

*Газизова Л.С.,*

*студентка магистратуры*

*Нижекамский химико-технологический институт (филиал)*

*федерального государственного бюджетного образовательного учреждения*

*высшего образования «Казанский национальный*

*исследовательский технологический университет»*

*Россия, г. Нижнекамск*

*Научный руководитель: Минигалиев Т.Б., к.т.н.,*

*доцент кафедры Химическая технология*

*Нижекамский химико-технологический институт (филиал)*

*федерального государственного бюджетного образовательного учреждения*

*высшего образования «Казанский национальный*

*исследовательский технологический университет»*

*Россия, г. Нижнекамск*

## **ТЕКУЩИЙ УРОВЕНЬ РАЗВИТИЯ ТЕХНОЛОГИИ ПЕРЕРАБОТКИ ИЗНОШЕННЫХ ШИН НА ПРИМЕРЕ РОССИИ И ЗАРУБЕЖЬЯ**

*Аннотация:* В статье рассматривается проблема утилизации изношенных шин. Также приводятся основные способы переработки полимерных отходов. Проанализирован патентный поиск решения проблем.

*Ключевые слова:* переработка, пиролиз, резиновая крошка, отходы.

*Annotation:* The article discusses the problem of recycling used tires. The main methods for processing polymer waste are also provided. The patent search for a solution to problems is analyzed.

*Key words:* processing, pyrolysis, crumb rubber, waste.

Интенсивное развитие полимерной промышленности приводит к столь же быстрому росту количества полимерных отходов. Для резиновой промышленности основным видом подобных отходов являются прошедшие полный цикл эксплуатации шины. Ввиду особенностей химического строения, отходы резиновой промышленности крайне медленно разлагаются под действием погодных факторов и микроорганизмов. Большинство стран на данный момент разрабатывают свои экологичные и экономически целесообразные способы переработки отходов шин и РТИ.

Количество изношенных шин в мире увеличивается пропорционально количеству автомобилей. Захороненные на полигонах отходы шин представляют значительную угрозу для окружающей среды. В естественной природной среде автомобильные покрышки разлагаются более 100 лет. Даже если резина не эксплуатируется, она выделяет определённое количество химических веществ (всего их может насчитываться до 100). Наиболее вредными канцерогенами являются бензопирен и другие полиароматические углеводороды, которых в шинах обнаружено до 15 соединений. Все эти вещества входят в список опасных токсикантов. Контакт шин с дождевыми осадками и грунтовыми водами сопровождается вымыванием ряда токсичных органических соединений: диэтилфталата (обладает выраженными кумулятивными свойствами), дифениламина (класс опасности 3), фенантрена (класс опасности 2, обнаружена канцерогенность на мышах). При сгорании шин образуются такие химические соединения, которые, попадая в атмосферный воздух, становятся источником повышенной опасности для человека. 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). Кроме того, в зависимости от условий сгорания может образовываться также ряд других органических соединений того же класса - нафталин (канцероген, обнаружено мутагенное действие), аценафтилен (канцероген), флуорен (канцероген), аценафтен (канцероген), бензапирен (особо опасный канцероген) [1].

Страны с интенсивной автомобилизацией столкнулись с серьезной проблемой нагромождения выведенных из эксплуатации автомобильных шин. В США ежегодное количество изношенных шин составляет 16 - 18 млн.т, причем уже накоплено около 2 млрд. старых шин. В Англии объем изношенных шин составляет 400 тыс.т, в Японии – 600-750 тыс.т, в Германии – 460-510 тыс. т, в Италии – около 250 тыс. т. В странах СНГ накоплено более 50 млн.т изношенных шин и в настоящее время ежегодно образуется более чем 250-300 тыс. т. [2].

Уровень переработки и использования амортизированных шин за рубежом колеблется в очень широких пределах: от 87% в Японии и США, в Германии он достигает 50%.

В большинстве индустриальных стран есть программы и методы, которые направлены на поддержку сбора и переработки отработанных автопокрышек. Однако их эвакуация, захоронение, сжигание, которое происходит ради уменьшения их вредного воздействия на окружающую среду, малоэффективны.

В Российской Федерации культура сдачи использованных изделий для переработки не так развита, как в Европе. В России насчитывается около 4 крупных предприятий по переработки отработанных шин (ООО «КСТ - Экология» Смоленская область, ОАО «Чеховский регенераторный завод» Московская область, ЗАО "Завод переработки покрышек № 1" Владимирская область, ЗАО «Волжский регенераторно-шиноремонтный завод» Волгоградская область).

Изношенные автомобильные шины являются ценным источником вторичного сырья: резины, технического углерода, металлического корда и т. д. Известно, что к моменту утраты резиновыми изделиями их эксплуатационных качеств сама полимерная матрица претерпевает сравнительно малые структурные изменения. Это и обуславливает возможность вторичной переработки и использования разнообразных резиновых изделий.

Изучая патенты и их применение на производствах, можно выделить два основных вида переработки изношенных покрышек: пиролиз и механическая переработка [3].

Способ пиролиза — это один из самых не экологически чистых способов переработки автомобильных шин и экономически неэффективный способ утилизации. При переработке получается не качественный мазут, который пригоден только для топки в печи, именно поэтому малая рентабельность производства и проблема со сбытом произведенного продукта [4].

Механический способ переработки шин – самый распространенный способ переработки. Данный способ считается безотходным, так как при переработки данным способом система оборудования разделяет составляющие покрышки на разные составляющие:

1. Резиновая крошка, которая используется для производства резиновых травмобезопасных покрытий, тампонирования нефтяных скважин, добавление в асфальт и так далее.

2. Текстильный корд, который используется для утепления подвалов, погребов, перекрытий бетона, производства матрасов и так далее.

3. Металлический корд (металлолом), который переплавляется в новые металлические изделия.

Данный способ как уже было сказано, считается самым эффективным как с точки зрения доходности, бездоходности и большой востребованности выпускаемой продукции. Основным выходом в данном методе переработки – резиновая крошка. Резиновая крошка востребована в России и на сегодняшний день ощущается даже ее нехватка. За последние годы ввиду отсутствия данного сырья, очень много крошки было завезено из-за рубежа [5].

Наиболее популярной в Европе, несмотря на вредные выбросы, является термическая переработка шин с целью получения энергии. Лидерами по использованию данного направления являются Румыния и Польша, где термолизу подвергается 70–90 % изношенных шин. Следует отметить, что в целях соответствия европейским экологическим нормам предприятия уделяют повышенное внимание газоочистному оборудованию [6].

В Северной Америке также большее внимание уделяют методу пиролиза. Так в Канаде в Университете Лавала запатентовали способ переработки

использованных шин методом вакуумного пиролиза в реакторе для получения жидких и газообразных углеводородов и твердого углеродистого материала. Пиролиз шин проводят при температуре (360 – 415) °С при атмосферном давлении менее 35 мм рт.ст, так чтобы газы и пары, образующиеся в реакторе, имели время пребывания порядка нескольких секунд. Данный способ позволяет увеличить выход жидких углеводородов и снизить выход газообразных углеводородов, тем самым производить углеводородные масла с практически максимальным выходом. Эти масла имеют высокую теплотворную способность и поэтому подходят для использовать в качестве топлива для отопления [7].

Второе место по популярности в европейских странах занимает технология механической переработки, однако в некоторых странах отдают предпочтение только ей. Так, по данным ETRMA, в Эстонии в крошку перерабатывается 100 % шин, в Дании – 97 %, в Финляндии – 82 % [6].

В нашей стране отработанные шины перерабатываются наиболее экологичными методами (переработка в крошку и восстановление). Научно-производственная фирма "ЭНТАР" запатентовала способ переработки изношенных покрышек, при котором отделяют бортовые кольца от покрышки, разрезают ее вдоль образующей, взмельчают при нормальных условиях в три стадии. На первой и второй стадиях используют измельчители валкового типа с наборами фрез с расстоянием между ними 50 - 100 мм и в измельчителе второй ступени используют калибрующую решетку с отверстиями размером 10 - 40 мм в диаметре. Затем фракционируют полученный измельченный вулканизат и тонко измельчают на третьей стадии с последующей сепарацией и фракционированием на сите измельченного вулканизата и последующей его переработкой путем смешения с вулканизирующим агентом и пластификатором и переработку полученной композиции методом прессования. Измельчение на третьей стадии осуществляют в аппарате экструзионного типа в условиях сдвиговых деформаций, достаточных для вскрытия текстильного и металлического корда без его дополнительного измельчения. Операцию фракционирования осуществляют через сито с размером ячеек 1-5 мм. Для

смешения измельченного вулканизата с вулканизирующим агентом и пластификатором используют аппарат со смесительным ротором лопастного типа с частотой вращения ротора 300 - 1000 об/ мин, степенью заполнения аппарата 2 - 20% в течение 7-60 с. Прессование осуществляют в пресс-форме пуансонного типа при температуре (143 - 180) °С, давлении 4-20 МПа в течение 10-40 мин. Способ позволяет использовать измельченный вулканизат широкого фракционного состава, снизить энергозатраты, реализовать оптимальную морфологию частиц измельченного вулканизата, эффективно его модифицировать. [8].

#### **Использованные источники:**

1. Усков, В.М. Программный комплекс для расчёта и оценки здоровья населения от загрязнения атмосферного воздуха / В.М. Усков, О.Н. Болдырева // Системный анализ и управление в биомедицинских системах. Журнал практической и теоретической биологии и медицины. Москва: Т. 15, № 1, 2016, С. 115-118.
2. Демина, Л.А. «Вулкан на обочине» //«Энергия: экономика, техника, экология», №1 2002, с.42-45.
3. ФИПС [Электронный ресурс]. URL: <https://www.fips.ru/>
4. Tang Dao-wen, Исследование процесса пиролиза отходов полимеров и их утилизации / Tang Dao-wen, Li Jun-qi, Chu Yong-hao, Wu Fu-zhong, Zhao Ping-yuan // Guizhougongye daxue xuebao. Ziran kexue ban // J. Guizhou Univ. Technol. Natur. Sci. Ed.-2004. – V.33.- N 6.-P. 83-85, 102.
5. Вольфсон, С.А. Интегральный проект переработки изношенных шин в химически активные резиновые порошки и далее в рыночно ценные материалы, созданные на основе этих порошков и других отходов / С.А. Вольфсон, В.Г. Никольский, Р.А. Горелик // Полимеры 2000: Сб. ст., посвященный 40-летию отдела Полимеров и Композиционных Материалов Института Химической Физики имени Н.Н. Семенова.- Т. 2. Химическая физика полимеров и композитных материалов.- М.: Изд-во ин-та хим. физ. РАН, 2000.-С.369-376.

6. По материалам исследования компании «Текарт» // Твердые бытовые отходы, 2018 №6, с. 32-36.
7. Патент 4740270 USA. Vacuum Pyrolysis of Scrap Tires / Barry S. Richman, Joye L. Woodard; inventor Christian Roy, Sherbrooke, Canada; assignee Universite Laval, Cite Univesitaire, Canada. – Appl. No.: 876,071; Field 19.06.1986; Date of Patent 26.04.1988. – 7 p.: ill.
8. Патент RU2128115C1. Способ переработки изношенных покрышек / Ю.С Роткин, Л.Г. Морозов, Е.И. Тимонин, С.А. Комаров, В.Г. Шляхтов, В.Г. Пузакин, В.В. Иванов, А.В. Мошенец, Н.С. Кокин / Заявка: 97105251/25, 1997.04.04.