилей экономного и среднего класса, причем в этом классе в Германии спрос превышает предложение. Для автомобилей с высокими скоростями восстановленные шины, напротив, не пользуются спросом. Новые автомобили оборудованы соответственно новыми автопокрышками. В общем, доля рынка восстановленных шин по отношению к новым мала. С технической точки зрения, восстановление шины не может повторяться сколько угодно раз без влияния на её качество и безопасность эксплуатации (как правило, шина может быть восстановлена максимально только два раза). Каждая восстановленная шина неотвратимо превращается в изношенную. Поэтому

восстановление представляет собой только временное, а не комплексное решение проблемы утилизации отходов. Широко распространенные сомнения в качестве и безопасности использования восстановленных шин ведут к усиленному обсуждению этой проблемы на рынке шин. Так, например, только автомобили имеющие определенный предел скорости могут быть допущены к эксплуатации восстановленных. Восстановленные шины конкурируют с импортируемыми из Азии и Восточной Европы более дешевыми шинами. Часто даже незначительное различие в цене является причиной покупки подобной новой шины, а не восстановленной, даже если данные дешевые автопокрышки уступают по качеству восстановленным. Между тем качество корда многих дешевых шин не позволяет подвергать их восстановлению. В качестве экологичной и ресурсосzczędящей формы использования изношенных шин восстановление будет и далее иметь региональное, структурно очень различное значение. Против роста доли восстановления как способа переработки выступают, прежде всего, представленные технические аспекты и условия рынка покрышек. Восстановление предлагает лишь временное, а не комплексное решение проблемы утилизации изношенных шин.

1.1.5 Пиролиз

Пиролиз, при своей кажущейся простоте воплощения, не даёт действительно товарных продуктов, есть проблемы у этого способа и в экологическом плане. Вот почему он и не нашёл широкого применения. При нем использованные автопокрышки под влиянием тепла при отсутствии кислорода разделяются на твердые, жидкие и газообразные вещества. При этом длинные полимерные цепи превращаются в водородные молекулярные частицы. Продукция, полученная в результате переработки шин методом пиролиза (пиролизное масло, сажа и сталь), имеет низкое качество и не может быть прибыльно реализована на рынке. До сегодняшнего времени пиролизного масла из-за его низкого качества не может использоваться как конкуренто-

способный продукт- заменитель. При пиролизе, в особенности протекающем при низких и средних температурах, из-за температурных колебаний и вследствие этого не полностью протекающих реакций возникают такие ядовитые вещества, как диоксин и фуран. При этом для того, чтобы предотвратить возникновение диоксинов и фуранов, энергетический баланс технологии при температуре $>1.100^{\circ}\text{C}$ является отрицательным, т.е. расходы значительно выше, чем прибыль от продажи данного продукта.

Например, в Вольверхемптоне (Великобритания) была построена инвестиция установки, которые превышают 100 миллионов DM. Тем не менее, он имел значительные экономические проблемы из-за высоких затрат на производство и низкое качество конечного продукта. Главным недостатком является то, что пиролиз, из-за разделения шин на составные части уже производственный процесс становится как неэффективным, так и неэкономичным. Высококачественный материал превращается в не качественный.

Вследствие низкого качества продукции и высоких производственных расходов в ближайшее время пиролиз не будет экономически рентабельной альтернативой другим видам переработки использованных шин.

1.2 Иностраный опыт решения проблемы

За рубежом работы по уменьшению негативных воздействий покрышек на окружающую среду и человека ведутся в соответствии с Международными экологическими стандартами серии ISO 14000. Многие зарубежные страны, такие как Англия, Германия, Голландия, Дания, Канада, США, Швейцария уже ввели национальные нормы содержания канцерогенных веществ в резиновых изделиях и окружающей среде, ведутся работы по нормированию углеродсодержащей пыли.

С учетом перспективы введения этих стандартов на территории России и СНГ очевидна актуальность экологических испытаний и экологической

сертификации шин, эксплуатируемых в черте мегаполисов России и СНГ. Результатом анализа экологического воздействия шин на окружающую среду и человека в течение всего "жизненного цикла" шин (ISO 14040) должна стать экологическая сертификация шин (ISO 14060) и экологический контроль (ISO 14010) на автотранспортных и шиноремонтных предприятиях, а также на заводах-изготовителях шин (ISO 14001).

В Европе структура обращения с отработанными шинами сводится к трем составляющим.

- запрет на захоронение шин целиком с 2003 года, разрезанных по частям шин – с 2006 года;
- требование утилизации до 85% общего объема изношенных отработанных средств с 2006 года;
- запрет на сжигание шин для заводов по производству цемента с 2008 года.

В странах ЕС созданы все условия для правильной утилизации шинных отходов. Например, система налоговых сборов облагает производителей шин специальными налогами. Еще производители новых автопокрышек должны взять на себя часть расходов по утилизации старых шин. Таким образом, в стоимость новой шины уже заложены расходы на утилизацию. В дальнейшем, на собранные средства, специальный фонд дотирует перерабатывающие предприятия, создает пункты приема отходов. Такая рациональная система действует почти во всех европейских государствах: Польше, Франции, Португалии, Швеции, Норвегии и других.

В Америке, например, законодательное регулирование утилизации шин реализуется непосредственно в штатах. Однако в целом можно сказать, что американская система похожа на европейскую. В стране существуют финансовые гарантии для переработчиков, финансирование предприятий за счет налогов, обязательное лицензирование участников рынка утилизации. В бо-

лее чем 10 штатах запрещен любой способ захоронения отработанных шин.

В Японии сегодня действует «Закон о переработке отходов», согласно которому каждый гражданин обязан лично доставить в пункты приема отработавшие покрышки. При этом японцы еще и обязаны заплатить за утилизацию шины. [52]

1.3 Способы очистки резиновой крошки

Важным критерием переработки является эффективность очистки резиновой крошки от металла и текстиля. Существует несколько способов очистки, представленные ниже:

1. Система грубой очистки крошки от текстиля типа «бочка». Отделяет текстиль из крошки 3-20 мм. Используется технология комкования текстиля. Смесь, попадая в данное устройство, разбивается на фракции резины и текстиля из-за разности масс и объемов при прохождении через вращающийся цилиндр с ячейей разного размера. Ячейка на протяжении пути барабана-просеивателя увеличивается. Через ячейю просыпается крошка, а текстиль скатываясь по спирали, комкуется и выходит в бункер-накопитель для текстиля. Гранулят резины, прошедший грубую очистку, подается на следующие стадии переработки. При этом может отделяться до 70% включений текстиля. Устройство характеризуется низкой потерей крошки, которая может в небольших количествах запутаться в распушенном текстиле. На этот этап может подаваться только резиновая шинная смесь с распушенной ниткой, уже после прохождения первичной очистки от металла. Допускается невысокое содержание короткой проволоки до 2-5% от массы крошки. Часто данный участок применяется после измельчения резиновых фрагментов на ножевых дробилках или грануляторах.

2. Прямоугольный вибростол. Очень заурядный и простой способ грубого отсекающего текстильного волокна от крошки. Некоторые предприятия

крошку доводят до товарного состояния, используя 2-6 таких очистителей резиновых гранул от тканевого корда. Гранулят резины необходимого размера проходят через ячейку сита, а текстильная составляющая смеси скатывается вниз, благодаря наклону вибростола и поступательно-возвратным движениям вибрационного возбуждителя. Тканевый корд ссыпается в бункер-накопитель или коробку, или отсасывается пневматическим заборником. Минусами данной технологии являются высокие потери резиновой крошки, которая уходит с текстилем, а также неважное качество крошки на выходе. На подобных линиях из всего поступающего на входе шинного сырья получается до 50% резиновой крошки и менее. Такие столы могут использоваться эффективно только при грубом отделении тканевого корда на вальцах и шнековых грануляторах. Существует ряд конструктивных особенностей для повышения эффективности такого рода оборудования. Так как в КНР опыта переработки тканекордных шин с высоким содержанием текстиля почти нет, наша компания длительное время вела собственные разработки таких вибростолов. Например, нами разработана конструкция вибростола каскадного типа и доведена до идеала.

3. Очистка крошки от текстиля пневматическим отводом или циклоном. Такие пневматические системы очистки крошки применяются в основном на круглых виброситах и вибростолах. Эффективность в отборе тканекорда невысокая. В основном, на таких устройствах отбирается легкий распушенный текстиль, высвобожденный от резины и металла, и пыль текстиля, резины.

4. Сепарация тканекорда на круглом вибросите. Менее эффективный способ очистки по сравнению с прямоугольным вибростолом. Ячейки сетки часто забиваются. Круглое вибросито имеет другой тип вибровозбудителя, нежели вибростол, что позволяет добиться оптимальных настроек для разделения резиновой крошки на фракции.

5. Очистка крошки в устройстве - зигзагообразном коробе. Крошка с текстилем подается сверху, падает в низ, причем распушенный тканекорд частично отделяется от резиновой крошки и засасывается пневматической вытяжкой. Это малораспространенный и не очень эффективный способ. Применим для отделения текстильных включений от резиновой крошки до 5 мм.

6. Очистка шинной гранулы на воздушных сепараторах типа ВЦК. Самый эффективный способ очистки смеси из резиновой крошки и распушенного текстиля в виде ваты. Шинная дробленая смесь подается транспортером подачи в загрузочную воронку и разделяется воздушными потоками. Качественное отделение капроновой нити достигается благодаря разности объема и масс. Сепаратор текстиля типа ВЦК более эффективно работает при подаче однородных фракций гранулята. Данная технология гарантирует высокую степень отчистки крошки от текстиля.

Очистка металлической составляющей от шиннорезиновой смеси и тканекорда является более простой задачей, чем отделение текстильного корда, однако и здесь есть ряд моментов, требующих внимания:

1. Наиболее эффективными для очистки дробленого «шинного коктейля» являются вибрационные магнитные сепараторы. Ввиду возможности рассеивания и разбивания смеси тканекорда, резины и металла, при заборе металла происходит минимальная потеря гранулята и текстиля из общей смеси.

2. Стандартные барабанные магнитные отборщики имеют более широкое применение из-за своей простоты и дешевизны. Однако их эффективность ниже, чем у сепаратора вибрационного типа.

3. Магнитные сепараторы бывают электромагнитные и на постоянных магнитах. Отборщики металла на постоянных магнитах регулируются за счет высоты магнита.

4. Магнитный отборщик должен иметь хорошие показатели по самоочищению магнита, иначе металл будет налипать. Комки отделенной прово-

локи, которые у переработчиков шин называются «бородой», время от времени будут отрываться от магнита и попадать в чистую крошку. Из-за этого возможен выход из строя измельчительных и других агрегатов, которые идут далее по технологической цепочке.

В последнее время, появились новые технологии, позволяющие производить чистую крошку при дроблении покрышки и не заниматься сепарацией текстиля и металла. Смысл технологии заключается в том, что в чистую крошку перерабатывается наружная часть покрышки, те ее места, где не проходит армирующий каркас- корд. Это: наружная сторона боковин, углы шины и наружная часть беговой дорожки. Такая технология измельчения чистой резины позволяет снять с покрышки до 50% от веса в виде резиновых гранул.

Не переработанную кордную часть покрышки, целесообразно порубить на чипсы гидравлическими ножницами. Полученные чипсы или кордовые пластинки применяются как недорогой наполнитель при производстве резиновой плитки.

Верхний слой резиновой плитки состоит из крошки, а более толстый нижний слой состоит из армированных кордом пластинок.

Данная технология менее затратная, чем технология поэтапного дробления шины и отделения кордовых включений, благодаря этому, себестоимость продукции на выходе значительно ниже. [57]

Состав и устройство покрышки: Каркас — это основа шины. Он воспринимает давление воздуха при накачивании и передает нагрузку, действующую на шину от дороги на колесо движущегося автомобиля. Каркас состоит из резиновых прослоек и прорезиненного корда. Корд подвержен высоким нагрузкам, поэтому он должен быть изготовлен из высокопрочных материалов, таких как: хлопок, нейлон, стальная проволока, и др.

Для нормальной эксплуатации шины нужна тесная взаимосвязь каркаса и протектора. Этой цели служит брекер. Он представляет собой резиновые

слои, смягчающие ударные нагрузки на шину, и более равномерно распределяет их по поверхности покрышки.

Протектор обеспечивает шине износостойкость, надежное сцепление с дорогой, а также защищает резину от возможных повреждений.

Протектор имеет определенный рельефный рисунок. От его формы и глубины зависят многие эксплуатационные показатели шины. Поэтому, создание рисунка – не прихоть дизайнера, а напряженная работа технологов завода-изготовителя.

Боковинами принято называть слой поверх боковых стенок каркаса. Они защищают шину от влаги и разного рода механических повреждений.

Борт — это жесткая, ободная часть автошины.

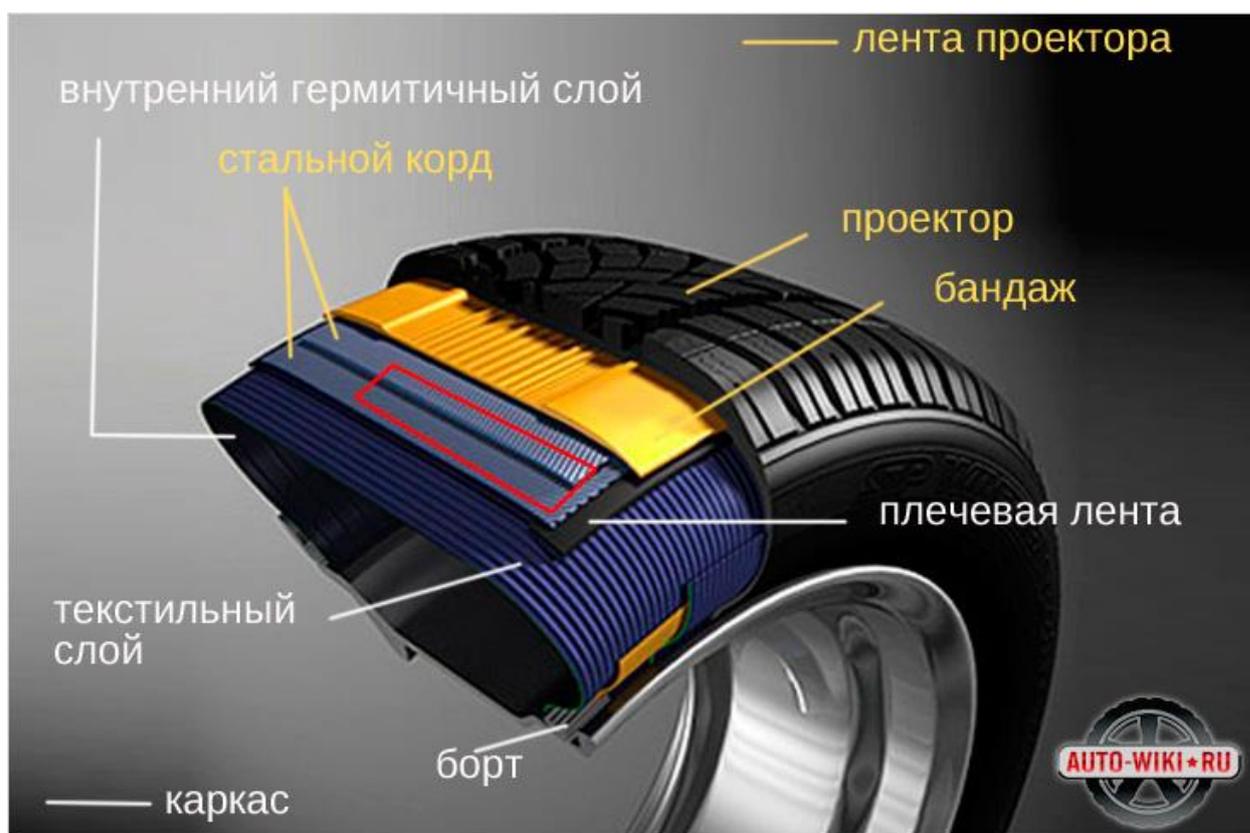


Рисунок 2 - устройство автомобильной покрышки.

ГЛАВА 2. АНАЛИЗ СУЩЕСТВУЮЩЕЙ ТЕХНОЛОГИИ ПЕРЕРАБОТКИ ПОКРЫШЕК НА ООО "ПОВТОР"

2.1 Технология переработки

В Тольятти переработкой автомобильных покрышек, потерявших свои потребительские свойства, занимается ООО «ПОВТОР», за год перерабатывается около 350 тонн.

Линия по переработке отработанных покрышек начала свою работу в 2008 году. Схема данной линии переработки представлена на рисунке 2 страница 30.

1. Надрыватель корда применяется для надрезания металлического корда колес диаметром меньше или равным 1200 мм для удобства последующего вытягивания бортового кольца из шины. Работа осуществляется по принципу гидравлического привода, на основе конструкции из гидравлической станции и надрывающего масляного цилиндра. Оснащен системой подъема колеса для повышения производительности станка и упрощения работы оператора.

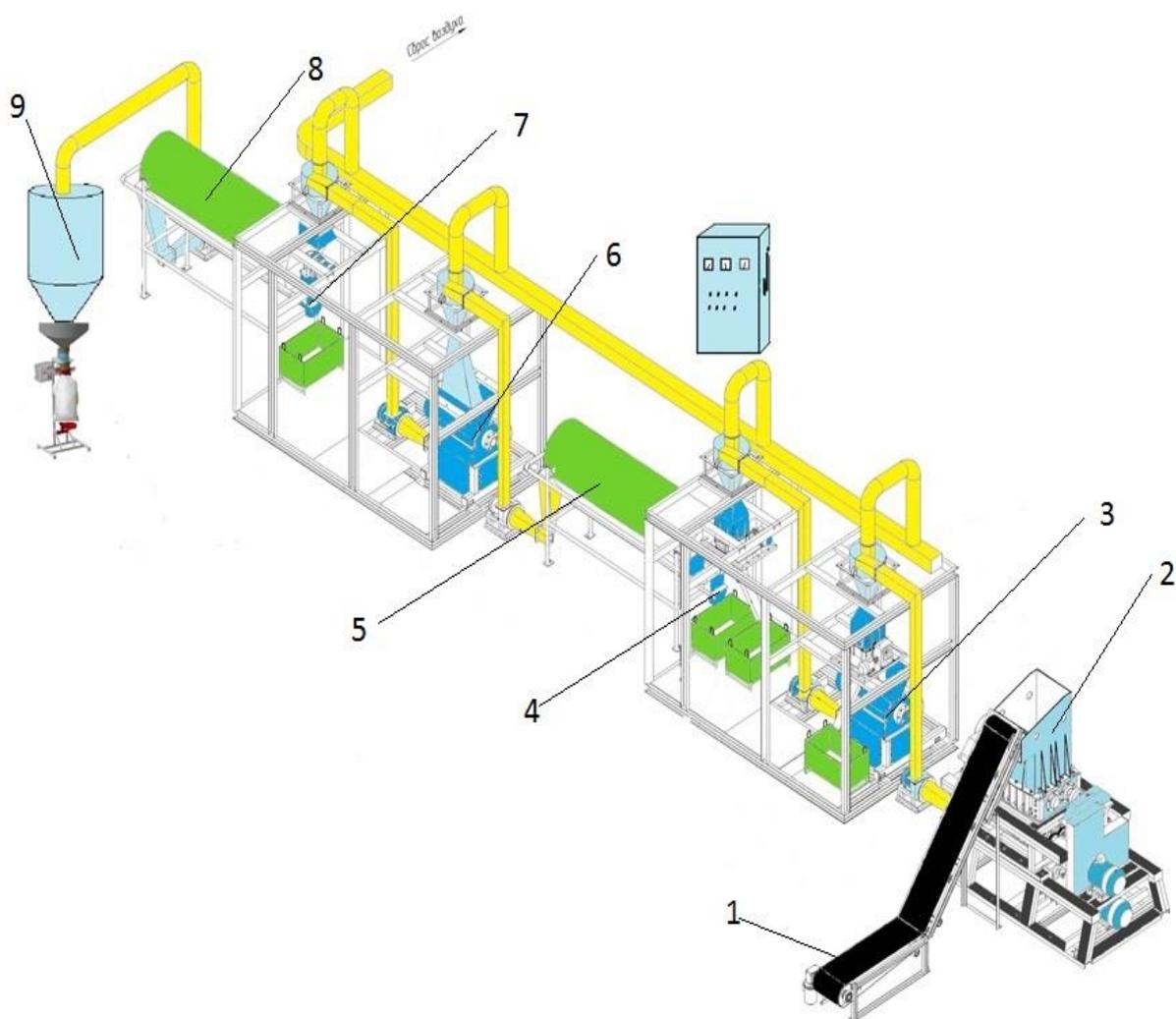
2. Гидравлический станок предназначен для удаления пучка толстой бортовой проволоки из посадочных колец грузовых и легковых шин. Грузовая покрышка рабочим вручную или с помощью погрузчика, устанавливается на станок. Затем грузовая покрышка устанавливается в станок для вытягивания бортовой проволоки. Извлеченная бортовая проволока складывается для прессовки или вывоза. На выходе: чистая бортовая проволока, которую можно сдать на металлолом.

3. Гидравлические ножницы для резки на части цельных шин. На выходе: разрезанные шины на части. Производительность до 3000 кг/час. При этом шины уменьшаются в объеме. Это делает материал транспортируемым и удобным в переработке. Станок может перерабатывать шины с толстой бортовой проволокой.

4. Транспортер для подачи сырья в дробилку.
5. Дробилка. В дробилке два этапа измельчения. Первый этап измельчает автомобильные покрышки до чипсов размером 50x50 мм. Вторым этапом - это измельчение чипсов 50x50 мм до размера 12x12 мм. Также на втором этапе происходит частичное отделение металлокорда от резины.
6. Транспортный вентилятор. Используются для транспортировки и подачи крошки, металлокорда и текстильного корда.
7. Циклон сборник. Необходим для отделения массы крошки, металлокорда и текстильного корда от резиновой пыли, после, чего подается в магнитный сепаратор
8. Магнитный сепаратор. В системе расположены два магнитных сепаратора, в которых происходит отделение металлокорда от резиновой крошки. Сброс металлокорда из сепаратора происходит в специальный бункер.
9. Дробилка роторная предназначена для измельчения резиновой крошки. Работа на станке осуществляется следующим образом: В патрубок загрузки подается крошка размером 12x12 мм. Попав в зону дробления, крошка измельчается до размеров 5x5мм.
10. Вибросито устройство первичной грубой очистки крошки от текстильных включений. Крошка и текстильный корд подаются на вибростол (кордоотделитель), где происходит разделение текстильного корда от резиновой крошки.
11. Магнитный сепаратор 2. Происходит отделение остатков металлокорда.
12. Дробилка роторная 2. Резиновая крошка 5-6мм измельчается до 1-3 мм и очищается от текстильного корда.
13. Вибростол 2. На вибростоле № 2 происходит окончательная очистка от текстильного корда и разделение по фракциям.

14. Емкость для сбора по фракциям (объем и количество определяется заказчиком и рассчитывается отдельно)

15. Автоматический фасовщик открытого типа предназначен для автоматического наполнения мешков крошкой согласно заданным параметрам.[58]



1- конвейер ленточный; 2 - Машина первичного измельчения "Шредер";
3 - Дробилка роторная ДР-1; 4 - Магнитный сепаратор МС-2; 5 - Вибросито ВС-1; 6 - Дробилка роторная ДР-2; 7 - Магнитный сепаратор МС-3;
8 - Вибросито ВС-2; 9 - Вибросито ВС-3.

Рисунок 3 - Схема линии переработки покрышек

2.2 Технологический процесс переработки покрышек

Металлический корд покрышки разрезается с двух сторон на надрыва- теле корда GQC350B (см. рисунок 3) для удобства последующего вытягива- ния толстой бортовой проволоки, и подается на гидравлический станок для удаления толстой бортовой проволоки из посадочных колец LSJ1250B (см. рисунок 4). Корд извлекается для защиты дальнейших механизмов линии дробления шин от быстрого изнашивания режущих элементов. Покрышки с извлеченным кордом подаются на гидравлические ножницы для резки грузо- вых шин НС-500 (см. рисунок 5) предназначенные для сегментной резки по- крышек. Покрышка режется на части, которые складывают в специальный контейнер.



Рисунок 4 - Установка покрышки на GQC350B



Рисунок 5 - Установка покрышки на LSJ1250B



Рисунок 6 - Резка на HC-500

Работник вручную подает покрышки из контейнера на конвейер. По конвейеру она подается в шредер, разрезанная покрышка измельчаются до размеров 50x50 мм. Последующие измельчение до размеров 12x12 мм происходит в шредере среднего дробления. Скорость подачи на конвейер зависит

от нагрузки на верхний шредер. Максимальная нагрузка 40, при превышении включается реверс на 10 секунд до тех пор, пока нагрузка на шредер снова не станет в пределах нормы. Пройдя через два шредера, резиновая крошка вентилятором подается в циклон, где отбирается часть текстиля. Далее резина попадает в магнитный сепаратор МС-2 для отделения металлического корда от резиновой крошки, полученной в результате дробления автомобильных шин, где часть металла уходит в специальные ящики, и выкидывается в специальные контейнеры. Резина воздушным транспортом (При вращении рабочего колеса вентилятора, насаженного на вал двигателя резиновая крошка, поступающая через входной коллектор корпуса, попадает в канал между лопатками колеса и под действием центробежной силы движется к периферии рабочего колеса, а затем по спиральному корпусу отводится в выходной патрубке.) подается в роторную дробилку ДР-1, где происходит их дробление до 5x5 мм. Далее резиновая крошка проходит через циклон для очистки от текстиля и попадает на вибросито ВС-1 (см. рисунок 6) для отделения резиновой крошки размером 1x1 мм от текстиля, металла и крошки более крупных размеров. На вибросите резина проходит через сетки с отверстиями разных размеров. Текстиль с вибросита удаляется системой удаления текстиля и оседает в циклонах, а воздух поступает в фильтры тонкой очистки, где окончательно очищается и выбрасывается в атмосферу. Зацепившиеся за сетки металл и текстиль счищаются вручную специальным крюком и выбрасываются.



Рисунок 7 - Вибросито ВС-1



Рисунок 8 - Магнитный сепаратор МС-3



Рисунок 9 - Роторная дробилка ДР-2

Отсеянная вторая фракция проходит через магнитный сепаратор МС-3 (см. рисунок 7) и вентилятором В-7 подается на вибросито ВС-2. Оставшаяся резина проходит через магнитный сепаратор МС-4 и поступает во вторую дробилку ДР-2 (см. рисунок 8) и тоже подается на вибросито ВС-2. На вибросите ВС-2 резиновая крошка проходит через сетку, а текстиль и металл остается на ней. Спец. средствами сетка очищается от остатков металла и текстиля, резина уходит на вибросито ВС-3 (см. рисунок 9), где делится на первую (меньше 1 мм), вторую (1-3мм) и третью (свыше 3 мм) фракции и фасуется в мешки по 25 кг. На последнем вибросите вручную отбирается текстиль и металл, прошедший через все этапы переработки.[24-28,34-42]



Рисунок 10 - Вибросито ВС-3

2.3 Анализ проблем технологического процесса

При переработке покрышек в резиновую крошку образуются следующие виды отходов: металлический корд, текстиль, резиновая пыль и металл. Данные виды отходов в дальнейшем невозможно переработать. Так же был рассчитан материальный баланс, из которого видно, что во время переработки из-за несовершенства технологического процесса происходят большие потери конечного продукта (резиновой крошки). Это происходит из-за налипания резиновой крошки на текстиль. Отходы, образованные в ходе переработки покрышек вывозятся на места захоронения из-за невозможности дальнейшей переработки, где занимают значительное территорию.

2.4 Материальный баланс до внедрения

Был рассчитан материальный баланс отработанной автомобильной покрышки. Из источников интернета был найден состав покрышки.

Для проведения расчета были взвешены резиновая крошка и каждый вид отхода, отдельно образовавшиеся за 4 часа бесперебойной работы линии переработки (20 покрышек).

После переработки было проведено взвешивание каждого компонента покрышки образовавшихся за 4 часа (см. таблицу 2).

Таблица 2 - Количество компонентов образованных за 4 часа

Наименование компонента	Количество за 4 часа переработки (кг)
1	2
Металл	98,2
Текстиль	306,4
Резиновая пыль	31,2
Металлический корд	46
Резиновая крошка	511,2

Было рассчитано количество образовавшихся компонентов с 1 колеса (см.таблицу 3).

Таблица 3 - Содержание компонентов в 1 колесе после переработки

Наименование компонента	Содержание компонента в 1 колесе (кг)
1	2
Металл	4,91
Текстиль	15,32
Резиновая пыль	1,56
Металлический корд	2,3
Резиновая крошка	25,56

Переведенное в проценты содержания компонентов в 1 колесе (см. таблицу 4).

Таблица 4 - Сравнение расчетных данных и данных из интернет источников

Наименование компонента	Содержание компонента в 1 колесе (%)	Содержание компонента в 1 колесе (%)
1	2	3
Металл	10	7,6
Текстиль	31	4,8
Резиновая пыль	3	-
Металлический корд	5	4,7
Резиновая крошка	51	82,9

Из таблиц видно, что исходное содержание резины в покрышке гораздо выше, чем количество резиновой крошки на выходе после переработки. Потери резины составляют приблизительно 32 процента, из которых 3 процента это резиновая пыль не пригодная для продаж или дальнейшей переработки, около 3,5 процентов это резина, которую невозможно отделить от металла. Самый большой процент потерь, приблизительно 26 процентов содержится в текстиле. Резину, налипшую на текстиль не выгодно отправлять на доочистку, поэтому наиболее оптимальным вариантом очистки текстиля от резины является введение нового узла в линию переработки покрышек.

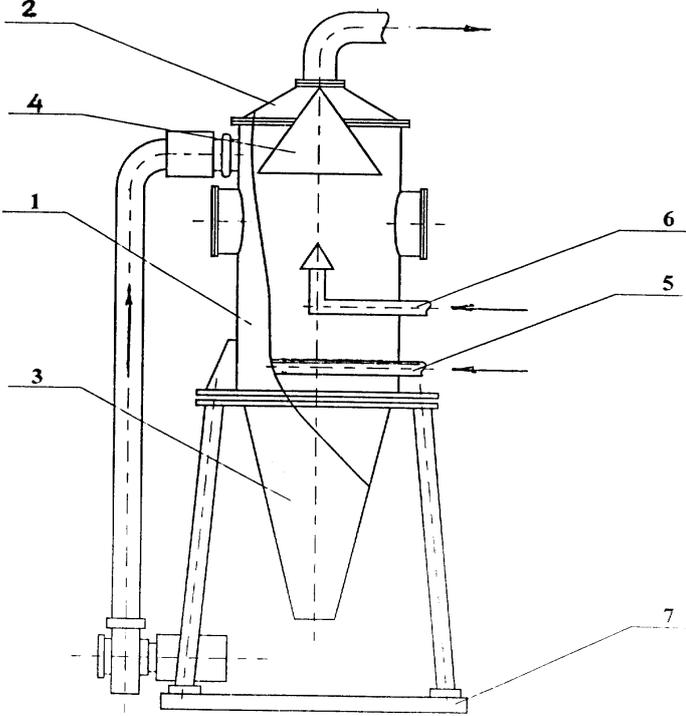
ГЛАВА 3. ОБЗОР ВОЗМОЖНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ РЕШЕНИЯ ПРОБЛЕМЫ. РАСЧЕТ ЭФФЕКТИВНОСТИ ВНЕДРЕННОЙ ТЕХНОЛОГИИ

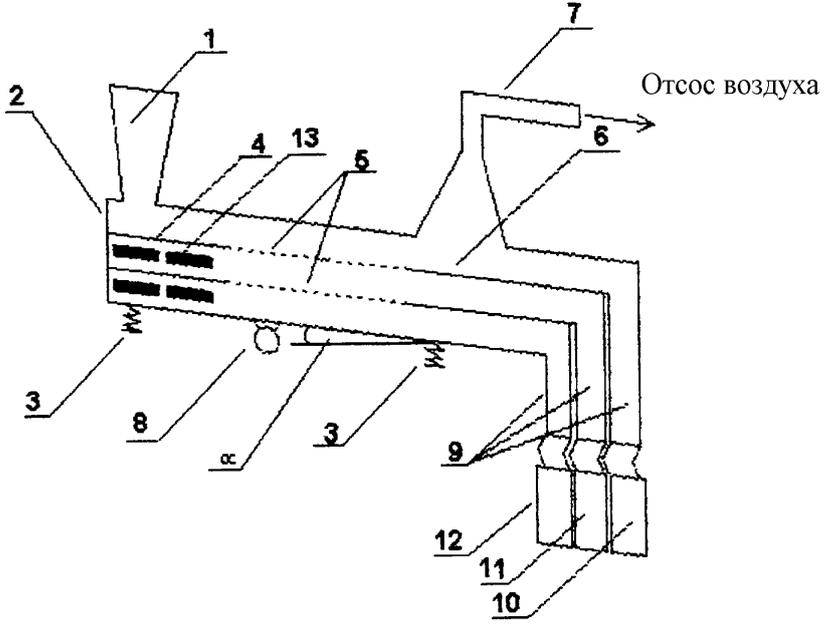
За время прохождения практики на ООО «ПОВТОР» была проанализирована работа линии переработки покрышек, выявлены слабые стороны. Основной проблемой данной линии была недостаточно хорошая степень очистки резины от текстиля, что приводило к повышенному количеству отходов производства и как следствие большому количеству затрачиваемого места на полигонах для захоронения отходов и потерям готовой продукции.

3.1 Патентный поиск

Таблица 5- Информационно-патентный поиск

Название, номер патента, авторы	Описание
1	2
1. Сепаратор для измельченных отходов текстильных и искусственных материалов, 2. RU2129051C1, 3. Долгов Ю.И., Обыденнов В.В.	Формула изобретения Сепаратор для измельченных отходов текстильных и искусственных материалов, преимущественно поливинилхлорида, включающий вертикально расположенный цилиндрический корпус, в верхней части которого расположены тангенциальный ввод исходной смеси и патрубок вывода легкой фракции, а в нижней части расположена камера для сбора и вывода крупной фракции, отличающийся тем, что он снабжен инжектором, размещенным над камерой с зазором не менее 100 мм и выполненным в виде кольцеобразной трубы, укрепленной на корпусе так, что наружный диаметр кольца образует зазор со стенками корпуса и имеющей патрубок для подачи воздуха, а на поверхности, обращенной к верхней части корпуса под углом преимущественно 45° к

1	2
	<p>его оси, выполнены отверстия, диаметр и шаг которых определяются объемом камеры и диаметром трубы, например при диаметре трубы от 15 до 25 мм диаметр отверстий может быть выбран от 1,5 до 3 мм, а шаг отверстий от 30 до 80 мм, над инжектором по центру корпуса размещен распылитель, выполненный в виде съемной насадки с отверстием и коленообразным вводом подачи воздуха, укрепленным на стенке корпуса, а в верхней части корпуса на крышке установлен отражатель, поверхность которого выполнена конусной и образует зазор со стенками корпуса и крышки.</p> 
<p>1. Способ отделения волокнистых включений из продуктов измельчения изношенных шин и устройство для его осуществления, 2. RU2211146C2 3. Комаров С.А., Кутепов</p>	<p>Формула изобретения Способ отделения волокнистых включений из резинотекстильной смеси, включающий подачу смеси на секционную деку сепаратора, совершающую колебательные движения, просеивание смеси под действием гравитационной и инерционных сил через сита и извлечение текстильного волокна в восходящем воздушном потоке, отличающийся тем, что</p>

1	2
А.М., Блиничев В.Н., Смирнов А.А.	<p>подачу смеси осуществляют слоем толщиной 1-15 мм на деку, установленную под углом к горизонту и совершающую колебательные движения с амплитудой 1-6 мм и частотой 1500-3000 1/с и разделение резинотекстильной смеси осуществляют в процессе ее поступательного движения по деке сепаратора под действием гравитационной и инерционной сил, а стадии просеивания предшествует стадия агломерации текстильного волокна до размера агломератов, превышающих размеры отверстий сита, и извлечение текстильного волокна из смеси осуществляют в восходящем воздушном потоке во время нахождения смеси на ситах и просеивания ее через отверстия сит посредством отсоса воздуха через заборное устройство, установленное после первого сита по направлению движения смеси по деке, причем забор воздуха осуществляют через отверстия сита из каждой секции деки.</p> 

Также был найден и предложен текстильный сепаратор тонкой очистки, работающий по схожему принципу и выполняющему те же функции, что и рассмотренные выше. Филиал фирмы «EcoStep», осуществляющей прода-

жу этого оборудования находится в г. Тольятти, что делает его более привлекательным для приобретения ввиду его доступности и минимальных затрат на транспортировку.

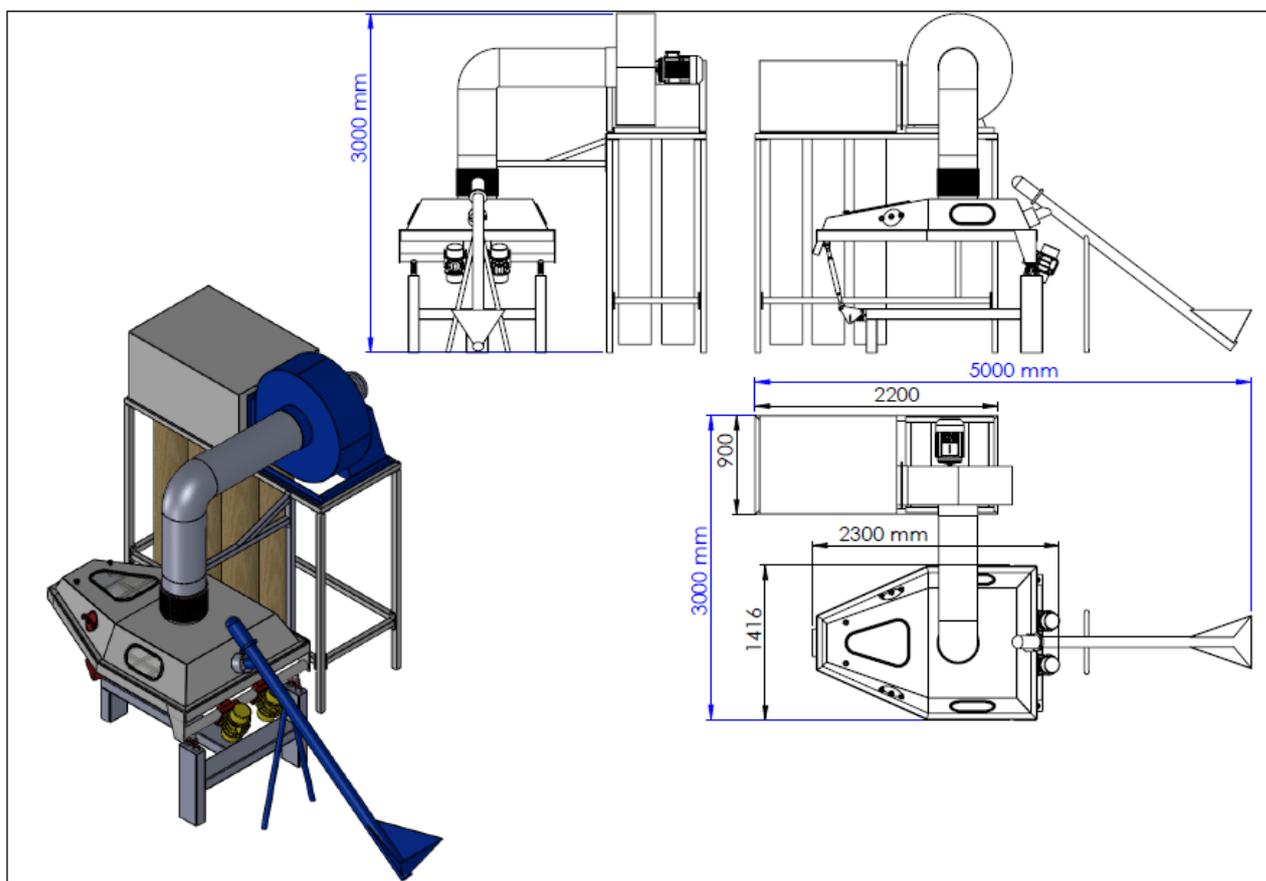


Рисунок 11 - Схема сепаратора тонкой очистки

Оборудование состоит из двух отдельных модулей:

1) "Вибростол". Установлен на демпфирующие элементы, оснащён двумя вибромоторами. Под действием вибрации текстильное волокно и резиновая крошка разделяются. Отсеянное текстильное волокно удаляется вентсистемой, а крошка подается на дальнейшую обработку.

2) "Вентсистема" - обеспечивает вытяжку предварительно размельченного текстиля из состава резиновой крошки, проходящей по вибростолу. Установлена на каркасной стойке, состоит из вентилятора, соединенного с емкостью для успокоения воздушного потока.

- Система настройки: широкий диапазон настроек позволяет очищать большой спектр пропускаемых видов крошки по размеру фракций и весу
- Простота конструкции обеспечивает длительный ресурс работы без ТО
- Низкий уровень энергопотребления
- Низкий уровень шума

Таблица 6 - Технические характеристики текстильного сепаратора

Технические характеристики «вибростола»	
Габаритные размеры станка (мм)	длина = 2300, ширина = 1450, высота = 1500
Вес (кг)	220
Установочная мощность (кВт)	2 x 1.25
Тип тока	переменный
Рабочее напряжение (В)	380
Технические характеристики «вентсистемы»	
Габаритные размеры станка (мм)	длина = 2400, ширина = 900, высота = 3150
Вес (кг)	180
Установочная мощность (кВт)	5,5
Рабочее напряжение (В)	380
Ресурс (моточас)	15000
Производительность (кг/час)	до 250

Рассмотрев технологии для разделения текстиля и резиновой крошки было принято решение внедрить установку в линию переработки. Выбор установки ввиду доступности и экономической выгоды пал на сепаратор тонкой очистки, поставщик компания «EcoStep», производство Китай (см. рисунок 10). Выбор оборудования, его закупку и установку производила компания ООО «ПОВТОР».

Оборудование было установлено между узлами линии переработки, виброситом ВС-2 и виброситом ВС-3.

Что бы доказать эффективность была проведена экспериментальная часть в которой рассчитан материальный баланс после внедрения и экономическая выгода от внедрения. [55]

3.2 Материальный баланс после внедрения

Для проведения расчета снова были взвешены резиновая крошка и каждый вид отхода, отдельно образовавшиеся за 4 часа бесперебойной работы линии переработки (20 покрышек).

После переработки было проведено взвешивание каждого компонента покрышки образовавшихся за 4 часа (см. таблицу 7).

Таблица 7 - Количество компонентов, образованных за 4 часа

Наименование компонента	Количество за 4 часа переработки (кг)
1	2
Металл	86,8
Текстиль	241
Резиновая пыль	32,2
Металлический корд	46
Резиновая крошка	587

Было рассчитано количество образовавшихся компонентов с 1 колеса (см. таблицу 8).

Таблица 8 - Содержание компонентов в 1 колесе после переработки

Наименование компонента	Содержание компонента в 1 колесе (кг)
1	2
Металл	4,34
Текстиль	12,05
Резиновая пыль	1,61
Металлический корд	2,3
Резиновая крошка	29,35

Переведенное в проценты содержания компонентов в 1 (см. таблицу 9).

Таблица 9 - Сравнение расчетных данных и данных из интернет источников

Наименование компонента	Содержание компонента в 1 колесе (%)	Содержание компонента в 1 колесе (%)
1	2	3
Металл	9	7,6
Текстиль	24	4,8
Резиновая пыль	3	-
Металлический корд	5	4,7
Резиновая крошка	59	82,9

Уменьшилось количество отходов образующихся в процессе переработки. До внедрения количество текстиля, который отправляли на полигоны, составляло 31% от общей массы переработанных покрышек, что составляет 108 тонн. После внедрения текстильного сепаратора количество данного вида отхода уменьшилось и составляет 24% от общей массы и равняется 84 тоннам: плотность отходов текстильных условно-чистых составляет 0.18 т/куб. м, источник: методические рекомендации по оценке объемов образования отходов производства и потребления. Внедрение текстильного сепаратора позволяет экономить место на полигона около 5 куб. м в год. Также это позволит снизить наносимый вред отходов и нагрузку на окружающую среду. Внедрение текстильного сепаратора позволит незначительно снизить выбросы в атмосферу.

3.3 Расчет экономической выгоды от внедрения

Исходя из того что перерабатывается около 350 тонн за год (за исключением зимнего периода) повышение эффективности переработки и количество резиновой крошки на выходе после внедрение текстильного сепаратора увеличивается на 8% .

До внедрения текстильного сепаратора с 350 тонн покрышек получали 51% резиновой крошки от общего объема что равняется 178 тоннам. После внедрения с 350 тонн мы получаем 59% что равняется 206 тоннам.

Из расчетов видно, что внедрение позволило увеличить получение резиновой крошки на 28 тонн с одного и того же объема покрышек.

Средняя цена резиновой крошки по Тольятти составляет 17 рублей за килограмм. Рассматривая экономическую выгоду со стороны количества продукции готовой к продаже можно не учитывать расходы на продажу резиновой крошки так как они включены в стоимость самой продукции. Исходя из этого до внедрения текстильного сепаратора выручка за год составляла $17 \cdot 178000 = 3026000$, после внедрения $17 \cdot 206000 = 3502000$. Таким образом экономический эффект составляет 476000. Это означает, что внедрение текстильного сепаратора помогает компании получать прибыль на 476000 рублей больше чем до внедрения. При стоимости оборудования 434000 рублей период окупаемости составляет приблизительно 1 год.

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.

За время прохождения практики на ООО «ПОВТОР» были выявлены слабые места линии переработки покрышек. Резина, налипшая на текстиль, составляла большую часть отходов производства. Это происходило из-за недостаточно хорошего отсеивания резиновой крошки и текстиля. Был проведен анализ технологий сепарирования текстильной составляющей покрышки от резины и предложена для внедрения на линию. Установленное оборудование, а именно текстильный сепаратор позволил достичь как экологического, так и экономического эффекта.

Экологический эффект заключается в уменьшении отходов производства на 9%, что позволяет экономить место на полигонах и снизить воздействие отходов на окружающую среду.

Экономический эффект заключается в увеличении готовой продукции за счет более качественного отделения текстиля от резиновой крошки и соответственно к увеличению выручки предприятия на 476000 рублей.

Стоимость оборудования составляет 434000 рублей и период окупаемости внедрения данного оборудования составляет около 1 года.

Исходя из выше сказанного можно с уверенностью сказать, что предложенная технология сепарации успешно внедрена и дает существенные преимущества перед стандартной линией переработки.

Таким образом, актуальность данной проблемы является значимой, поставленные задачи выполнены, цель дипломного проекта достигнута.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Агаянц, И. М. Пять столетий каучука и резины Текст. / И. М. Агаянц.- М. : Модерн-А, 2002. 431 с. : ил.
2. Архипов, Ю.В; Сжигать или перерабатывать / Ю.В. Архипов // Экологический информационно-аналитический журнал «Автогрин», 2004: - №2.-С. 14-16.
3. Бакфиш, К. П. Новая книга о шинах Текст. / К. П. Бакфиш, Д. С. Хайнц. -М.: ООО Астрель, 2003. 304 с.
4. Волынкина Е.П. Использование отработанных автомобильных покрышек / Е.П. Волынкина, С.А. Кудашкина, А.В. Незамаев, Н.В. Журавлёва // Экология и промышленность России. 2001. - №1. - С. 40-44.
5. Горелик Р.А. Вторая жизнь полимеров Текст. /Р. А. Горелик // Наука в России. - 2003. -№ 6. - С.5-7.
6. Горовец В.Г. Утилизация шин. Проблема и ее аспекты Горовец В.Г. Автотранспортное предприятие, 2005. 4. - С. 40
7. Горовец В.Г. Утилизация шин: зарубежный опыт Горовец В.Г. Автотранспортное предприятие. -2005. 5. - С. 44
8. ГОСТ Р 54095-2010 Ресурсосбережение. Требования к экобезопасной утилизации отработавших шин. Текст Введ. 01.01. 2012.
9. Дроздовский В.Ф. Использование изношенных шин в качестве энергоносителей / В.Ф, Дроздовский // Каучук и резина, 1997. №1. - С. 43-47.
10. Дроздовский В.Ф., Разгон Д.Р. Переработка и использование изношенных шин (направления, экономика, экология) / В.Ф. Дроздовский, Д.Р. Разгон // Каучук и резина, 1995. №2. - С. 2-8.
11. Зубков В.М. Переработка изношенных автошин / В.М. Зубков // Экология и промышленность России. 2000. - №2. - С. 29-32.

12. Каучук и резина. Наука и технология Текст. : монография : [пер. с англ.] / под ред. А. А. Берлина, Ю. Л. Морозова. М. : Интеллект, 2011.- 767 с. : ил.
13. Комплексная вторичная переработка изношенных шин Текст. / Ю. А. Анцунов, А. Б. Головичков, А. Г. Жирнов, В. А. Лукасик // 10-ый Юбил. Симп. Проблемы шин и резинокордных композитов : тез. докл. 18-22 октября 1999. - М. : 1999. - С. 15 - 16.
14. Куперман, Ф. Е. Новые каучуки для шин, натуральный каучук, синтетические стереорегулярные изопреновые и бутадиеновые каучуки, структура, свойства, применение Текст. / Ф. Е. Куперман. -М. : Научно-технический центр НИИШП, 2009. 606 с. : ил.
15. Кураков П. А. К вопросу о выборе способа переработки автомобильной резины Текст. / П. А. Кураков, М. М. Макаров, Ю. В. Родионов // Автотранспортное предприятие. — 2008. № 12. — С. 25 - 27.
16. Лавров С.А. Изношенные автомобильные шины как топливо / С.А. Лавров // Энергетика и промышленность России. 2003. - №2. — С. 30-34.
17. Леонов Д. И. Энергетический анализ способов измельчения шин взрывом Текст. / Д. И. Леонов // Технология машиностроения. 1999. -№3 .-С. 47-51, 134.
18. Лобачёва, Г.К. Состояние вопроса об отходах и современных способах их переработки : Учеб. пособие для вузов Г.К. Лобачёва, В.Ф. Желтобрюхов, И.И. Прокопов, А.П. Фоменко. Волгоград: ВГУ, 2006. - 176 с.
19. Макаров В.М., Дроздовский В.Ф. Использование амортизированных шин и отходов производства резиновых изделий / В.М. Макаров, В.Ф. Дроздовский. Л.: Химия, 1986. - 248 с.
20. Максимов, А. М. Создание системы сбора, переработки и утилизации изношенных шин и других резинотехнических изделий в Российской Федерации Текст. / А. М. Максимов // Автотранспортное предприятие. -2003. -№12. -С. 39-41.

21. Некрасов В.Г. Изношенные автомобильные шины как вторичный энергоресурс / Некрасов В.Г. // Промышленная энергетика. 1992. - №7. -С. 42-45.
22. Никольский В.Г. Автомобильные шины Никольский В.Г. Вторичные ресурсы. 2002. - С. 48.
23. Основы технологии переработки полимеров. Структура и свойства резин. Технологические и технические свойства резин Текст. / В. М. Гончаров, Э. Г. Юдина, Л. А. Гончарова [и др.]. Красноярск. : СибГТУ, 2000. - 215 с. : ил.
24. Пальгунов П.П., Сумароков М.В. Утилизация промышленных отходов / П.П. Пальгунов, М.В. Сумароков. М.: Стройиздат,-1990. - 352 с.
25. Паспорт "Вибросито круглое модель ZS"
26. Паспорт "Гидравлический станок "НС-500" Ножницы гидравлические для резки пневматических шин"
27. Паспорт "Гидравлический станок для удаления толстой бортовой проволоки из посадочных колец грузовых и легковых шин модель LSJ1250B"
28. Паспорт "Надрыватель корда GQC350B"
29. Паспорт на "Конвейер ленточный горизонтальный"
30. Пат. 2211146 Российская федерация, МПК В07В. Способ отделения волокнистых включений из продуктов измельчения изношенных шин и устройство для его осуществления/ Долгов Ю.И., Обыденнов В.В.; заявитель и патентообладатель: Общество с ограниченной ответственностью Научно- производственная фирма "ЭНТАР".
31. Переработка изношенных шин: Монография / Э. М. Соколов, Б. Н. Оладов, Н. И. Володин, В. А. Тимофеев, Н. М. Качурин, М. А. Иваницкий. - Тула: ТГУ, 1999.-134 с.
32. Петров Р.М. Переработка шин / Р.М. Петров // Энергия. 2002. - №1. - С. 42-45.

33. Разработка концепции новой энергосберегающей технологии переработки изношенных автомобильных покрышек Текст. / П. А. Кураков [и др.] // Международный технико-экономический журнал. -2009.-№5.-С. 42-52.
34. Распоряжение Правительства РФ от 24.09.2015 № 1886-р
35. Руководство по эксплуатации "Вентилятор В-6"
36. Руководство по эксплуатации "Вентилятор В-7"
37. Руководство по эксплуатации "Вибросито ВС-1"
38. Руководство по эксплуатации "Гидравлические ножницы для резки грузовых шин серии НС-500"
39. Руководство по эксплуатации "Дробилка роторная ДР-1"
40. Руководство по эксплуатации "Линия переработки изношенных колес РДК-500"
41. Руководство по эксплуатации "Магнитный сепаратор МС-1"
42. Руководство по эксплуатации "Машина первичного измельчения "Шредер"
43. Руководство по эксплуатации "Станок вторичной разделки СтВР-1"
44. Соловьев Е.М., Захаров Н.Д. Переработка и использование отходов шинной промышленности / Е.М. Соловьев, Н.Д. Захаров. М.: ЦНИИТ-ЭНЕФТЕХИМ, 1983.-65 с.
45. Технология резины: рецептуростроение и испытания Текст. : [пер. с англ.] / под ред. В. А. Шершнева. — Санкт Петербург. : Научные основы и технологии, 2010. - 617 с. : ил.
46. Тямкин С.А. Способ термической переработки изношенных шин / С.А. Тямкин // Перспектива. Сборник статей молодых учёных. Оренбург :ГОУ ОГУ, 2007. - №10. - С. 467-471.
47. Утилизация отработанных автомобильных покрышек / Е.П. Волынкина и др. // Экология и промышленность России. 1999. - №5. -С. 16-19.

48. Фёдоров Л.А. Проблемы химической безопасности при сжигании шин / Л.А. Фёдоров // Химия и жизнь. 2002. - №844.

49. Шаховец, С. Е. Материальная утилизация шин и РТИ. Новые технологии Текст. / С. Е. Шаховец // Материалы научно-практ. семинара: утилизация и переработка изношенных автомобильных шин. -СПб, 2000.-С. 26-27.

50. Ярошевский В.Н. Восстановление и утилизация изношенных шин за рубежом / В.Н. Ярошевский. М.: ЦНИИТЭНЕФТЕХИМ, 1994. - №1, 2. - 84 с.

51. http://icbet.ru/fileadmin/f/activity/Dejatelnost_Otkhody_rezinotekhnicheskikh_izdelii_.pdf (дата обращения 1.04.16).

52. <http://sibac.info/12360> (дата обращения 30.03.16).

53. Воздействие шин на окружающую среду и человека [Электронный ресурс] - <http://www.examen.ru/add/School-Subjects/Human-sciences/Ecology/12541/12545> (дата обращения 18.04.16)

54. Насыпная масса (плотность) отходов [Электронный ресурс] - <http://www.waste.ru/modules/documents/item.php?itemid=170> (дата обращения 25.04.16).

55. Описание оборудования для обработки пневматических шин [Электронный ресурс] - <http://netmus.ru/katalog-tipovyh-resheniy/pererabotka-shin/zavod-po-ochistke-stali-iz-shin-do-chistoty-ne-menee-98/> (дата обращения 28.03.16).

56. Сепаратор тонкой очистки [Электронный ресурс] -<http://www.eco-step.ru/equioment/for-factory/separator-tonkoj-ochistki> (дата обращения 3.05.16).

57. Состав отхода покрышки отработанные [Электронный ресурс] - <http://eco-profi.info/index.php/othod/sostav/191-5750020213004.html> (дата обращения 22.04.16).

58. Способы очистки резиновой составляющей шины от текстиля и металла [Электронный ресурс] - <http://www.stanki-ru.ru/poleznaya->

informatsiya/sposoby-ochistki-rezinovoj-sostavlyayushchej-shiny-ot-tekstilya-i-metalla.html (дата обращения 20.04.16).

59. Технология производства резиновой крошки [Электронный ресурс] - <http://eco-stanki.ru/?p=04> (дата обращения 27.03.16).

60. Технология утилизации шин, восстановление покрышек [Электронный ресурс] - <http://stroyfirm.ru/articles/article.php?id=507> (дата обращения 14.05.16).

61. Alfonso Aranda Uson, German Ferreira, Ignacio Zabalza Bribian, David Zambrana Vasquez Study of the environmental performance of end-of-life tyre recycling through a simplified mathematical approach/ September 2015, pp 1-10;

62. K. Reschner Scrap Tire Recycling / 01 February 2015, pp 1-10