

ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ ЗНАЧЕНИЕ И РЕШЕНИЕ ПРОБЛЕМЫ ПЕРЕРАБОТКИ ИЗНОШЕННЫХ АВТОШИН

В данной статье рассмотрена проблема переработки изношенных автошин. Произведен обзор существующих технологий. Разработана конструкция установки по переработке изношенных автошин, не имеющая аналогов, с получением конечного продукта – резинового порошка.

Охрана окружающей среды напрямую связана с ресурсосбережением: ведь запасы природных богатств в недрах Земли не бесконечны. В настоящее время нерациональное использование природных ресурсов привело не только к их истощению, но и к значительному загрязнению окружающей среды. В связи с этим перед человеком встают две задачи: научиться тщательней и бережливей извлекать то, что еще осталось, и, по возможности, готовить исчезающим или дорогим сырьевым продуктам заменители.

Определение вторичного сырья регламентируется ГОСТом 25916-83 «Ресурсы материальные вторичные. Термины и определения». В соответствии с этим ГОСТом под вторичным сырьем понимаются «вторичные материальные ресурсы, которые в настоящее время могут повторно использоваться в народном хозяйстве». При этом под вторичными материальными ресурсами понимаются «отходы производства и потребления, которые образуются в народном хозяйстве».

Экологическая и экономическая целесообразность и необходимость повторного и многократного использования природных ресурсов путем вовлечения части отходов производства и потребления в хозяйственный оборот в качестве вторичного сырья доказана многолетней практикой во многих странах мира.

Одним из видов отходов, которые образуются в достаточно больших количествах в процессах изготовления резинотехнических изделий, товаров народного потребления, в шинной промышленности, а также в сфере потребления, являются резинотехнические отходы. Необходимо отметить, что резиновые отходы, в отличие от некоторых других видов отходов (древесные отходы, растительные отходы, отходы пищевой промышленности и др.), практически не подвержены разрушению под воздействием климатических факторов и во времени, а поэтому должны перерабатываться.

В различных странах прилагаются значительные усилия к разработке экологически чис-

тых технологий и оборудования для переработки резинотехнических отходов. Это вызвано, в первую очередь, угрожающим для окружающей среды ростом накоплений таких отходов.

Значительные количества резинотехнических отходов образуются в РФ. Для правильного подхода при решении задачи утилизации и переработки отходов нужно знать их характеристики, отличие в зависимости от места их возникновения (стадии производства резинотехнических изделий, отходы после износа или использования и т. д.)

Переработка изношенных шин всегда была трудноразрешимой технической задачей, а с появлением шин с металлокордом еще более усложнилась, что привело к повсеместному неудержимому накоплению изношенных шин.

Изношенные автомобильные шины относятся к категории сложных видов отходов промышленного производства. Неиспользуемые изношенные шины являются источником длительного и устойчивого загрязнения окружающей среды вследствие высокой стойкости к действию природных факторов.

Вышедшие из эксплуатации шины являются источником загрязнения окружающей среды. Во-первых, они не подвергаются биологическому разложению, во-вторых, огнеопасны, хотя и не являются легковоспламеняющимся материалом, но в случае возгорания погасить их достаточно трудно. В-третьих, при складировании в шинах накапливается вода, что делает их идеальным местом для размножения грызунов и кровососущих насекомых, переносчиков инфекционных заболеваний.

Выброшенные на свалки, либо закопанные шины разлагаются в естественных условиях не менее 100 лет. Контакт шин с дождевыми осадками и грунтовыми водами сопровождается вымыванием ряда токсичных органических соединений: дифениламина, дибутилфталата, фенантрена и т. д. Все эти соединения попадают в почву.

Кроме того, даже если резина не эксплуатируется, она выделяет незначительное количе-

ство химических веществ (всего их может насчитываться до 100) [1].

Таким образом, остро встает проблема утилизации превращающихся в отходы изношенных автопокрышек. Так как автопокрышка должна выдерживать экстремальные нагрузки, то шина – это комплексный элемент высококачественных материалов, который состоит из 15 компонентов. Протекторы, боковины и борта покрышки состоят из специальных смесей резины. Каркас в основном состоит из вискозного шелка или сложного полиэфира, внутренность борта – из стали.

Среднестатистический состав типичной шины легкового автомобиля включает смесь резины – 86%, стальную проволоку – 10%, текстильное волокно – 4% (рисунок 1).

Типичная шина грузового автомобиля состоит из смеси резины – 85%, стальной проволоки – 15%, текстильного волокна – 0,5%.

Основной составляющей шины является резина. При учете износа вследствие эксплуатации доля резины в использованной автопокрышке составляет более чем 65%. А ведь шинная резина – это комплекс весьма ценных компонентов, извлечение и дальнейшее использование которых позволило бы существенно снизить потребление некоторых дефицитных при-

родных ресурсов. Поэтому материал шин целесообразно утилизировать.

Так 1 тонна шин – это почти 600-650 кг резины, 130-150 кг текстиля, 130-200 кг металла. Нельзя не отметить, что амортизированная шина представляет собой ценное вторичное сырье, содержащее 65-70% резины (каучук), 15-25% технического углерода, 10-15% высококачественного металла.

Проблема использования изношенных шин имеет также существенное экономическое значение, поскольку потребности хозяйства в природных ресурсах непрерывно растут, а их стоимость постоянно повышается. Использование изношенных шин содержащих помимо резины, технические свойства которой близки к первоначальным, большое количество армирующих текстильных и металлических материалов, является важным фактором экономии природных ресурсов.

Экономическое значение использования отработанных шин определяется тем, что добыча природных ресурсов становится все более дорогостоящей, а в ряде случаев – ограниченной [2]. Поэтому использование отработанных шин приобретает все большую значимость.

Все это говорит о том, что состоящие в основном из резины использованные автопокрышки являются экономически выгодным про-

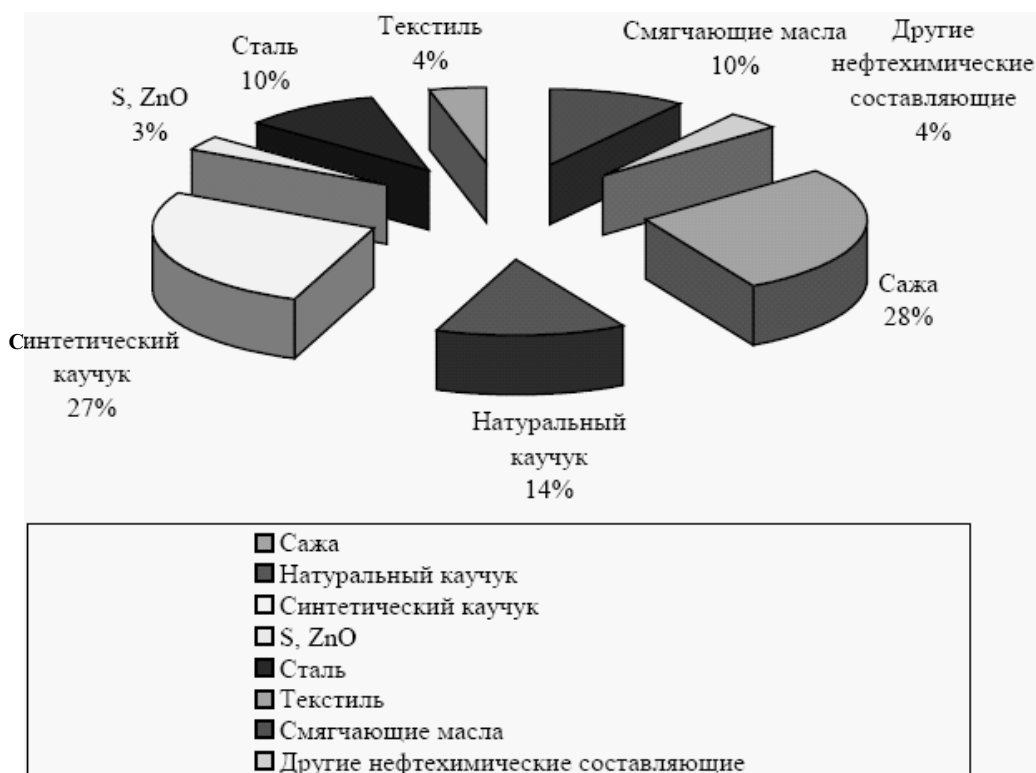


Рисунок 1. Среднестатистический состав радиальной шины легкового автомобиля

дуктом, имеющим высокий потенциал переработки.

Использованные автопокрышки, как правило, подлежат утилизации по причине износа после их применения в качестве шин для транспортных средств. Это автопокрышки грузовых, легковых автомобилей, сельскохозяйственных машин, тягачей, мотоциклов, а также специальных транспортных средств и самолетов. Их поставщиками выступают промышленные и частные хозяйства, а также административные институты (правительства и прочие органы управления, армия, правоохранительные органы, органы здравоохранения).

В таблице 1 приводятся данные о количестве утильных шин и способах их вторичного использования в ряде стран Европы, США и Японии [3].

В нашей стране проблема утилизации старых покрышек усугубляется еще и тем, что страны ЕС поставляют на российский рынок частично отработанные покрышки, перекалывая, таким образом, на нас свои экологические проблемы. Так, Германия экспортирует в Россию порядка 10% изношенных шин.

Общий уровень вторичного использования изношенных шин в нашей стране в 1988-1990 гг. с учетом восстановительного ремонта достигал 500 тыс. тонн в год, или более 30% от годового объема образования. В последнее десятилетие XX века в России промышленность восстановительного ремонта практически перестала существовать, а количество переработанных шин с получением резиновой крошки составило около 30 тыс. тонн, что не превышает 5% от их образования. В результате слабой работы по вторичной переработке и утилизации изношенных автомобильных шин и резинотехнических изделий (РТИ) каждый год безвозвратно теряется до 1000 тыс. тонн материалов.

В России ежегодный объем выбрасываемых автошин оценивается цифрой более 800 тыс. т,

при этом в Москве накапливается 50-60 тыс. т, в Санкт-Петербурге и Ленинградской области – около 50 тыс. т.

В Оренбургской области – около 14 тыс. т, хотя на самом деле эта цифра вдвое выше. По данным ГИБДД УВД Оренбургской области в 2003 г. на учете в подразделениях Госавтоинспекции области состояло 428 177 автомобилей, автобусов и троллейбусов, в том числе: грузовые автомобили – 64 783, автобусы – 1895, троллейбусы – 135, легковые автомобили – 361 364. Проведенные нами расчеты показали, что ежегодно в Оренбургской области образуется свыше 21 тысячи автопокрышек.

Несмотря на существование множества способов переработки шин и использования продуктов их утилизации, объем переработки покрышек в настоящее время не превышает 30%. В России подвергается утилизации около 10% отработанных шин. В основном это связано с материальными затратами, организацией дополнительных производств и недостаточной экономической эффективностью известных процессов [4].

В настоящее время в мире используется значительное количество различных технологий по переработке изношенных покрышек: восстановление, захоронение, использование цельных шин, сжигание в цементных печах и для получения энергии, переработка в крошку (любым способом – криогенным, с помощью озона, взрывоциркулярным, механическим и т. д.), пиролиз.

Восстановление шины – это капитальный ремонт, при котором обновляется либо протектор шины, либо как протектор, так и боковина, с целью продления срока эксплуатации автопокрышки. Наложение нового протектора осуществляется двумя методами – «горячим» либо «холодным».

С технической точки зрения восстановление шины не может повторяться сколько угодно раз без влияния на ее качество и безопасность

Таблица 1. Количество использованных шин в промышленно развитых странах

Страна	Объем образования, тыс. т.	Вывезено на свалку, %	Получение энергии, %	Восстановление протектора, %	Получение резиновой крошки, %	Экспорт, %	Прочее, %
США	2 800	59	23	9	9	3	1
Япония	840	8	43	9	12	25	3
Германия	600	2	38	18	15	18	9
Великобритания	450	67	9	18	6	-	-
Франция	425	52	10	13	6	19	-
Италия	330	53	14	27	-	9	-
Россия	800	96	-	1	3	-	-

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.

Изношенные шины легально или нелегально хранятся как на смешанных свалках с другими отходами, так и на свалках, предназначенных исключительно для использованных автопокрышек. Число хранящихся во всем мире на свалках шин оценивается в миллиард штук. Недостаток альтернатив по переработке шин приводит к увеличению количества шин, хранящихся на свалках.

Необходимость в массовых хранилищах изношенных шин обусловлена тем, что в ряде стран, и в первую очередь в США, было запрещено вывозить их на обычные свалки. Против вывоза на свалку изношенных шин имеются экономические, технические и экологические причины.

Вследствие захоронения на свалке использованные шины извлекаются из экономического оборота и в связи с этим не могут быть использованы для дальнейшей переработки. Данный способ использования шин может быть приравнен к уничтожению ресурсов.

Изношенные автопокрышки в силу своих свойств является продуктом, не подходящим для захоронения. Известно, что в местах складирования автопокрышек происходит загрязнение подземных вод, за счет вымывания из них целого ряда токсичных органических соединений – 1-(3-метилфенил)-этанона, азулена, бензотиазола, 2-метилбензотиазола, N-(2,2-диметилпропил)-N-метилбензамин, бутилированного гидрокситолуола, диэтилфталата (обладает выраженными кумулятивными свойствами), 2-(метилтио)-бензотиазола, дифениламина (класс опасности 3), дибутилфталата, фенантрена (класс опасности 2, обнаружена канцерогенность на мышах). Все эти соединения попадают в почву. Разложение шины в земле длится более чем 100 лет. Форма шин и специфичный вес из-за кавитации (образования пустот) не допускают регулируемого уплотнения свалки.

Сжигание большого количества шин имеет исторические причины. Десятилетиями сжигание шин представляло собой недорогой способ получения энергии. Одновременно имелась возможность экономить первичные горючие

материалы. Ряд недостатков сжигания шин лежит в самой природе данного метода. Процесс сжигания способствуют усилению парникового эффекта. Так, в процессе горения образуется около 3700 кг CO₂ на тонну шин. Высокое содержание серы (до 2%) затрудняет очистку продуктов горения. Кроме того, при горении шинных резин в атмосферу выделяется большое количество копоти с высоким содержанием различных углеводородов [5].

В процессе горения всегда образуются такие органические соединения, как пирен (класс опасности 1), фенантрен (класс опасности 2), антрацен (канцероген), флуорантен. Кроме того, в зависимости от условий сгорания может образовываться также ряд других органических соединений того же класса – нафталин (канцероген), 2-метилнафталин, бифенил, аценафтилен (канцероген), флуорен (канцероген), аценафтен (канцероген), бенз[а]антрацен, хризен (канцероген), бенз[а]пирен (особо опасный канцероген), дибензо[а,h]антрацен (особо опасный канцероген).

Опасность каждого из этих органических веществ может повыситься при их совместном действии на человека. На сегодняшний день не решен вопрос о гарантиях безопасности при сжигании в цементных печах старых автопокрышек. Температурные колебания в процессе горения ведут к неполному сгоранию шины. При этом при температуре ниже 1100° С образуются такие высокотоксичные органические вещества, как хлорированный диоксин и фуран.

Определяющим для технологии переработки шин в крошку холодом является охлаждение материала ниже температуры охрупчивания перед размельчением. Для резины в зависимости от ее состава данный температурный промежуток составляет между –60° С и –120° С, т. е. охлаждение материала происходит при очень низких температурах (и/или криогенным способом). В качестве хладагента в большинстве случаев применяется жидкий азот.

При переработке покрышек криогенным способом основным недостатком являются повышенные энергетические затраты, так как для охлаждения в качестве охладителя используется жидкий азот с температурой –196°С, что значительно ниже температуры стеклования, то этот процесс охлаждения имеет большие термодинамические потери и, следовательно, повышенные энергетические затраты и требует от 2500 до 3000 кВт/ч для переработки 1 т покры-

шек. Стоимость замораживания 700 кг покрышек в час колеблется от 80 до 100 долларов. Удаление корда, как правило, происходит при дроблении резины на части размерами до одного дюйма, что позволяет удалить лишь до 50-70% корда магнитным способом, при этом металлический корд получается загрязненным остатками резины [6].

Следует упомянуть еще об одной технологии переработки автопокрышек при нормальной температуре – технологии озонного разрушения. Для реализации технологии созданы специальные установки, в которых автопокрышки или их фрагменты подвергают одновременно воздействию озона и деформированию.

Несмотря на многие положительные аспекты озонного метода, необходимо отметить существенные недостатки: дороговизну процесса получения озона, его высокую токсичность, взрывоопасность в сочетании со многими компонентами; неудовлетворительные показатели по форме и поверхности частиц; разрушенная озоном резина меняет свои первоначальные свойства; необходима рекуперация отработанного озона, так как повышенная концентрация его в воздухе опасна для человека и негативно влияет на экологическую обстановку в целом [7].

Продукция, полученная в результате переработки шин методом пиролиза (пиролизное масло, сажа и сталь), имеет низкое качество и не может быть прибыльно реализована на рынке. Пиролизные технологии отличаются по своему температурному режиму (низкие, средние, высокие температуры) и типу реактора (вращающийся трубчатый реактор, сжигание в вихревой топке). Вследствие трудно контролируемого температурного режима данного технологического процесса качество продукции на выходе невысоко. 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.

Все вышеперечисленные технологии требуют больших капиталовложений: зарывание в землю и сжигание покрышек требуют не менее 3 миллионов долларов; термическая деструкция, пиролиз требуют от 6 до 12 миллионов долларов капиталовложений. Механические технологии требуют вложения для оборудования, проектирования и строительства производственных помещений. Цены на оборудование

составляют от 850 000 до 3 000 000 долларов. Проектирование и строительство производственных помещений для механических технологий вместе с фундаментом стоит 1-2 миллиона долларов.

Предлагаемый нами проект создания экологически чистого, мобильного (передвижного) мини-завода по утилизации изношенных автопокрышек имеет целью решение одной из острейших экологических проблем – утилизацию использованных автошин [8]. ООО «Поликом Траст Сервис» совместно с ОАО «Орбургский Станкозавод» разработали и создали первый промышленный образец мини-завода.

В основе предлагаемого проекта лежит уникальный способ скоростной переработки автопокрышек, конечным результатом которого является не только уничтожение вредных и практически не разлагающихся отходов, но и получение на конечной стадии процесса переработки высоколиквидных продуктов, жизненно важных для деятельности человека.

Способ скоростной переработки автошин принципиально отличается от всех вышеприведенных. При скоростном методе автошина обрабатывается полностью без предварительного разрезания и дробления, что в свою очередь экономит электроэнергию, площади и снижает себестоимость конечного продукта, не снижая качества. Сущность предлагаемой технологии заключается в механическом измельчении автомобильной шины специальной фрезой с воздушной сепарацией резинового порошка по размерам и одновременным отделением измельченного корда. Промышленная скорость переработки на одной установке составляет 200 кг шин в час, что при двухсменной работе составляет 768 тонн в год (порядка 16 000 автошин от автомобилей марки ЗИЛ). Выход продукции составляет 75%.

Технология производства по данному проекту обеспечивает получение резинового порошка с физическими параметрами, отличающимися его от аналогичных продуктов, производимых с использованием традиционных технологий. Частицы порошка имеют размеры менее 1 мм и высокоразвитую поверхность, что позволяет продукту в более полной мере вступать во взаимодействие с другими компонентами и тем самым создавать композиции более высокого качества. Такое свойство резинового порошка позволяет найти ему применение в других отраслях, в том числе при производстве

автошин; материалов для кровельных работ; резинотехнических изделий; в качестве сорбента нефтепродуктов при ликвидации последствий аварий; в качестве модификатора битума для дорожного строительства.

Мини-завод установлен на базе тракторного прицепа «Сармат», что позволяет доставлять оборудование к месту скопления автошин, что в значительной степени снижает затраты производства. Общая площадь, занимаемая оборудованием, не более 30 м². Мини-завод может комплектоваться дизель-электрической станцией АД-100, что дает возможность утилизировать шины даже вдали от точек подключения.

В результате анализа данных, которые были получены путем проведения замеров при работе мини-завода, было доказано, что данное оборудование практически не оказывает вредного воздействия на окружающую среду.

Верхние значения показателей в десятки раз ниже предельно допустимой концентрации, установленной различными нормативными актами. При поддержке городской администрации и областных экологических служб в настоящее время создается сеть накопительных площадок по городу и области.

Предлагаемый нами проект гарантирует защиту окружающей среды от выделения летучих токсичных (как, впрочем, и нетоксичных) соединений, и в то же время решается проблема 100% использования всего отработанного материала.

Эффективность предлагаемого способа подтверждена на практике в ходе лабораторных и промышленных испытаний. Товарную ценность и возможность дальнейшего использования получаемой продукции подтверждают исследования.

Список использованной литературы:

1. С.А.Nau, G.Neal, V.A.Stembridge, Arch. Indust.Health, 1998, 17, 21.
2. В.А. Сапронов «Экономическое и экологическое значение проблемы переработки изношенных шин» //сб. «Переработка изношенных шин». М., ЦНИИТЭНЕФТЕХИМ, 1982, с.5.
3. Rapra Review Report. №99, 1997, Rapra Technology Ltd.
4. Л.А. Демина «Вулкан на обочине» //«Энергия: экономика, техника, экология», №1 2002, с.42-45
5. А.М. Максимов «Создание системы сбора, переработки и утилизации изношенных шин и других резинотехнических изделий в Российской Федерации» //«Автотранспортное предприятие», №12 2003, с.39-41
6. С. Лавров «Изношенные автомобильные шины» //«Энергетика и промышленность России», январь 2002 №2, с. 14-18
7. В.Е. Леонов, А.Г. Сиворина «Утилизация автомобильных шин» //«Безопасность жизнедеятельности» с.32. №1 2002
8. №2004114528/12 (015292). «Установка для измельчения изношенных покрышек» Клищенко В.П., Романцов В.Н., Чапалда Д.И., Халяпин А.Е.