

## **ЭКОЛОГИЧЕСКИ БЕЗОПАСНЫЕ РЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩИЕ ТЕХНОЛОГИИ ПЕРЕРАБОТКИ РЕЗИНОТЕХНИЧЕСКИХ ИЗДЕЛИЙ, ПРИМЕНЯЕМЫЕ В КУЗБАССЕ**

*Шапранко Д.С., Базанов М.М. – студенты, 4 курс,  
(руководитель – Касьянова О.В., к.т.н., доцент, КузГТУ)*

Утилизация и переработка вышедших из употребления резинотехнических изделий (РТИ), большую часть которых составляют автомобильные шины, на сегодняшний день одна из основных экологических задач мирового масштаба. Так, например, общемировые запасы только изношенных автошин оцениваются в 25 млн. тонн при ежегодном приросте не менее 7 млн. На европейские страны приходится 3 млрд. накопленных изношенных автошин (около 2 млн. тонн). Крупнейшими регионами образования шинных отходов в настоящее время являются Китай, Индия, Россия [1]. Ежегодно в России образуется более 1,1 млн. т изношенных автопокрышек. В Кузбассе ежегодно образуется более 20 тыс. тонн изношенных автомобильных шин, а накоплено более 180 тыс. тонн [2].

Вышедшие из употребления РТИ, будь то сваленные где-нибудь или захороненные, являются источником длительного загрязнения окружающей среды, т.к. каучук (основной компонент резины, содержание в РТИ составляет 65–70 %) с добавлением вулканизаторов не подвергаются биологическому разложению, и в природе нет условий для быстрого и безвредного распада этих веществ. Выброшенные на свалки или закопанные РТИ разлагаются в естественных условиях не менее 100 лет. К тому же РТИ огнеопасны, в случае возгорания выделяют токсичные вещества, а погасить такой огонь бывает очень сложно.

Утилизация и переработка РТИ необходима потому, что вышедшие из употребления РТИ (автомобильные шины, транспортные ленты, шланги) являются ценным источником вторичного сырья: резины (65–70%), технического углерода (15–25%), металлического корда (10–15%). Кроме того, резиновые отходы являются высококалорийным продуктом. Так, например, по энергетическому потенциалу автопокрышка сравнима с высококачественным углем: ее теплотворная способность составляет 33 МДж/кг [3]. Поэтому использование вышедших из употребления РТИ приобретает не только экологическую, но и экономическую значимость.

Анализ литературных данных показал, что способы переработки РТИ делятся на физические (дробление), физико-химические (регенерация), химические (сжигание, пиролиз) [4].

В Кузбассе на таких предприятиях, как ООО «Эко Шина» (г. Новокузнецк) и СибЭкоПром-Н» (г. Ленинск-Кузнецкий), применяется физический метод переработки РТИ. В работе [5] более подробно рассмотрено о технологическом процессе и ассортименте выпускаемой продукции. Между тем, на сегодняшний день благодаря современным технологиям и оборудова-

нию, перспективным способом утилизации РТИ с получением ценных видов химического сырья является пиролиз.

Пиролиз – разложение органических веществ, при высоких температурах, без доступа воздуха, при котором обеспечивается протекание глубоких деструктивных превращений. В процессе пиролиза РТИ образуются ценные виды химического сырья – обуглероженный остаток и парогазовая смесь. Парогазовая смесь состоит из паров различных соединений углеводородов (жидкое пиролизное топливо), паров воды (пиролизная вода) и горючих не конденсирующихся газов. Газовая фракция представляет смесь различных газов, выделенных из сырья в процессе пиролиза, а также продуктов горения, образованных при сжигании возвратного (пиролизного) газа для нагрева сырья.

В данной работе хотелось бы рассказать об утилизации РТИ методом пиролиза, применяемой в Кузбассе.

Пиролиз осуществляется на пиролизной установке «Пиротекс», данное оборудование эксплуатируется на мини-заводе ООО «Кузнецкэкология+» (с. Костенково, Новокузнецкий р-он). Общий вид установки «Пиротекс» представлен на рис.



Рис. Общий вид установки «Пиротекс»

Структура резины представляет собой сложную пространственную сетку. Ее узлами являются поперечные сшивки между макромолекулами каучука. Им присущи несколько основных типов химических связей: углерод-углеродные, моносulfидные, дисulfидные, полиsulfидные. Наряду с поперечными связями в молекулярных цепях содержатся боковые группировки, состоящие из молекул вулканизирующих веществ и ускоритель вулканизации, сернистые и кислородные соединения. При температурном воздействии начальным актом распада вулканизированной резины является разрыв наиболее слабых мест в пространственной сетке полимерных цепей. Такими местами являются полу-

сульфидные, сульфидные и кислородные связи. Продукты распада полимерных цепей вступают во вторичные реакции между собой, в результате которых образуются как низкомолекулярные так и высокомолекулярные соединения – смолы, тяжелые осмоленные остатки и кокс.

В данной технологии для получения максимального выхода жидкого топлива и дисперсного углерода необходимо подавлять вторичные реакции. Для этого введены пиролизные газы в зону реакции, что одновременно подводится тепло к резиновому сырью и быстро выводит продукты распада резины. Состав и физико-химические свойства продуктов пиролиза резины меняются в зависимости от температуры пиролиза, давления газа в реакторе и т.д.

За критерий оптимальности ведения процесса принят максимальный выход жидкой фракции и вывод дисперсного углерода с наиболее высокой удельной поверхностью. Температура соответствующая максимальному выводу жидкой фракции равна 436°C, принята как оптимальная. Температурная область ведения процесса 400–600 °C.

Химиосинтез пиролизного топлива производится на скрубере мокрой очистки, коагуляционном каплеуловителе и центробежном сепараторе, а вырабатываемое жидкое топливо имеет повышенное качество и может применяться на когенерационных установках или перегоняться на дизельное топливо, масло, бензин.

Металлолом (металлокорд) представляет собой обрезки проволоки, имеет в своем составе высококачественную сталь, хорошо прессуется в брикеты и реализуется как вторматериал.

Пиролизный газ, который образуется при работе установки, используется автономно и направляется на нагрев исходного сырья. Работа на установке полностью автоматизирована и заключается в том, чтобы загрузить отходы и выгрузить тигль [6].

Углеродосодержащий твердый остаток может применяться в качестве твердого топлива, а также возможно использование для приготовления модифицированного жидкого топлива, в качестве сорбента, заменителя активированного угля, в качестве наполнителя при изготовлении новых резинотехнических изделий неответственного назначения. Так, например, в работе [5] представлена технология обогащения технического углерода методом масляной агломерации и, соответственно, возможность получения низкосольного, с низким содержанием серы концентрата, который в дальнейшем может служить сырьем для производства композитных видов топлив, таких, как брикеты, гранулы, пеллеты, водоугольное топливо и т.д. [5].

Технология пиролиза и комплект оборудования «Пиротекса» организованы так, чтобы свести технологические выбросы до минимума, поэтому установка имеет повышенную степень экологичности.

Таким образом, в последнее время, отношение к отходам в Кемеровской области кардинально изменилось. Здесь реформируется государственная политика, и отходы рассматриваются как ценный ресурс и основа для создания и развития в регионе новой отходоперерабатывающей отрасли.

#### Список литературы:

1. <http://mo-stkupavna.ru/news/akciya-shina-2015-ne-ostavajtes-passivnymi-nablyudatelyami>
2. <http://kuzrecycling.tiu.ru>
3. Бобович, Б.Б. Утилизация автомобилей и автокомпонентов: учебное пособие / Б. Б. Бобович – М. ФОРУМ, 2014. – 168с.
4. Ла Мантия, Ф. Вторичная переработка пластмасс./ Ф. Ла Мантия, пер. с англ. под ред. Г. Е. Заикова.– СПб: Профессия, 2007. – 400с.
5. Шапранко, Д. С. Современные технологии утилизации резинотехнических изделий, применяемые в Кузбассе / Д. С. Шапранко, О. Е. Майер // Сборник материалов VII Всерос., научно-практической конференции с международным участием «Россия молодая», 21–24 апр. 2015 г., Кемерово [Электронный ресурс] / ФГБОУ ВПО «Кузбас. гос. техн. ун-т им. Т. Ф. Горбачева»; редкол.: В. П. Тациенко (отв. ред.) [и др.]. – Кемерово, 2015.
6. Папин, А.В. Пути утилизации отработанных автошин и анализ возможности использования технического углерода пиролиза отработанных автошин // А. В. Папин, А.Ю. Игнатова, Е.А. Макаревич // Вестник КузГТУ, 2015.– №2. – 96–100с.
7. Официальный сайт ООО «Технокомплекс» - <http://www.tkomplex.ru/ru/products/pirotex>