

В.С. ПОПОВ, студент гр. ХПб-131 (КузГТУ)  
Научные руководители: А.В. ПАПИН, к.т.н., доцент (КузГТУ),  
А.Ю. ИГНАТОВА, к.б.н., доцент (КузГТУ)  
г. Кемерово

## **ИЗУЧЕНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ТЕХНОГЕННЫХ ОТХОДОВ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ ТОПЛИВНЫХ БРИКЕТОВ**

Одним из главных факторов, загрязняющих окружающую среду в мире, является рост количества отработанных шин. С каждым годом количество пневмоколесного транспорта на душу населения увеличивается, что приводит к появлению огромного количества отработанных шин. В России данная проблема имеет высокий уровень актуальности. В нашей стране ежегодно выходит из эксплуатации около 1 млн. тонн шин, а учитывая, что в одну тонну шин входит около 650 кг резины, 150 кг текстиля, 200 кг металла, амортизированную шину можно считать важным источником вторичного сырья [1, 2].

Отработанные шины крайне огнеопасны, и в случае возгорания температура их горения близка температуре горения каменного угля. При горении шин, в атмосферу выбрасываются вредные продукты сгорания, в том числе канцерогены [3]. Данные отходы очень специфичны, не поддаются гниению, саморазрушению, занимают земельные площади, загрязняя населенные пункты, водоёмы и воздух.

Рост числа бытовых отходов в виде пластмасс также является острой экологической проблемой. С каждым годом производство пластмасс растёт на 5-6 %, и к концу десятилетия объём производства может приблизиться к 300 млн. т. Потребление пластмасс в развитых странах составляет около 100 кг на душу населения. Соответственно вырастают объёмы полимерных отходов. В развитых странах свалки бытовых отходов растут огромными темпами. Так, по данным Минприроды РФ, в России ежегодно образуется 70 млн. т твердых бытовых отходов, 3 % составляет пластмасса, это около 2 млн. т полимерных отходов в год.

Период естественного разложения полимеров длится до ста лет и больше. Всё это создает серьёзную экологическую проблему. Вывоз данных отходов осуществляется на специализированные свалки ТБО, но бывают случаи образования стихийных свалок наносящий огромный вред окружающей среде, загрязняя лесополосы, овраги и т.д. [3].

Исходя из этого можно сделать вывод о целесообразности переработки полимеров. В тоже время отработанные шины являются ценным источником вторичного сырья и могут быть использованы для производства

альтернативного топлива. Существует множество методов переработки рассматриваемых видов отходов.

Рассмотрим подробнее методы переработки полимеров. Они подразделяются на:

1. захоронение;
2. сжигание;
3. пиролиз;
4. гидролиз;
5. вторичная переработка полимеров.

Захоронение полимерных отходов требует вывода из хозяйственного оборота огромных территорий, которые впоследствии на долгие годы будут не пригодны для использования, также загрязняются грунтовые воды. В целом данный метод крайне нерационален и примитивен.

Сжигание полимерных отходов производится без предварительной сортировки полимеров. В отличие от захоронения не загрязняет почву и грунтовые воды, но при этом во время сжигания полимеров образуются летучие вещества способствующие интенсификации парникового эффекта, а в определенных случаях разрушающие озоновый слой. Для приведения данного производства к международным стандартам ISO 9001 требуется установка дорогостоящего очистного оборудования, в следствии чего данный метод становится нерентабельным.

Пиролиз является более перспективным методом, заключающимся в термическом разложении полимерных отходов и получении из них высококалорийного топлива, сырья, полуфабрикатов и мономеров, применяемых в разных технологических процессах и при синтезе полимеров. Объёмы выбросов загрязняющих веществ при пиролизе равны половине от выбросов при сжигании тяжелых бытовых отходов на мусоросжигающих заводах. Газ образующийся при разложении полимеров можно применять в качестве топлива для получения водяного пара. Жидкую фракцию можно применять в качестве теплоносителя, а твердую в виде компонента для различных смазок, эмульсий, защитных составов, пропиток и т.д.

Гидролиз или обратная поликонденсация позволяет при направленном действии воды по местам соединения компонентов разрушать поликонденсаты до исходных соединений. Сам процесс осуществляется под действием высоких температур и давлений. Данный метод является более выгодным по сравнению с пиролизом, так как требует меньших энергетических затрат и возвращает в оборот высококачественные химические продукты.

Вторичная переработка полимеров является наиболее экологически и экономически рентабельным методом. Существует множество различных методов переработки вторичных полимеров, все они состоят из стадий сбора, сортировки, мойки-сушки, измельчения, пластификации, гранулирования. Это создаёт экономические трудности при организации перера-

ботки. В России наиболее применим механический рециклинг вторичных полимеров, из-за своей дешевизны и простоты процесса. Данный метод может быть реализован на месте скопления отходов, что сокращает транспортные расходы [4–6].

В мире используется значительное количество различных технологий по переработке изношенных покрышек: восстановление, захоронение, использование цельных шин, сжигание в цементных печах для получения энергии, переработка в крошку (любым способом – криогенным, с помощью озона, механическим), пиролиз [7–9].

Наиболее перспективным из ныне известных методов является термическое разложение углеводородного сырья или так называемый пиролиз [9]. Заключающийся в разложении сырья при температуре 450°C, в ходе которого получают полупродукты: газ, жидкотопливная фракция, углеродсодержащий остаток и металлокорд. Из данных продуктов применения не нашёл только углеродсодержащий остаток из-за своих неудовлетворительных свойств. Метод пиролиза позволяет перерабатывать целые шины.

Главным преимуществом пиролиза является его экологическая безопасность, в следствии протекания процесса в отсутствии амфотерного воздуха, в результате чего в пиролизных газах в малых концентрациях содержится диоксид серы, оксиды азота и оксид углерода. Газ частично возвращается в топку реактора для поддержания процесса. Оставшаяся часть газа сжигается на сече или поступает на котёл утилизатор.

Нами разрабатывается способ утилизации полимерных отходов совместно с обогащённым твёрдым остатком пиролиза автошин путем получения композитного брикетированного топлива.

Обогащённый концентрат смешивали со связующим – вторичным полимером в соотношении 8-9 % к массе исходного концентрата, после загружали в пресс форму, разогревали до расплавления связующего полимера, прессовали и на выходе получали прочный брикет (рис. 1).



Рис. 1. Образец брикетированного топлива

При сжигании топливных брикетов повышается на 25-35 % КПД топочных устройств, снижаются на 15-20 % выбросы сернистого газа, более

чем в 2 раза – выбросы твердых веществ с дымовыми газами. Учитывая эти факторы, становится очевидным перспективность перевода котельных на топливные брикеты, при этом существенное изменение конструкций топок не потребуется. Освоение производства топливных брикетов в значительной мере повышает эффективность использования топлива за счет ресурсосбережения [8]. В качестве связующего при брикетировании нами предлагается использовать вторичные полимеры. По нашему мнению, наиболее подходящим связующим для композитного топлива из твердого остатка пиролиза автошин являются отходы вторполимеров – полиолефинов (ПЭВД, ПЭНД, ПП) и полиэтилентерефталат.

В современных условиях экологизации производства переработка тяжёлых бытовых отходов, таких как вторичные полимеры и изношенные автошины является одной из приоритетных задач с точки зрения экономики и экологии, а также является перспективным направлением развития бизнеса. В России переработка данных видов ТБО только набирает свои обороты. Требуется организации сбора, сортировки и первичной обработки отходов, внедрения новых технологий, а также финансовой поддержки со стороны государства. Эти проблемы специфичны, но тем не менее их нельзя назвать неразрешимыми.

#### Список литературы:

1. Сапронов, В.А. Экономическое и экологическое значение проблемы переработки изношенных шин // Сборник «Переработка изношенных шин». – М.: ЦНИИТЭНЕФТЕХИМ, 1982.
2. Тарасова, Т.Ф. Экологическое значение и решение проблемы переработки изношенных автошин / Т.Ф. Тарасова, Д.И. Чапалда // Вестник Оренбургского государственного университета. – 2006. – № 2-2. – С. 130–135.
3. Черп, О.М. Проблемы твердых бытовых отходов: комплексный подход / О.М. Черп, В.Н. Винченко. – М.: Эколайн – Ecologia, 1996. – 17 с.
4. Будникова, О.А. Утилизация полимерных материалов. Немецкий опыт и российская реальность / О.А. Будникова, Б.О. Будников // *Packing International* / ПАКЕТ. – № 5. – 2005.
5. Вольфсон, В.А. Вторичная переработка полимеров / В.А. Вольфсон // *Высокомолек. соед.* – Т. 42. – № 11. – С. 2000.
6. Вторичная переработка пластмасс / под ред. Ф.П. Ла Мантиа. – СПб.: Профессия, 2006. – 400 с.
7. Максимов, М.А. Создание системы сбора, переработки и утилизации изношенных шин и других резинотехнических изделий в Российской Федерации / М.А. Максимов // *Автотранспортное предприятие*, 2003. – № 12. – С. 39–41.

8. Лисовский, В.А. Переработка утилизированных шин – энергоэффективное мероприятие / В.А. Лисовский // Проблемы сбора, переработка и утилизация отходов: Сб. научн.статей. – Одесса: ОЦНТЭИ, 2001. – С.150–154.

9. Вольфсон, С.И. Методы утилизации шин и резинотехнических изделий / С.И. Вольфсон, Е.А. Фафурина, А.В. Фафурин // Вестник Казанского технологического университета. – 2011. – № 1. – С. 74–79.