

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

Институт химии и энергетики

(наименование института полностью)

Кафедра «Химическая технология и ресурсосбережение»

(наименование)

18.03.02 «Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии
и биотехнологии»

(код и наименование направления подготовки / специальности)

«Рациональное природопользование, рециклинг и утилизация отходов»

(направленность (профиль) / специализация)

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА (БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА)

на тему Оптимизация технологии получения утеплителя, используемого в строительстве,
из текстильного корда от переработки покрышек

Обучающийся

О.И. Атанова

(Инициалы Фамилия)

(личная подпись)

Руководитель

Д.А. Мельникова

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



Тольятти 2023



Росдистант

ВЫСШЕЕ ОБРАЗОВАНИЕ ДИСТАНЦИОННО

Аннотация

Бакалаврскую работу выполнила: Атанова О.И.

Тема бакалаврской работы: Оптимизация технологии получения утеплителя, используемого в строительстве, из текстильного корда от переработки покрышек.

Научный руководитель: Мельникова Д.А.

Целью работы является разработка рекомендаций по оптимизации технологии утилизации отработанных покрышек, обеспечивающих возможность производства утеплителя, используемого в строительстве, из текстильного корда от переработки покрышек.

Объектом темы исследования является: текстильный корд от переработанных покрышек, который перерабатывают на предприятии ООО «ЭкоРесурсПоволжье».

Работа включает: 52 страницы, 7 рисунков, 9 таблиц, 28 используемых источника литературы.

Бакалаврская работа состоит из введения, двух глав, заключения и списка используемой литературы и используемых источников.

В введении обозначены цели и задачи исследования, обоснована актуальность выбранной темы.

В первой главе рассмотрены: литературный обзор, основные характеристики исследуемого утеплителя, патентный поиск и литературный обзор, выбор и обоснование технологии получения утеплителя.

Во второй главе рассмотрены: оптимизация технологии получения утеплителя, описание и анализ получения утеплителя, описание предлагаемой технологии получения утеплителя, выбор основного оборудования, эколого-экономическое обоснование предлагаемой технологии получения утеплителя.

В заключении приведены основные выводы по данной работе.

Оглавление

Введение.....	4
Глава 1 Литературный обзор.....	6
1.1 Основные характеристики исследуемого утеплителя.....	6
1.2 Патентный поиск и литературный обзор в области использования технологий получения утеплителя, используемого в строительстве, из текстильного корда от переработки покрышек	14
1.3 Выбор и обоснование технологий получения утеплителя, используемого в строительстве, из текстильного корда от переработки покрышек	18
Глава 2 Оптимизация технологии получения утеплителя, используемого в строительстве, из текстильного корда от переработки покрышек	22
2.1 Описание и анализ технологии получения утеплителя, используемого в строительстве, из текстильного корда от переработки покрышек	22
2.2 Определение путей оптимизации технологии получения утеплителя, используемого в строительстве, из текстильного корда от переработки покрышек	28
2.3 Описание предлагаемой технологии получения утеплителя, используемого в строительстве, из текстильного корда от переработки покрышек	30
2.4 Выбор основного оборудования для предлагаемой технологии получения утеплителя, используемого в строительстве, из текстильного корда от переработки покрышек	34
2.5 Составление материального баланса для предлагаемой технологии получения утеплителя, используемого в строительстве, из текстильного корда от переработки покрышек	37
2.6 Эколого-экономическое обоснование для предлагаемой технологии получения утеплителя, используемого в строительстве, из текстильного корда от переработки покрышек	44
Заключение	48
Список используемой литературы и используемых источников.....	49

Введение

Серьезной экономической и экологической проблемой в России является утилизация шин. Автохозяйства, промышленные предприятия, шиномонтажные предприятия, автосервисы, накапливают изношенные шины.

В большинстве индустриальных стран есть направленные на поддержку сбора и переработки отработанных покрышек, методы и программы. Но зачастую проплачивается сам факт утилизации автомобильных шин.

Шины оказывают негативное воздействие на окружающую среду. Они обладают пожароопасностью высокой, продукты их сжигания оказывают на воздушные бассейны, почвы, воды, негативное воздействие. В атмосферу попадающие бифенилы, флуорантены, пирены, антрацены, образующиеся при сжигании шин, так же влияют на здоровье человека и природу [25].

Разумное применение шин бывшего употребления имеет огромное экономическое значение, поскольку запросы хозяйства в природных ресурсах непрерывно растут, а их стоимость постоянно увеличивается. Нельзя не отметить, что амортизированная шина представляет собой ценное вторичное сырье, содержащее резину, текстильный корд и высококачественный металл и является источником экономии природных ресурсов [28].

Экономически эффективная переработка автошин позволит не только решить экологические проблемы, но и обеспечить высокую рентабельность перерабатывающих производств.

Проблема переработки изношенных автомобильных шин и вышедших из эксплуатации резинотехнических изделий имеет большое экологическое и экономическое значение для всех развитых стран мира, а невосполнимость природного нефтяного сырья диктует необходимость использования вторичных ресурсов с максимальной эффективностью [26].

Поэтому тема выпускной квалификационной работы оптимизация технологии получения утеплителя, используемого в строительстве, из текстильного корда от переработки покрышек является актуальной.

Целью выпускной квалификационной работы является разработка рекомендаций по оптимизации технологии утилизации отработанных покрышек, обеспечивающих возможность производства утеплителя, используемого в строительстве, из текстильного корда от переработки покрышек.

Для достижения поставленной цели, необходимо решить следующие задачи:

- провести патентный поиск и литературный обзор в области использования технологий получения утеплителя, используемого в строительстве, из текстильного корда от переработки покрышек;

- рассмотреть и проанализировать существующую технологию получения утеплителя, используемого в строительстве, из текстильного корда от переработки покрышек;

- разработать рекомендации по оптимизации технологии утилизации отработанных покрышек, обеспечивающих возможность производства утеплителя, используемого в строительстве, из текстильного корда от переработки покрышек.

- рассчитать экономическую и экологическую эффективность предлагаемых рекомендаций по оптимизации технологии.

Глава 1 Литературный обзор

1.1 Основные характеристики исследуемого утеплителя

Энергосбережение и повышение энергетической эффективности зданий и сооружений – одно из основных направлений развития строительной науки. Данным фактом обусловлен широкий выбор утеплителя на строительном рынке, который в настоящее время представлен в основном изделиями из минерального волокна, ячеистыми пластмассами, пеностеклом, материалами на основе древесного сырья, ячеистыми бетонами.

Перечисленные материалы имеют как преимущества, так и недостатки. Утеплитель должен быть в первую очередь безопасным, негорючим, иметь заданную эксплуатационную стойкость в конструкции [2]. Этим требованиям вполне соответствуют изделия на основе минерального волокна, обладающие рядом положительных свойств:

- низкой средней плотностью и теплопроводностью;
- химической стойкостью;
- сохраняемостью геометрических размеров в течение всего срока эксплуатации (для жестких плит). В то же время минераловатные изделия имеют высокую гигроскопичность и содержат токсичные вещества – терморезактивное связующее.

К недостаткам минеральной ваты также можно отнести достаточно высокую стоимость. Доля ячеистых пластмасс на российском рынке составляет 18–22% [3]. К ним относятся пенополистирол, пенополиэтилен, пенополипропилен, пенополиуретаны.

К достоинствам этих материалов можно отнести низкую среднюю плотность и теплопроводность, эксплуатационную стойкость, а к недостаткам – горючесть, высокое дымообразование и токсичность при горении, ограниченный диапазон рабочей температуры [3].

Ячеистые бетоны, имеющие среднюю плотность не ниже 250–300 кг/м³, менее эффективны по сравнению с минераловатными изделиями и ячеистыми пластмассами. Теплоизоляционные материалы на основе растительного сырья отличаются высокими водопоглощением и гигроскопичностью, горючестью Г2–Г3.

Наиболее оптимальным по теплофизическим и эксплуатационным свойствам, а также наиболее экологичным теплоизоляционным материалом может считаться пеностекло, обладающее, однако, высокой стоимостью.

В последнее время на рынке появляются и новые теплоизоляционные материалы, к которым относятся, например, привозимые в виде плит и рулонов материалы на основе полиэфирных волокон [6]. Повышенной упругостью обладают утеплители изготавливаемые из спиралевидного пустотелого волокна и состоящего из 100% полиэстера. Сырьем для производства полиэфирных утеплителей служит полиэтилентерефталат (ПЭТ) [3].

На рисунке 1 представлен утеплитель на основе вторичных полиэфирных волокон (далее ПЭ).



а – внешний вид вторичных ПЭ волокон; б – образец теплоизоляционного материала на их основе

Рисунок 1 – Утеплитель на основе вторичных полиэфирных волокон

Данный вид утеплителя характеризуется:

- низкой средней плотностью (10–60 кг/м³);
- теплопроводности низким коэффициентом (0,033 – 0,048 Вт/(м·°C));
- высокими звуко - изоляционными свойствами;
- химической стойкостью;
- устойчивостью к биовредителям;
- отсутствием токсичных веществ, в процессе эксплуатации и эмиссии микроволокон;
- долговечностью до 50 лет.

Снижение пожарной опасности утеплителей на основе полиэфирных волокон обеспечивается обработкой антипиренами. Такой теплоизоляционный материал пользуется спросом, представлен на российском рынке одной-двумя торговыми марками, имеет стоимость порядка 3 тысячи рублей за м³.

Между тем существует достаточно обширная сырьевая база производства таких материалов, представленная вторичным полиэфирным волокном, полученным при утилизации автомобильных шин [2].

Рассмотрим методы утилизации автомобильных шин. В Федеральный закон от 24.06.1998 № 89-ФЗ «Об отходах производства и потребления» часто вносятся поправки, направленные на улучшение механизма правового регулирования в области обращения с отходами производства и потребления. Федеральным законом от 31.12.2017 № 503-ФЗ внесены изменения и дополнения в Федеральный закон от 24.06.1998 № 89-ФЗ «Об отходах производства и потребления» и отдельные законодательные акты Российской Федерации.

С 1 января 2019 года – под запретом захоронения 109 видов отходов, в том числе резиновые шины. Отработанные шины представляют группу отходов, практически не подверженных природному разложению. В тоже

время — это ценное сырье, содержащее в зависимости от типа шин 69–81% резины, 14–25% текстильного корда и 3–10% металлического корда.

На данный момент используют следующие методы утилизации автомобильных шин: химическая утилизация, физическая переработка, ударно-волновая технология, бародеструкция, обработка озоном, сжигание шин. Рассмотрим подробно каждый из методов утилизации автомобильных шин.

Химическая утилизация

Это вид утилизации способом пиролизного плавления при температуре 450°C. Водород является катализатором, отличается процесс от обычного сжигания шин нехваткой кислорода в химической реакции. Результат плавления; углеродный остаток, образуется пиролизный газ, пиролизное масло. Масло и газ можно применять далее, как дизельное топливо, сорбент, углерод служит красителем, добавкой к составу новой резины. Остаются мотки металлокорда от шин по завершении процесса пиролиза в реакторе, который также утилизируется.

Воздействие пиролиза считается практически безотходным процессом, так как, все производные оказываются пригодными к дальнейшему потреблению. Из тонны шин на выходе образуется до 600 литров пиролизного масла, 50 кг металла и 10 м³ газа, около 300 кг углерода.

Увеличение температуры в печи до 900°C повышает выход газа – за счет уменьшения количества пиролизного масла. На сегодняшний день такая технология является высокой по стоимости и малоиспользуемой.

Физическая переработка

Более популярным методом, каким утилизируют шины в России, считается переработка физическая, или измельчение механическое. Происходит процесс поэтапно в такой последовательности:

– первое. Удаляется протектор. Получается мелкая крошка в результате;

– второе. Металлические кордовые детали, металлического армированного бортового кольца удаляются. Магнитами металл от резины отделяют и сдают компаниям по переработке металлолома вместе с остальными металлическими частями;

– третье. Режут и рубят на средние по размеру части гидравлическими ножницами, затем на конвейере - грануляторе измельчают на более маленькие фракции.

На всех этапах переработки с участием вибросита отходят частицы текстильного слоя. Материал является синтетической ватой, с вкраплениями крошки резины.

Процесс Физического измельчения возможен при температурах: не наносящих вред окружающей среде.

Материал - крошка резиновая зачастую используется для создания защитных покрытий, резиновой плитки. При реконструкции и строительстве стадионов с искусственным покрытием также нашла широкое применение резиновая крошка.

Измельчение отходов резины имеет ряд достоинств:

- техническая простота способа;
- отсутствуют токсичные выбросы в атмосферу;
- сохранены химический состав материала и технические параметры;
- широкое предложение использования выработанной резиновой крошки.

Ударно-волновая технология

Данная технология утилизации отходов предполагает охлаждение сырья, до сверхнизкой температуры в криогенных камерах. Перед тем, как переработать шины, их вывозят с пунктов приема и замораживают до -80 градусов, после резину дробят ударной волной в бронеканере. Ее вырабатывают за счет взрывчатых веществ или генерируют электронным способом.

Дробление, которое происходит в закрытой системе, где он циркулирует ударная волна, включает всего 2-3 технологических уровня. В результате получается измельченная смесь резины, стали и текстильная нить. Дальнейшее разделение происходит на сепараторной системе.

Ударно-волновая технология имеет много преимуществ:

Метод подходит для бывших в употреблении шин всех типов и видов. По такой технологии походит перерабатывать резину от легковых автомобилей, в которых высокое удельное содержание стального корда. Также метод подходит для того, утилизировать покрышки от самосвалов с диаметром до 4 м. Иными методами можно переработать шины диаметром не более 1,2 м.

Таким способом можно получить даже очень мелкие крошки, особенно с девулканизированным слоем для дальнейшей укладки модифицированного асфальта.

Коэффициент простоя на ремонт и замену режущих элементов оборудования сводится практически к нулю, в то время как у механического способа этот показатель составляет 0,3-0,5. Взрывной циркулятор до капитального ремонта имеет срок службы 10 лет.

Низкое энергопотребление. Для переработки 1 тонны с применением ударно-волновой технологии требуется до 250 кВт/ч, а на механической переработке требуется до 1000 кВт/ч на каждую из тонны переработанных покрышек.

Но для утилизации автомобильных шин требуется дорогостоящее оборудование, в том числе специальная бронированная камера для безопасного взрыва. Этот метод подходит только для крупных заводов, занимающихся удалением большого количества отходов. Это позволяет организовать переработку мощностью до 30 тысяч тонн шин из автомобильных колес в год. Также стоит учитывать, что этот метод предъявляет особые требования к зданию.

Бародеструкция.

Бародеструкция – это гидравлическим прессом измельчение резины под высоким давлением. Технологический процесс заключается в обжиге резины с одновременным прокатыванием в дробилке для получения большого количества фракций. Таким образом, металлический корд быстро отделяется от шины. Дорогое и малопроизводительное оборудование не позволяет обширно использовать этот метод.

Обработка озоном.

Озоно - динамический способ считается инновационным способом в отрасли переработки вторсырья. Процесс представляет собой погружение автопокрышек в озоновую среду, где они растрескиваются и превращаются в крошку с текстильными волокнами и отделенным кордом. Полученную продукцию нередко применяют при изготовлении полимерных ковриков, аксессуаров, а также производстве асфальтовых и композитных смесей.

Достоинства способа:

- невысокий расход электроэнергии;
- низкая себестоимость;
- высокая производительность. По этому методу можно обработать свыше 100 автошин за 180-240 минут;
- используемое оборудование отличается большим эксплуатационным ресурсом. Его механизмы не нуждаются в замене на протяжении 50 лет.

Продукт, полученный таким способом обработки, не сохраняет изначальных свойств шины и не находит обширного применения.

Этот метод не считается экологически чистым, так как связан с использованием высоких концентраций озона, который представляется сильным канцерогеном.

Сжигание шины.

Сжигание шин для получения топлива - это максимально неорганические методы утилизации отходов. В процессе горения в атмосферу выбрасываются токсичные вещества 1 класса опасности. Цинк,

диоксины, окисление серы, вырабатываемые при сжигании вызывают опасные заболевания у животных и человека.

Процедура биodeградации выбросов в окружающую среду длится около 15 лет. Утилизация с помощью сжигания шин категорически под запретом в Европе и США, но установки работают России. Работа печи - в центральную часть которой, поступает горячий воздух для горения, а во внешнюю часть попадает холодный воздух, нейтрализует дым и запах жженой резины.

Кроме методов утилизации шин, так же применяют метод восстановления протектора шин [32].

Восстановление протектора шин - это капитальный ремонт для продления срока службы шины, при котором обновляется протектор шины или протектор и его боковина.

Ремонт - это экологически чистый способ продлить жизнь. Это приводит к экономии ресурсов и меньшему объему отходов. Для обновления шины в среднем потребуется около 5 литров сырой нефти, а для изготовления новой шины - 35 литров [31].

Этот метод, ведущий к экономии ресурсов и уменьшению количества отходов экологичен. Но этот процесс является временной мерой.

Из всех рассмотренных методов наиболее перспективным и экологичным способом утилизации является механическая переработка шин, в результате которой получают резиновую крошку, металлический и текстильный корд без изменения первоначальных свойств составляющих шины.

Резиновую крошку и металлический корд научились перерабатывать, то текстильный корд в данный момент не находит применения в промышленности, спрос на этот отход практически отсутствует. Таким образом, перспективным представляется применение текстильного корда для производства утеплителя [29],[30].

Утеплитель из текстильного корда состоит из полиэфиров 60%, полиамид 37%, вискоза 3%. В качестве связующего применяют водную эмульсию клея ПВА.

В таблице 1 приведен сравнительный анализ утеплителей и утеплителя из текстильного корда.

Таблица 1 – Сравнительный анализ утеплителей

Показатель	Стекловата	Каменная вата	ПЭ волокна	Утеплитель из текстильного корда
Средний диаметр волокна, мкм	4–12	4–12	10–20	2 - 8
Средняя длина волокна, мм	15–40	16	5–15	4 - 23
Насыпная плотность, кг/м ³	15–65	20–80	40–100	10-60
Коэффициент теплопроводности, Вт/(м·°С)	0,035–0,05	0,038–0,047	0,038–0,048	0,032 - 0,041

Как видно из таблицы 1 утеплитель из текстильного корда не уступает по техническим показателям другим утеплителем. При этом имеет преимущество в стоимости изготовления, а также помогает решить проблемы с утилизацией текстильного корда.

1.2 Патентный поиск и литературный обзор в области использования технологий получения утеплителя, используемого в строительстве, из текстильного корда от переработки покрышек

Патент RU 2643953С1. Изобретение относится к технологическим процедурам переработки "грязного" и химически неоднородного текстильного корда, полученного в результате переработки шин.

Техническим результатом является рост эффективности утилизации смеси низкосортного корда к добычи износостойких композитных материалов для формирования из него любых изделий.

Технический результат достигается способом переработки текстильного корда, который заключается в том, что применяют

предварительный заготовленный грязный текстильный корд с частицами резины, выполненного в качестве наполнителя и связующего, капрон, вискозу или хлопок.

Неочищенный «грязный» текстильный корд содержит пуховые или короткие нити и включения резины (более 5%) при диаметре более 0,5 мм и количественном содержании каучука влияют на свойства получаемого конечного продукта.

Затем ее помещают в двухшнековый экструдер с последующим вытеснением и постепенным нагревом вытесненной смеси в разных зонах до пластичного состояния.

Обработку в двухшнековом экструдере проводят при температуре в диапазоне от 215 до 265°C.

Кроме того, скорость перемещения обрабатываемой смеси, заготовленной в двухшнековом экструдере подбирается в соответствии со степенью очистки кабеля от включений, а также от процентного нахождения в нем влаги.

После экструдера выгружают полученную композитную массу в пресс формы для дальнейшего формирования утеплителя.

Потребляемые для изготовления корда, основные материалы:

- корд полиэфирный 14ПДУ;
- корд полиэфирный 20ПДУ;
- корд анидный 13АТЛ-ДУ;
- корд анидный 25АТЛ-ДУ;
- корд анидный 55АДУ;
- корд анидный 65АДУ;
- корд анидный 45А;
- корд анидный 70А;
- корд капроновый 23КНТС;
- корд арамидный Русар 75.

Лавсан (полиэфирный корд) из полиэтилентерефталата изготавливается с массой молекулярной от 30 до 50 тысяч и температурой плавления 255-265°C.

Капроновое волокно или капрон - белое прозрачное, обладающее прочностью вещество. Эластичность капрона выше, чем у шелка. За рубежом волокна из синтетики типа капрона называются перлон и нейлоновая пряжа (нейлон).

Нейлоновые волокна не поглощают влагу, поэтому они не лишаются прочности при намокании. При нагревании волокна прочность уменьшается, плавление происходит при 215 градусах.

Хлопок, из целлюлозы, имеет температуру высокую стеклования примерно (225°C) и не плавится.

Температура плавления вискозы 300°C, а температура стеклования - 225°C.

Резина для шин получается путем вулканизации резиновой смеси.

В состав смеси резиновой входят компоненты: каучук, вулканизирующие агенты, ускорители вулканизации, активаторы, антиоксиданты, активные наполнители или усилители, неактивные наполнители, красители, пластификаторы, компоненты специального назначения [1].

В соответствии назначения в состав каучука может входить только часть перечисленных ингредиентов, но он всегда содержит каучук и вулканизирующий агент.

Плавления каучука происходит при 180-200°C.

Таким образом, температура плавления этих основных материалов, которые могут быть использованы в качестве связующих, находится в диапазоне от 215 до 265 градусов по Цельсию.

Из уровня техники знаком способ обработки текстильного корда частицами резины из шин, переработанных путем подогрева до температуры,

при которой волокна текстильные, частично пластически искажаются и объединяются с частицами резины в агломерат [33].

В этом случае нагрев осуществляется, частично внешним источником тепла при температуре в диапазоне от 100 до 300 градусов.

Из-за различных температур плавления или размягчения материалов, из которых формируются текстильные волокна, определенные детали, текстильного корда могут быть полностью искажены пластичными, в то время как другие места остаются волокнистыми (WO №2010079062 от 15.07.2010 г., В29В 17/00; В29В 17/02).

Слабой стороной популярного способа считается его сложность и отсутствие четкого температурного диапазона нагрева для различных материалов.

К примеру, температуры плавления резины (180-200°C), что означает, при наиболее высокой температуре он образуется в связующее и не может стать агломератом.

Кроме того, текстильный корд изготавливается из разных компонентов, обладающих различными свойствами при нагревании.

Не секрет, что на основе композиционных материалов они заполняются термопластичными полимерами путем смешивания полимерных порошков или гранулирования с наполнителем с использованием обычного метода обработки пластмасс, а именно экструзии.

Известен патент SU 1217849 теплоизоляционный материал.

Изобретение касается текстильной промышленности. Относится к получению волокнистых материалов, применяемых в качестве теплоизоляционных прокладок.

Целью изобретения считается уменьшение коэффициента теплопроводности и плотности.

Регенерированные ацетатные волокна приобретают из обрезков тканей искусственных волокон (аце - и триацетатных), а также из клубка ацетатных нитей.

Внедрение регенерированных ацетатных волокон в состав волокнистого теплоизоляционного материала позволяет уменьшить объем массы, тем самым снижая ее коэффициент теплопроводности и плотность.

Отходы винилхлоридных волокон с маленьким коэффициентом теплопроводности, устойчивостью к сминанию, повышают основные качества теплоизоляционного материала. Наличие отходов полиэфирных волокон в количестве 5-20% стабилизирует объемность теплоизоляционного материала.

Процесс технологический - получения волокнистой рыхлой массы из смеси остатков ткани ацетатной, остатков поливинилхлорида и полиэфирных волокон допускает их предварительную обработку (сортировку, удаление примесей).

Затем подготавливают подходящий состав волокнистой смеси, которую эмульсируют, измельчают на режущем станке с длиной среза 70-90 мм и разворачивают в рыхлую волокнистую массу на выщипывании. Сделанный теплоизоляционный материал прессуется в тюки и отправляется потребителю.

Предоставляемый материал теплоизоляционный, по аналогии с известным характеризуется коэффициентным снижением теплопроводности на 22-40%, снижением плотности материала на 21-45%, понижением расхода теплоизоляционного материала на единицу продукции на 36% при использовании полиэфирного текстиля.

1.3 Выбор и обоснование технологий получения утеплителя, используемого в строительстве, из текстильного корда от переработки покрышек

Компания ООО «ЭкоРесурсПоволжье» осуществляет сбор, транспортировку, обработку и утилизацию автомобильных шин. Ежегодно компания перерабатывает около 50000 кг.

На предприятии внедрена следующая технология переработки автомобильных шин:

- металлический корд шины отрезается с обеих сторон на надрывателе корда;
- при помощи гидравлической машины извлекается толстая боковая проволока;
- гидравлическими ножницами шина разрезается на куски, с последующим складированием в специальный контейнер;
- шины перемещают на конвейерную ленту, которая перемещает их в два измельчителя. На первом измельчителе кусочки шины получают размерами 50x50, после прохождения второго измельчителя получается резиновая крошка размерами 12x12 мм;
- в циклон подается вентилятором резина и забирается часть текстиля;
- сепаратором магнитным сохранившуюся часть крошки отделяют от металлической струны. Перекладывается в специальные контейнеры часть металла;
- резина подается воздухом в ударную дробилку, где измельчается до размера 5x5 мм;
- резиновая крошка двигается через циклон текстильной очистки и проходит через вибросито, где происходит деление резиновой крошки размером 1x1 мм от крошки, металлической более крупной;
- текстиль, осевший на сетке вибросита, снимается с вибросита системой удаления текстиля и оседает в циклонах. Оставшийся металл, текстиль, убирается вручную специализированным крючком и выбрасывается;
- фракция вторая просеянная направляется через сепаратор магнитный и еще раз вентилятором отправляется на вибросито;
- оставшаяся резина проходит через сепаратор магнитный и двигается во вторую дробилку, затем крошка перемещается на вибросито.

Резина через сетку вибросита переходит, а с сетки убираются оставшийся текстиль и металл;

- материал из металла перемещают в контейнеры специальные;
- передвигают на вибросито резину, где продолжается разделение на фракции:

- менее 1 мм первая;
- 1-3 мм вторая;
- свыше 3 мм третья;
- отсортированная резина фасуется в мешки по 25 кг;
- текстиль собирается в мешки.

В таблице 2 представлено сравнения количественного содержания компонентов до и после переработки одной автомобильной шины. Результаты содержания компонентов после переработки автомобильной шины получены при прохождении производственной практики.

После переработки автомобильной шины произведено взвешивание каждого, вида отхода, резиновой крошки, которые образовались во время переработки на линии.

Как видно из таблицы 2, содержание каучука в автомобильной шине до обработки значительно превышает количество резиновой крошки на выходе после обработки.

Таблица 2 – Количество материалов до и после переработки одной автомобильной шины

Наименование компонента	Содержание компонента, (кг)		Содержание компонента, (%)	
	до	после	до	после
Металл	3,72	4,91	7,6	10
Текстиль	2,48	15,32	4,8	31
Резиновая пыль	-	1,56	-	3
Металлический корд	2,3	2,3	4,7	5
Резина (после резиновая крошка)	41,15	25,56	82,9	51

Потери каучука составили чуть более 30 процентов. В то же время в 3 процентах из них был каучуковый порошок, который не пригоден для дальнейшей переработки и продажи.

После вторичной переработки шины, вес металла увеличивается, так как он на 2,4% состоит из резины, которую невозможно отделить от металла.

Самый высокий процент потерь.

В текстиле потери составили 26 %. При всем этом наблюдается прилипание на текстиль резины, которую не выгодно очищать от текстиля путем отправки на доочистку. Поэтому предлагается внедрить позицию по переработке текстиля, содержащего прилипшие следы резины, которая включает в себя двух шнековый экструдер и пресс форму для дальнейшего формирования утеплителя.

Предлагаемый текстильный корд по характеристикам подходит для использования в качестве сырья для изготовления строительного утеплителя.

Глава 2 Оптимизация технологии получения утеплителя, используемого в строительстве, из текстильного корда от переработки покрышек

2.1 Описание и анализ технологии получения утеплителя, используемого в строительстве, из текстильного корда от переработки покрышек

Технология получения нетканого материала можно разделить условно на три категории. Каждая из которых, имеет свои нюансы и подходит для изготовления изделий с определенными свойствами - плотность, прочность на разрыв, стойкость к механическим сопротивлениям.

Три способа изготовления нетканых материалов:

- механический, не предусматривающий использования клея в составе, а также высокие температуры;
- физико- химические – с использованием теплового воздействия, специальные составы для пропитки и склеивания волокон, фильерные машины;
- комбинированный – сочетание двух первых.

Каждый из способов имеет свои преимущества, выбирают подходящий, по технологии основанной на требованиях к конечному продукту, доступности оборудования и типу материала.

Механические методы текстильного производства

Способы производства нетканых текстильных полотен с использованием механических процессов отличаются высоким уровнем экологичности. Состав готового изделия не содержит клеев и пропиток, которые могли бы выделять в атмосферу и окружающую среду (это важно для дренажных тканей и других видов геотекстиля) вредное химическое соединение.

Слияние волокон в составе полученного материала происходит в счет силы трения и следующего сцепления волокнистого сырья со сцеплением естественных неровностей друг с другом. Прежде всего механические способы подходят для изготовления текстиля из натурального сырья – животного или растительного происхождения.

К способам механического производства нетканых материалов относятся:

- вязально-прошивной – основа сшивается несколько раз, происходит объединение волокнистого сырья в готовое полотно, похожее на ткань, где есть три вида нитей – основные, уточные и прошивные;

- иглопробивной – подготовленная волокнистая основа природного или не натурального происхождения с помощью специализированного оборудования прошивается большим количеством зазубренных игл, дефекты на которых захватываются пучками волокон, которые объединяют их в единое целое;

- валяльно-войлочный – используется только для работы с сырьем из натуральных волокон. Метод основан на данных шерсти свойлачиваться при механическом воздействии из-за наличия микроскопической борозды на поверхности волоса.

Механические методы – часто используются для изготовления утеплителей, материала используемого при изготовлении одежды и мебельного нетканого полотна. На рисунке 2 представлен процесс механического производства утеплителя.

Физико-химический способ производства нетканых материалов [21].

Одним из распространенных способов производства нетканых материалов является фильерный. Он имеет большое преимущество из-за, особенностей технологии производства. Технология не требует оригинальной волокнистой основы материала.

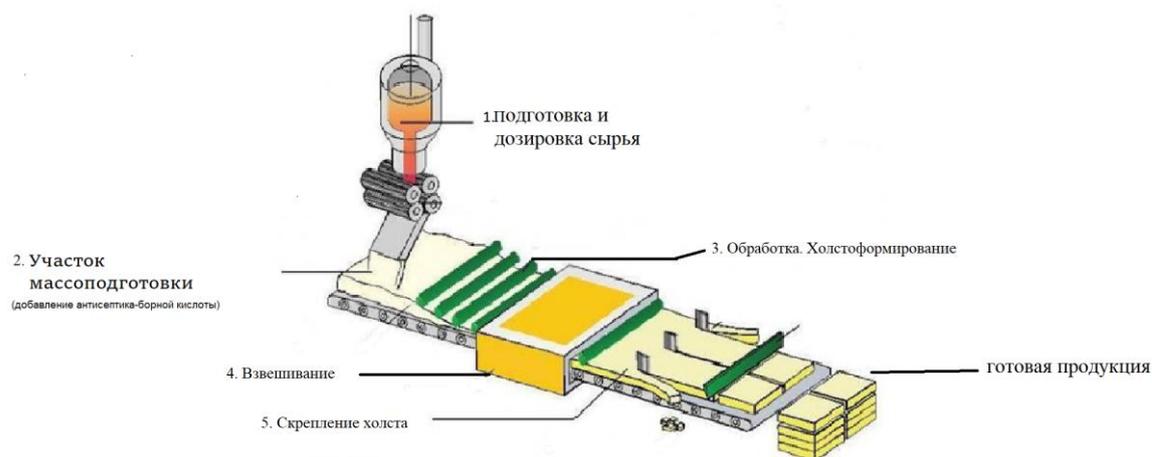


Рисунок 2- Механический способ изготовления утеплителя

Чтобы сделать полотно используют, один из полимеров в гранулированной форме:

- полиэферы;
- полиамид;
- полиэтилен и др.

На оборудовании специального назначения мы получаем расплав сырья и через небольшие технологические отверстия, на которые он хаотично размещается на особой платформе, расплавленная синтетика соединяется между собой, и получаем готовое полотно. Недостаток метода в том что, необходимо современное оборудование - прядильная машина. Но есть преимущества:

- компактность изготовления,
- скорость изготовления.

Снижение трудоемкости полностью покрывают эти недостатки.

На рисунке 3 представлен физико-химический способ.



Рисунок 3- Физико-химический способ получения утеплителя.

Есть еще два способа изготовления нетканых материалов.

Категории - образование клееного полотна с жидким или твердым связующим веществом.

Для склеивания волокнистого сырья в первом случае используют водные дисперсии клеев – латексных, каучуковых, акрилатных составов.

Заготовку либо погружают в приготовленный раствор, либо опрыскивают. После этого будущее полотно сушат и подвергают термообработке.

Другой тип техники характеризуется использованием специальных термофиксаторов. Это может быть термопласт, латексы, гранулированные полимеры, порошки, характеризующиеся пониженной температурой плавления. Полуфабрикат, включающий основу и термопластичные элементы, подвергающиеся повышенным температурам, что приводит к сплавлению волокон и формированию довольно сильной связи.

Помимо технологий вышеперечисленных, производственных способов получения нетканого текстиля используют комбинированные способы. Используют сочетание механических и физико-химических методов [4], [5].

Хороший пример – производство иглопробивной ткани с пропиткой или термосклеиванием это комбинация двух и более методов позволяет достичь повышения прочности на растяжение и стойкость к механическим и другим повреждениям. Для материалов, полученных комбинированными способами, включают синтепон, ватин, ватин. Способ представлен на рисунке 4.

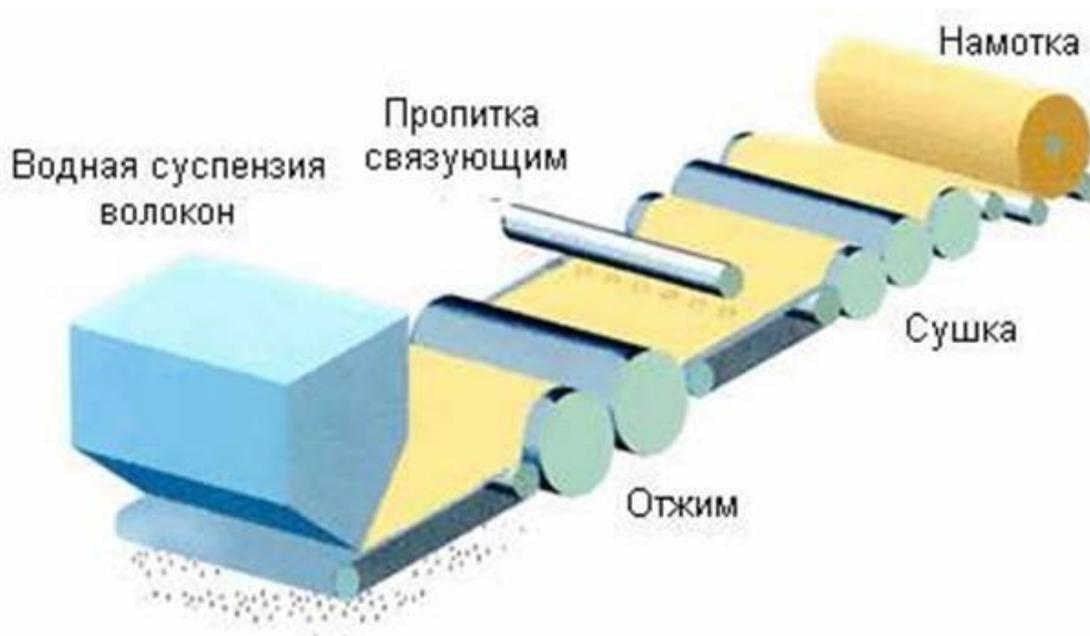


Рисунок 4- Комбинированный способ производства утеплителя

Для изготовления утеплителя с добавлением текстильного корда больше подходит механический иглопробивной способ. Этот способ более экологичный.

С иглопробивной технологией получения полотна есть возможность использовать в основном все виды волокон: натуральные, искусственные, синтетические, металлические, стеклянные, асбестовые, минеральные.

В большинстве случаев влияние на свойства НТМ полученных иглопробивным способом получают следующие параметры волокон: крутка,

длина, форма поперечного сечения, линейная плотность, эластичность, структура поверхности, устойчивость к многократным деформациям и другие. С помощью данного метода рекомендуется производить НТМ, в которых эксплуатационные свойства не зависят от различий свойств образования волокон. Изделия такого типа имеют средний - тяжелый вес и тяжелые материалы, где разница в свойствах волокна компенсируется большой толщиной холста. Эта технология применяется для производства НТМ для продукции: напольных покрытий (ковры); войлоков технических; массивных прокладок для швейной промышленности; теплых - звукоизоляционных материалов; фильтрующих материалов [6].

Например, в строении автомобилей часто применяются тепло - звукоизоляционные материалы с плотностью полотна 1000 г/м, выявленных из текстильных отходов. Такие материалы получены из регенерированных волокон, имеют превосходные акустические, механические свойства.

Физико-механические и акустические качества иглопробивного нетканого шумопоглощающего текстиля из волокон регенерированных, перечислены ниже:

- толщина, мм;
- плотность поверхностная, г/м².

Нагрузка разрывная, Н, в направлении:

- продольном;
- поперечном;
- теплопроводность, Вт/(м К);
- грибоустойчивость, баллы.

Звукопоглощения коэффициент, %, на частотах, Гц:

- 250;
- 500;
- 1 000;
- 2 000;
- 4 000.

Геотекстили также делаются методом иглопробивания. Они по плотности ткани 250 - 850 г/м² и применяются для фильтрации и стабилизации насыпаемого на них грунта. Эти материалы можно употреблять при строительстве железных и автомобильных дорог, в борьбе с эрозией почвы, для укрепления берегов каналов, водохранилищ, пляжей, плотин, насыпей, при строительстве спортивных площадок, взлетно-посадочных полос и для других целей.

Применение таких материалов из синтетических волокон не менее 20 лет, так как волокна долго не разлагаются. Лучше всего подходит для изготовления геотекстильных материалов с применением полиэстера и полипропиленовых волокон, полученных из отходов.

2.2 Определение путей оптимизации технологии получения утеплителя, используемого в строительстве, из текстильного корда от переработки покрышек

Для оптимизации технологии получения утеплителя из текстильного корда от переработки покрышек можно рассмотреть следующие пути:

- использование более эффективных методов переработки текстильного корда. Например, использование более современного оборудования для обработки корда может повысить его качество и ускорить процесс производства;

- оптимизация процесса пропитки связующим веществом. Можно исследовать различные типы связующих веществ и определить наиболее эффективный способ пропитки корда, чтобы увеличить его прочность и теплоизоляционные свойства;

- разработка новых форм и размеров утеплителя. Изменение формы и размеров утеплителя может помочь уменьшить количество отходов при производстве и улучшить его эргономику при монтаже;

– использование более экологически чистых связующих веществ. Можно исследовать возможность использования биоразлагаемых материалов в качестве связующих веществ, что повысит экологичность и безопасность утеплителя;

– повышение эффективности производства. Можно оптимизировать процессы производства, например, сократить время сушки утеплителя или увеличить производительность оборудования, чтобы снизить затраты на производство и повысить его эффективность;

– разработка новых применений утеплителя. Можно исследовать возможности использования утеплителя из текстильного корда в других отраслях, например, в автомобильной промышленности или для производства спортивных товаров. Это может помочь расширить рынок;

– разработка новых методов сортировки и очистки материала. Можно исследовать возможности использования автоматических сортировочных систем и методов очистки материала, чтобы повысить качество корда и уменьшить количество отходов;

– использование ультразвуковых технологий. Можно исследовать возможности применения ультразвуковых технологий для улучшения процесса пропитки связующим веществом и повышения прочности утеплителя;

– использование роботизированных систем производства. Можно исследовать возможности использования роботизированных систем производства для автоматизации процесса производства утеплителя и повышения его эффективности;

– развитие новых методов утилизации отходов. Можно исследовать возможности использования отходов от производства утеплителя в других отраслях, например, для производства топлива или строительных материалов. Это поможет снизить негативное воздействие на окружающую среду и повысить экономическую эффективность производства;

– исследование возможности использования более экологически чистых материалов для производства утеплителя. Можно исследовать возможности использования натуральных материалов, таких как хлопок или шерсть, для создания утеплителя, что поможет снизить негативное воздействие на окружающую среду;

– разработка новых методов пропитки утеплителя. Можно исследовать возможности использования новых методов пропитки утеплителя, например, с помощью вакуумных технологий или использования специальных растворов, что поможет повысить качество и эффективность утеплителя;

– создание утеплителя с дополнительными функциями. Можно исследовать возможности создания утеплителя с дополнительными функциями, например, защитой от воды или огня, что поможет расширить спектр его применения;

– разработка новых методов упаковки и хранения утеплителя. Можно исследовать возможности создания новых методов упаковки и хранения утеплителя, что поможет сохранить его качество и продлить срок его службы;

– исследование возможности создания более легкого и тонкого утеплителя. Можно исследовать возможности создания утеплителя, который был бы более легким и тонким, но при этом сохранял бы свои теплоизоляционные свойства, что поможет снизить затраты на транспортировку и уменьшить объем отходов.

2.3 Описание предлагаемой технологии получения утеплителя, используемого в строительстве, из текстильного корда от переработки покрышек

Корд состоит из волокон полиэфира, полиамида, вискозы. Отличается этот утеплитель отличными теплоизоляционными свойствами, высокой устойчивостью к влажности, длительным сроком службы, простой

установкой и экологической чистотой. Для изготовления утеплителя с добавлением текстильного корда больше подходит механический иглопрошивной способ. Этот способ более экологичный.

Есть строительные нормы и ГОСТы для предлагаемой продукции, такие как СНиП 23-02-2003 Тепловая защита зданий.

Текстильный корд отвечает требованиям СНиП 23-02-2003, имеет повышенную теплозащиту и может использоваться для теплозащиты зданий и сооружений.

Переработка покрышек, дробление, и добавление текстильного корда в утеплитель отвечает всем требованиям СНиП 23-02-2003 по энергосбережению.

Текстильный корд с добавлением крошки отвечает требованиям ГОСТ-16381-77(СТСЭВ 5069-85). Материал не возгорается, имеет высокую теплозащиту.

Материал подходит по следующим основным характеристикам:

- вид основного начального сырья;
- составу;
- форме;
- возгораемости (горючести);
- содержанию связующего вещества.

В зависимости от вида основного сырья материал является неорганическим, количество последнего в смеси превышает 50% по массе.

Материал по структуре волокнистый.

По содержанию связующего вещества:

- не содержит связующее вещество.

По возгораемости (горючести) материал:

- трудносгораемый.

Предлагаемый материал отвечает требованиям ГОСТ и СНИП.

Технология получения утеплителя из текстильного корда, полученного из переработки покрышек, включает несколько этапов.

Первый этап - сбор и разделка старых покрышек. Покрышки нарезают на куски и извлекают из них металлические элементы, такие как обода и шипы.

Второй этап - переработка текстильного корда. Полученный из покрышек корд проходит через ряд обработок, таких как промывка, сушка и обезжиривание. Затем он режется на нужные размеры и формы.

Третий этап - производство утеплителя. Текстильный корд, полученный из переработки покрышек, используется для создания утеплителя. Корд укладывается в слой и пропитывается связующим веществом, таким как латекс или полиуретановая пена. Затем утеплитель высушивается и готовится к использованию.

Такая технология получения утеплителя из текстильного корда от переработки покрышек имеет ряд преимуществ. Она позволяет использовать отходы, которые могут нанести вред окружающей среде, и создать экологически чистый и безопасный для здоровья материал. Кроме того, утеплитель из текстильного корда обладает высокими теплоизоляционными свойствами, прочностью, долговечностью, хорошей звукоизоляцией и устойчивостью к влаге.

По техническим требованиям изделие обладает:

- не более $0,175 \text{ Вт/(м}\cdot\text{К)}$ ($0,15 \text{ ккал}$) ($\text{м}\cdot\text{ч}\cdot\text{°C}$) при 25°C теплопроводностью обладает,
- плотность имеет (объемную массу) не более 500 кг/м^3 ;
- свойствами стабильными физико-механическими и теплотехническими;
- токсических веществ не выделяет, и пыли в количествах, превышающих предельные концентрации допускаяемые.

Может использоваться в строительной сфере для внутренней отделки:

- как теплоизолирующий материал для производства сэндвич - панелей;
- в производстве фибробетона в качестве Фибры;

- в качестве наполнителя для спортивного инвентаря (маты, груши и т.д.).
- в нефтяной промышленности, при тампонаже устья скважин;
- в строительстве, в качестве армирующего компонента при производстве бетонных и асфальтобетонных композиций

По плотности устанавливают марку материалов и изделий.

Для использования в строительной сфере в качестве внутренней отделки утеплитель используется разной толщины, в зависимости от применения и энергоэффективности требуемой к применению утеплителя.

Толщина утеплителя зависит от энергопотребления утепляемого объекта. Зависимость толщины материала от энергопотребления представлено на рисунке 5.

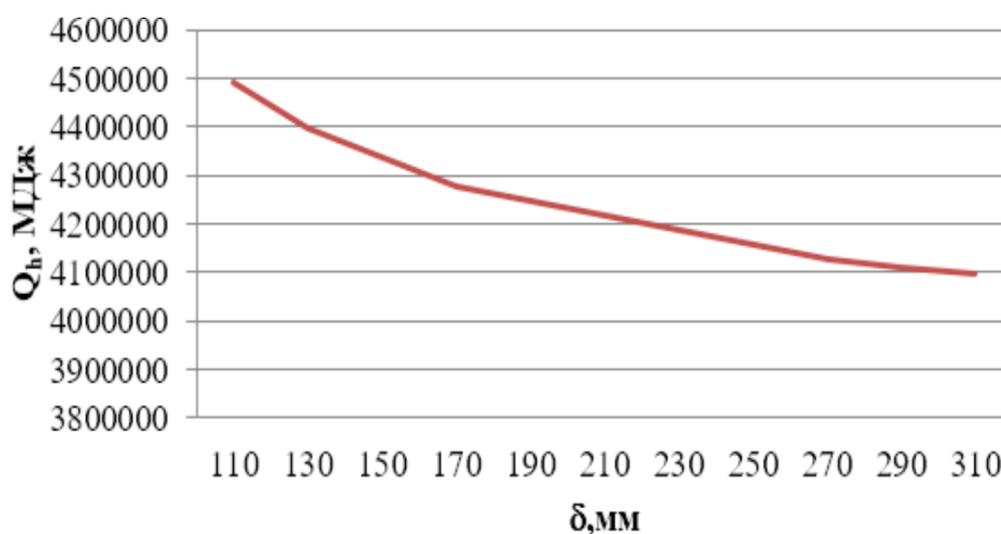


Рисунок 5 - График зависимости толщины утеплителя от энергопотребления

График зависимости термического сопротивления R , $\text{м}^2\cdot\text{С}/\text{Вт}$ толщины утеплителя δ , мм.

Материал определяется предельной температурой использования стандартов или спецификацией для конкретных типов материалов и изделий с обязательным указанием группы горючести [27].

Проведение теплопроводности материала в зависимости от предела рабочей температуры, указанной в стандартах или спецификациях к

отдельным видам материалов и изделий при температуре 25 °С для изделий и материалов, используемых при температуре до 200°С; 125°С для изделий и материалов, используемых при температурах до 500°С; 300°С для материалов и изделий, применяемых при температурах выше 500°С [10], [11], [16].

2.4 Выбор основного оборудования для предлагаемой технологии получения утеплителя, используемого в строительстве, из текстильного корда от переработки покрышек

Предлагаемый мною вид утеплителя будет использоваться в качестве теплоизолирующего материала для производства сэндвич – панелей, или производстве фибробетона. Пример использования утеплителя представлен на рисунке 6.

На данный момент компания ООО «ЭкоРесурсПоволжье» перерабатывает около 50000 кг покрышек в год, из них вырабатывается 12500 кг текстильного корда, который можно использовать в качестве производства утеплителя.

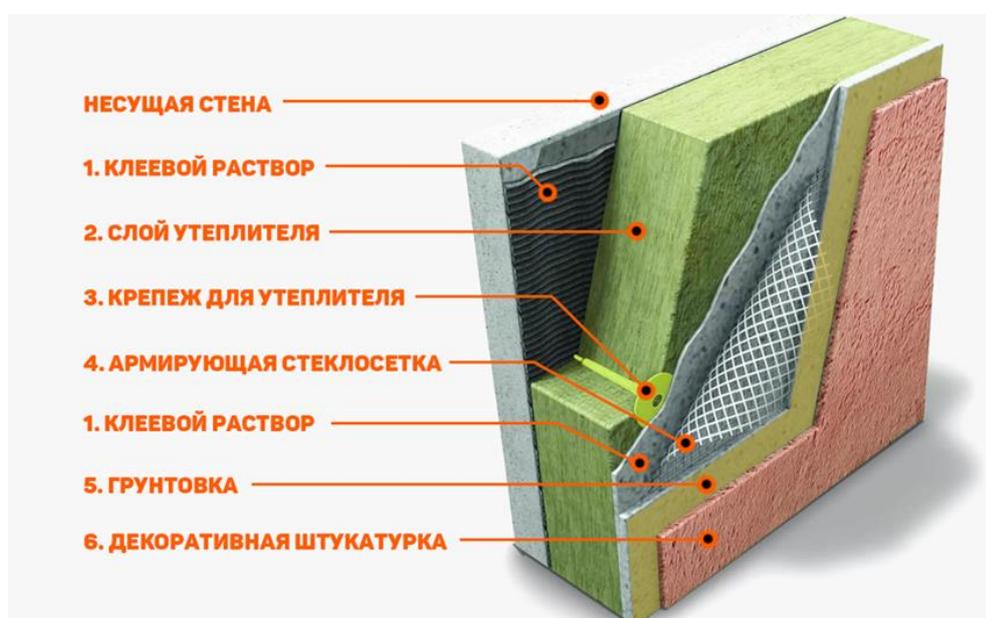


Рисунок 6 - Пример использования утеплителя в строительстве

Измельченное сырье направляется на регулируемый ленточный конвейер, который далее транспортирует его в аэродинамический диспергатор. Также на конвейер с помощью специальных дозаторов подаются минеральные добавки.

Подача сырья зависит от загрузки диспергатора и осуществляется автоматически с соблюдением установленной пропорции. Корд на конвейер может направляться из промежуточного бункера с ворошителем, что обеспечивает формирование однородного слоя и более равномерно загружает диспергатор. Металлические примеси окончательно извлекаются с помощью магнитного сепаратора [9].

Для изготовления утеплителя, используемого в строительстве, из текстильного корда от переработки покрышек предлагается следующее оборудование, рассмотренное в таблице 3 [18], [19], [22].

Таблица 3- Оборудование для производства утеплителя [24].

Оборудование	Мощность, КВт	Частота, Гц	Мощность оборудования по сырью, т/год	Применение
1.Подготовка и дозировка сырья LAROCHE Airlay «FLEXILOFT»	9	55	52	Процесс воздушной укладки
2.Горизонтальный тонкий рыхлитель Exel	9	50	52	Рекомендуется для тонкого разрыхления и качественного смешивания волокна для технологии Аэрлей или разрыхления тонкого волокна для подготовки к кардочесанию.

Продолжение таблицы 3

Оборудование	Мощность, КВт	Частота, Гц	Мощность оборудования по сырью, т/год	Применение
3.Холстоформирование Laroche Airlay « FLEXILOFT + »	9	50	52	Установка формирует холсты волокнистые из волокон разного вида (вторичные короткие, длинные растительные, искусственные, минеральные, синтетические, неорганические), так же из смесей не волокнистых, таких как пластмассы, пенопласт, древесные отходы и прочих дробленых материалов.
4.Взвешивающий кипорыхлитель СНР	9,5	50	52	Машина предназначена для взвешивания волокна с высокой точностью и большой производительностью.
5.Скрепление холста "SUPERTRIM 500"; LAROCHE SA 8445 19 000 9	9	50	52	Скрепление холста. Формирование в пласт.

Сделанная смесь утеплителя и минералов отправляется на аэродинамический диспергатор, обеспечивающий осторожный роспуск корда отдельным волокнам, не повреждая их. Роспуск осуществляется за счет столкновения крупных частиц с лопастями ротора и многих других столкновений материальных частиц в плотном воздушно-волокнистом слое.

Разделение готового продукта происходит под действием аэродинамических сил, создаваемых потоком воздуха. В процессе растворения волокна в диспергаторе смешаны с добавками – природным антисептиком и антипиреном. Происходит смешивание в сильном

турбулентном потоке, обеспечивающем качество и однородность волокна. Волокна соединяются и уменьшается, их доля без потери качества и свойств изоляции [8]. Параметры готового утеплителя представлены в таблице 4.

Таблица 4- Параметры утеплителя

Параметр	Значение
Плотность	30-75 кг/м ³
Теплопроводность	0,032-0,041 Вт/м К
Группа горючести	Г2 - горючая умеренно (ГОСТ 30244); В1 (DIN 4102) невоспламеняемая (ГОСТ 30402); Д1- дымообразующей малой способностью (2.14.2 и 4.18 ГОСТ 12.1.044)
Воздухопроницаемость	Низкая, при плотности материала 30,6-40,0 кг/м ³ всего (80-120)х10 ⁻⁶ м ³ /мсПа
Паропроницаемость	0,3 мг/(м ² *ч*Па), увлажнение по ГОСТ 17177.5 сорбционное за 72 часа - 16 %
РН	7,8-8,3

На выходе вы получаете экологически чистый кордовый утеплитель, востребованный на российском рынке [7].

Производительность оборудования в зависимости от комплектации составляет до 52 т/год.

2.5 Составление материального баланса для предлагаемой технологии получения утеплителя, используемого в строительстве, из текстильного корда от переработки покрышек

В результате материального баланса, опираясь на схему материального потока на рисунке 7, формируется масса, объем и состав сырья, готовой продукции, отходов и потерь на всех стадиях производства; это служит основой для всех остальных энергетических и технологических расчетов

оборудования. Результаты баланса материального, в полной мере раскрывающие всю сущность материальных преобразований на каждом этапе производства, ясно указывают на все недостатки производственного процесса и тем самым намечают пути, по которым должно идти дальнейшее совершенствование производства.

Рассчитаем необходимое количество сырья для производства 1000 кг утеплителя, а также выполнения годового и суточного задания [2].

Исходные данные: производительность годовая 50 тонн. Режимный фонд времени 247 дней. Рецептура утеплителя приведена в таблице 5.

Таблица 5- Рецептура утеплителя

Наименование компонента	Состав %	
полиэфир	60	0,6
полиамиды	37	0,37
вискоза	3	0,03
Итого:	100	100
Бора и Борная кислота (H ₃ BO ₃) 0,3-0,5% от основы		

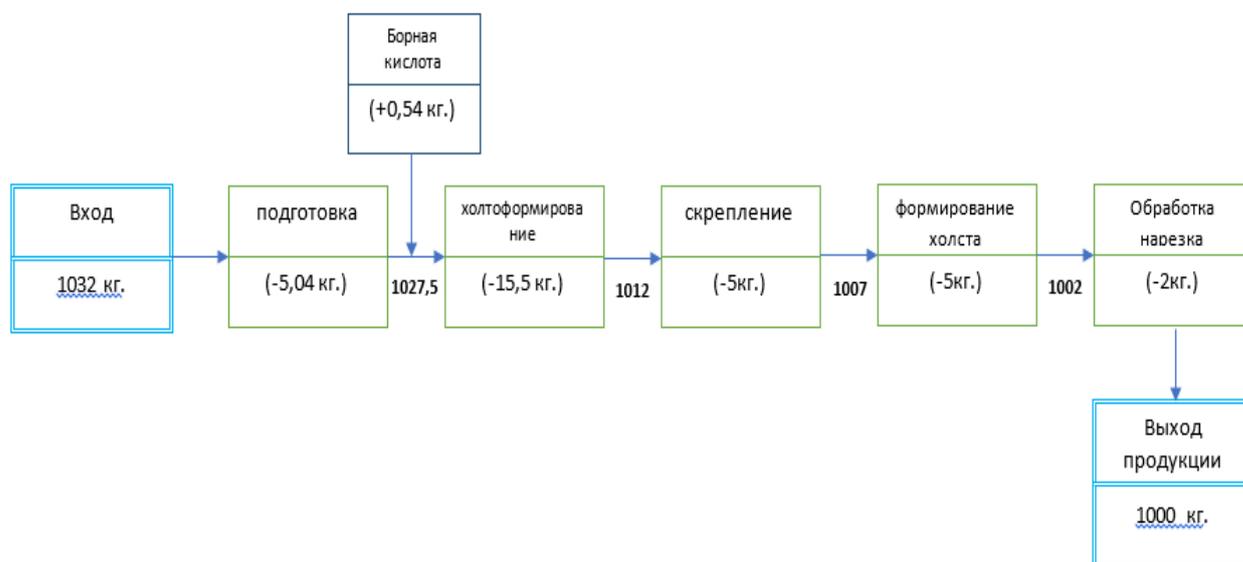


Рисунок 7 - Схема материальных потоков производства утеплителя

Участки процессов;

- №1- подготовка и дозировка сырья;
- №2 холстоформирование;
- №3 скрепление холста;
- №4 формирование готовой продукции;
- №5 обработка (нарезка).

По стадиям потери в % соотношении: $У1 - 0,5$; $У2 - 1,5$; $У3 - 0,5$; $У4 - 0,5$; $У5 - 0,2$.

Подсчет, необходимого сырья для изготовления 1000 кг утеплителя. Расчет сырья происходит с конечной стадии процесса по формуле 1. На стадию №5 (обработка) с учетом потерь (0,2 %) поступить должно X_5 сырья, кг:

$$X_5=1000 \quad 100\%=(100-0,2) \% \quad X_5=\frac{1000 \cdot 100\%}{99,8\%} = 1002 \quad (1)$$

Потери сырья $У5$ составляют: $У5 = 1\ 002 - 1\ 000 = 2$ кг.

По стадии №4 (формирование готовой продукции) с учетом потерь (0,4 %) должно поступить сырья X_4 , кг по формуле (2):

$$X_5=1002 \quad 100\%=(100-0,5)\% \quad X_4=\frac{1002 \cdot 100\%}{99,5\%} = 1007 \quad (2)$$

Потери сырья $У4$ составляют: $У4=1007-1002=5$ кг

На стадию №3 (скрепление холста) с учетом потерь (0.5 %) должно поступить сырья X_3 , кг по формуле (3):

$$X_4=1007 \quad 100\%=(100-0,5) \% \quad X_3=\frac{1007 \cdot 100\%}{99,5\%} = 1012 \quad (3)$$

Потери сырья $У3$ составляют: $У3 = 1012 - 1007 = 5$ кг.

На стадию №2 (холстоформирование) с учетом потерь (1.5 %) необходимо поступить сырья X₂, кг по формуле (4):

$$X_3=1012 \quad 100\%=(100-1,5\%) \quad X_2=\frac{1012 \cdot 100\%}{98,5\%} = 1027,5 \quad (4)$$

Потери сырья У₂ составляют: У₂ = 1027,5-1012=15,5 кг

На участках №2 - №5 потери сырья составляют У₅ + У₄ + У₃ + У₂ = 27,5 кг. На стадию производства основы нужные компоненты подаются в соответствии с составом утеплителя в последующем количестве, кг:

Вискоза:

$$\frac{1027,5 \cdot 0,03\%}{100\%} = 0,308$$

С первой стадии на стадию изготовления основы должно поступить сырья: X₁=1027,5-(0,308+0,308) = 1026,88 кг.

Потери, связанные с добавлением компонентов, составляют 0.5 %. С учетом этих потерь на стадию №1 должно поступить компонентов для получения основы X₁, кг по формуле (5):

$$X_1=1026,88 \quad 100\%=(100-0,5) \% \quad X_1=\frac{1026,88 \cdot 100\%}{99,5\%} = 1032 \text{ кг} \quad (5)$$

Потери составляют: У₁ = 1032 – 1026,88 = 5,12 кг.

Из них, кг:

Полиэфир

$$\frac{5,12 \cdot 60\%}{100\%} = 3,0$$

Полиамид

$$\frac{5,12 \cdot 37\%}{100\%} = 1,89$$

Вискоза

$$\frac{5,12 \cdot 3\%}{100\%} = 0,15$$

Итого: 5,04 кг

Единое количество компонентов, попадающих на стадию получения сырья, составляет 1032 кг.

Из них, кг:

Полиэфир

$$\frac{1032 \cdot 60\%}{100\%} = 619,2$$

Полиамид

$$\frac{1032 \cdot 37\%}{100\%} = 381,84$$

Вискоза

$$\frac{1032 \cdot 3\%}{100\%} = 30,96$$

Общие потери производства составляют, кг:

$$Y = Y_1 + Y_2 + Y_3 + Y_4 + Y_5 = 5,04 + 15,5 + 5 + 5 + 2 = 32,54$$

Результаты расчетов приведены в таблице 6.

Таблица 6- Материальный баланс на 1000 кг утеплителя

Приход		Расход			
Состав корда	Количество, кг	Статья расхода		Количество, кг	
Полиэфир 60%	619,2	Утеплитель		1000	
Полиамид 37%	381,84	Потери из них по участкам:		32,5	
Вискоза 3%	30,96	Участок процесса производства №1 (подготовка и дозировка сырья)	Полиэфир	3	
Борная кислота (этап массоподготовки)	0,54		Полиамид	1,89	
			Вискоза	0,15	
			Участок процесса производства №2	холстоформирование утеплителя	15,5
			Участок процесса производства №3	скрепление холста	5
			Участок процесса производств №4	формирование готового холста	5
-	-	Участок процесса производства №5	обработка, нарезка холста	2	
Итого:	1 032,54	Итого:	-	1 032,54	

Расчет сырья, для выполнения суточной и годовой программ.

По формуле 6 определим суточную производительность цеха:

$$G = \frac{N}{T_{\text{реж}}} \quad (6)$$

где G- производительность цеха суточная, т;

N- производительность цеха годовая, т;

$T_{\text{реж}}$ - фонд времени режимный, сут.

$$G = \frac{50}{247} = 0,202 \text{ т.}$$

Расход сырья суточный определяется исходя из данных, приведенных в таблице 5 материального баланса приведенным ниже образом: на 1 000 кг утеплителя необходимо 619,5 кг полиэфира, на 0,202 т утеплителя X тон:

$$X = \frac{0,202 \cdot 619,5}{1000} = 0,125 \text{ т}$$

Аналогично для остального сырья, т:

Полиамид

$$X = \frac{0,202 \cdot 382,02}{1000} = 0,077$$

Вискоза

$$X = \frac{0,202 \cdot 30,97}{1000} = 0,006$$

Годовой расход сырья, т:

Полиэфира

$$X = \frac{50 \cdot 619,5}{1000} = 30,97 \text{ т.}$$

Полиамид

$$X = \frac{50 \cdot 382,02}{1000} = 19,10 \text{ т.}$$

Вискоза

$$X = \frac{50 \cdot 30,97}{1000} = 1,54 \text{ т.}$$

Таким образом, дневная производительность цеха составляет 0,208 тон утеплителя. Годовая производительность составляет 51,610 тон.

2.6 Эколого-экономическое обоснование для предлагаемой технологии получения утеплителя, используемого в строительстве, из текстильного корда от переработки покрышек

По данным Росстата в РФ на 1000 человек населения жителей, количество собственных автомобилей составляет 305 единиц. При населении в 148,9 миллионов общее количество легковых автомобилей составляет примерно 45,5 миллионов единиц. Средний срок службы автомобильной шины составляет 5 лет, часто реальный срок меньше, в районе 3-4 лет. Поэтому каждые 4-5 лет количество использованных шин увеличивается более чем на 181 тысяч штук или, если принять средний вес одной покрышки 7 кг, то увеличение составляет 1,2 миллионов тонн. С учетом грузовых перевозок эта цифра возрастает до 2 миллионов тонн и более [12].

Постоянное увеличение количества использованных шин является проблемой не только в России, но и во всем мире. Их неконтролируемое сжигание вызывает загрязнение атмосферы сажей, окисью углерода, цианистыми соединениями, диоксидами. Резина очень устойчива к воздействию факторов окружающей среды, скопление большого количества использованных шин представляет серьезную экологическую проблему. Современное и инновационное использование изношенных шин смогут решить проблему.

Стоит отметить что, несмотря на существенное множество способов их обработки, в России реализация довольно ограничена. Это в первую очередь вследствие значительных материальных затрат и организацией дополнительного производства, которые трудно сделать в достаточном количестве эффективным из-за сложности происходящих процессов [20].

По мнению экспертов, каждый год в мире выходят из употребления более 10 миллионов тонн шин [15], [17].

По данным НИИ шинной промышленности в России ежегодно прекращает работу около 1 миллиона тонн шин. Количество изношенных

шин будет увеличиваться с ростом грузовых и автомобильных перевозок. Продажа легковых и автомобилей коммерческих в 2016 году составил 1,4 миллионов единиц. В 2017 году показатель составил 1,5 миллионов штук, а к 2023 году ожидается увеличение до 2 миллионов штук. По мнению экспертов, объем продаж автомобилей будет расти. Прирост автопарка оценивается в 3-7% ежегодно. И полученное число шины увеличится. В России утилизация шин — серьезная экологическая и экономическая проблема [14].

Класс опасности бывших в употреблении шин – IV (низкая опасность). Шины практически не подвержены биологическому разложению. Время разложения резины более 100 лет. Но автомобильные шины содержат ценное сырье: резину, металл и текстильный корд. Эти материалы практически не меняют своих первоначальных свойств в процессе эксплуатации. На переработки шин можно получить новые продукты, которые используются в различных производственных сферах. Переработка изношенных шин имеет большое социально-экономическое значение.

Полученный текстильный корд от переработки покрышек по результатам исследования подходит для производства строительного утеплителя.

В результате производства утеплителя из текстильного корда решаются многие экономические и экологические проблемы.

Экологический эффект заключается в:

- снижении нагрузки на окружающую среду;
- транспортировке на полигоны;
- захоронение.

В таблице 7 рассмотрен экологический эффект от производства утеплителя. Постановление Правительства РФ от 13.09.2016 N 913 (ред. от 24.01.2020) «О ставках платы за негативное воздействие на окружающую среду и дополнительных коэффициентах».

Таблица 7- Экологический эффект

Наименование затрат	Рублей в год за тонну
Плата за негативное воздействие на окружающую среду (НВОС)	10 445
На транспортировку на полигон	12500
На захоронение на полигоне	8750
Итого:	31695

Расчет затрат на захоронение и за НВОС считаем по формуле (7) [23];

$$\text{Потх} = \text{Слотх} \cdot \text{Нбл} \cdot \text{Мотх} \quad (7)$$

где $\text{С}_{\text{лотх}}$ - ставка платы за размещение 1 тонны отхода в пределах установленных лимитов (руб)

$\text{Н}_{\text{бл}}$ - базовый норматив платы за 1тонну размещаемых отходов в пределах установленных лимитов

$\text{М}_{\text{отх}}$ - фактическое количество размещаемых отходов (т/год).

$$\text{Потх} = 663,2 \cdot 1,26 \cdot 12,5 = 10445 \text{ рублей}$$

Затраты на транспортировку отходов;

$$1000\text{руб. за тонну} = 1000\text{р} \cdot 12,5\text{т/год} = 12500\text{р}$$

Экономический эффект показан в таблице 8 и 9.

Таблица 8- Экономический эффект

Оборудование	Стоимость, руб.
Подготовка и дозировка сырья LAROCHE Airlay «FLEXILOFT» Горизонтальный тонкий рыхлитель Exel	1 000 000
Холстоформирование Laroche Airlay «FLEXILOFT +» Аэрлей Флексилофт	2 390 000
Взвешивающий кипорыхлотель СНР	5 69 000
Скрепление холста "SUPERTRIM 500"; LAROCHE SA 8445 19 000 9	1 200 000
Итого:	5 159 000

Таблица 9- Экономический эффект

Позиция	Ед.изм.	значение
Расход сырья	Т/год	50
Производство (готовая продукция)	Т/год	52
Ср. себестоимость	Руб/т	5 000
Ср.рыночная цена строительного утеплителя	Руб/т	10 000
Единовременные затраты на оборудование	Руб.	5 159 000
окупаемость	лет	6

Производимый утеплитель на основе текстильного корда от переработки покрышек находит широкое применение в строительстве домов, в производстве, в качестве наполнителя для спортивного инвентаря, при тампонаже устья скважин.

Представленный метод реализации текстильного корда экологичен, тем, что минимизирует выбросы в атмосферу опасных фенолов, токсичных соединений, оксида углерода (CO), диоксида серы (SO₂), оксида азота (NO), а также устраняет проблему захоронения покрышек [13].

Экономический и экологический положительный эффект производства утеплителя с использованием текстильного корда заключается в безотходности и дополнительных затратах на создание готового продукта.

Внедрение предлагаемого техпроцесса при единовременных вложениях 5159000 рублей, позволит не только снизить ежегодные затраты в размере 31695 рублей за захоронение, но и получить прибыль.

Утеплитель из текстильного корда может применяться для производства сэндвич панелей, используемых в качестве теплоизоляции. Производство такого утеплителя позволяет сэкономить на утилизации и получить прибыль за счет отходов предприятия.

Заключение

В данной работе рассмотрена оптимизация технологии получения утеплителя, используемого в строительстве, из текстильного корда от переработки покрышек. В ходе проделанной работы был собран материал, нацеленный на решение поставленных задач;

- был подробно изучен и рассмотрен текстильный корд от переработки покрышек, его получение, применение, переработка и использование;

- предложен новый вариант строительного утеплителя из текстильного корда от переработки покрышек, который в дальнейшем может успешно производиться с минимальными затратами на покупки, эксплуатацию и обслуживание оборудования;

- проведен патентный поиск и литературный обзор в области использования технологий получения утеплителя, используемого в строительстве, из текстильного корда от переработки покрышек;

- рассмотрены и проанализированы существующие технологии получения утеплителя, используемого в строительстве, из текстильного корда от переработки покрышек;

- разработаны рекомендации по оптимизации технологии утилизации отработанных покрышек, обеспечивающих возможность производства утеплителя, используемого в строительстве, из текстильного корда от переработки покрышек;

- подсчитана экономическая и экологическая эффективность предлагаемых рекомендаций по оптимизации технологии.

Утеплитель из текстильного корда от переработки покрышек может стать хорошей альтернативой существующим и давно применяющимся вариантам утеплителя.

Была достигнута поставленная цель выпускной работы.

Список используемой литературы и используемых источников

1. Вертикаль. Переработка. Производство. [Электронный ресурс]. –URL: <https://xn----7sbbfpoj5buqm5h.xn--p1ai/content/tekstilnyy-kord//2019>. Дата обращения 7.05.2023.
2. Евразийский научный журнал. [Электронный ресурс]. –URL:<https://journalpro.ru/articles/vliyanie-tolshchiny-uteplitelya-na-energoeffektivnost-zdaniya/2022>. Дата обращения 20.05.2023.
3. Новые технологии переработки пластмасс. [Электронный ресурс]. –URL:http://www.polymer.ru/letter.php?n_id=362&cat_id=3/2022. Дата обращения 7.05.2023.
4. Обозреватель. [Электронный ресурс]. –URL:<https://smarta-consult.ru/proizvodstvo-netkanyh-materialov-i-kompozitov/2023>. Дата обращения 5.04.2023
5. Оборудование. [Электронный ресурс]. –URL:<https://www.dilo.de/en/machines/production-lines/compact-line/>. Дата обращения 7.05.2023.
6. Оборудование. [Электронный ресурс]. –URL:<https://smarta-consult.ru/podgotovitelno-smesitelnye>. Дата обращения 15.03.2023.
7. Оборудование для изготовления нетканых материалов. [Электронный ресурс]. –URL: <http://www.laroche.fr/ru/domaines-dactivites>. Дата обращения 5.02.2023.
8. Производство нетканых материалов из вторичных волокон. [Электронный ресурс]. –URL:https://proizvodim.com/proizvodstvo-netkanyh-materialov-iz-vtorichnyh-volokon.html_2019_05_23. Дата обращения 12.02.2023.
9. Расчет НВОС. [Электронный ресурс]. –URL:https://www.profiz.ru/eco/3_2017/plata_za_othody/ Дата обращения 1.05.2023.

10. Статья. Оборудование [Электронный ресурс].
–URL:<http://www.dan-web.com/equipment.html>_2022. Дата обращения
12.03.2023.

11. Статьи для высших учебных заведений 2018. [Электронный ресурс].
URL:https://bstudy.net/970714/tehnika/oborudovanie_proizvodstva_netkanyh_pol_oten_igloprobivnym_sposobom. Дата обращения 12.02.2023.

12. Статья. Бизнес план [Электронный ресурс].
–URL:https://alfaspk.ru/shop/biznes-planu-okupayemosti-oborudovaniya_2019.
Дата обращения 2.05.2023.

13. Способ переработки текстильного корда [Электронный ресурс].
–URL:https://patents.google.com/patent/RU2643953C1/ru_2019. Дата
обращения 18.03.2023.

14. Статья. Как использовать металло корд и текстиль [Электронный ресурс].
–URL:https://rcycle.net/rezina/shiny/metallokord-i-tekstil_2023. Дата
обращения 12.02.2023.

15. Социальная экология. Экологическое сознание 3-е изд., испр. и доп. Учебное пособие для бакалавриата и магистратуры Авторы: Всеволод Медведев, Айгуль Алдашева _2019.

16. Статья 1. Основные понятия [Электронный ресурс] // КонсультантПлюс.–URL:https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_19109/bb9e97fad9d14ac66df4b6e67c453d1be3b77b4c. Дата обращения:
19.04.2023.

17. Статья 42 [Электронный ресурс] // КонсультантПлюс. –URL:
https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_28399/2b65ae24cc8141d4720fb749fb0c5583f8395048. Дата обращения: 19.04.2023

18. Статья. [Электронный ресурс]
–URL:<https://laroche.fr/ru/razryhlyayushche-smesitelnye-linii-lignes-douvraison-melange.html>_2021. Дата обращения 12.04.2023.

19. Статья. [Электронный ресурс]
–URL:<https://www.ifcg.ru/kb/tnved/8445190009/> Дата обращения 18.03.2023.
20. Услуги в области промышленной, экологической и транспортной безопасности [Электронный ресурс].
–URL:http://podjmnik.ru/produkcija/realizaciya-tekstilnogo-i-metallicheskogo-korda.html_2020. Дата обращения 18.03.2023.
21. Характеристики оборудования. [Электронный ресурс]
–URL:https://getsiz.ru/poka-v-glazgo-govoryat-v-pajmio-rabotayut.html_2020.
Дата обращения 20.03.2023.
22. Характеристики оборудования. [Электронный ресурс] –URL:
<https://souzlegprom.ru/ru/press-tsentr/novosti/novosti-otrasli/3869-oborudovanie-dlya-proizvodstva-i-obrabotki-innovatsionnykh-tekstilnykh-materialov-predstavili-na-delovoj-programme-rossijskoj-nedeli-tekstilnoj-i-legkoj-promyshlennosti-2019.html>. Дата обращения 01.02.2023.
23. Эколого-экономическое обоснование проекта переработки резинотехнических изделий [Электронный ресурс].
–URL:https://elar.urfu.ru/bitstream/10995/77654/1/m_th_d.a.uporov_2019.pdf.
Дата обращения 20.04.2023.
24. Экология. Учебник и практикум для академического бакалавриата. Авторы// Наталья Митина// Борис Малашенков// Виктор Данилов-Данильян _2020 год издания.
25. Переработка автомобильных покрышек. [Электронный ресурс]
–URL:https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S254250482100035X_2021.
Дата обращения 15.03.2023.
26. Переработка шин. [Электронный ресурс]
–URL:https://recyclinginside.com/rubber-recycling/tire-recycling/_2021. Дата обращения 30.04.2023.
27. Строительный утеплитель. [Электронный ресурс]
–URL:https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0950061819309845_2019. Дата обращения 30.04.2023.

28. Производство по переработки шин. [Электронный ресурс] –URL:https://phoenixindustries.com/tire_recycling_plants.html. Дата обращения 08.03.2023.
29. Krzysztof Formela. Advanced Industrial and Engineering Polymer Research. Sustainable development of waste tires recycling technologies – recent advances, challenges and future trends. Volume 4, Issue 3, July 2021, Pages 209-222.
30. Habiba Afrin, Nazmul Huda¹ and Rouzbeh Abbasi. Study on End-of-Life Tires (ELTs) Recycling Strategy and Applications. et al 2021.
31. Ali Fazli, Denis Rodrigue. Recycling Waste Tires into Ground Tire Rubber (GTR)/Rubber Compounds: A Review. Published: 31 July 2020.
32. Krzysztof Formela. Sustainable development of waste tires recycling technologies – recent advances, challenges and future trends. June 2021.
33. Selman Karagoz, Vladimir Simic, Svetlana Dabic-Miletic. End-of-life tire management: a critical review. Epub 2021 Oct 15.