

Д.С. Шапранко, студ.;
С.Д. Евменов, проф., канд. техн. наук;
О.В. Касьянова, доц., канд. техн. наук
(КузГТУ, г. Кемерово)

ПРОМЫШЛЕННАЯ ПЕРЕРАБОТКА ВЫШЕДШИХ ИЗ УПОТРЕБЛЕНИЯ РЕЗИНОТЕХНИЧЕСКИХ ИЗДЕЛИЙ В КУЗБАССЕ

Одним из наиболее осязаемых результатов антропогенной деятельности является образование отходов, среди которых вышедшие из употребления резинотехнические изделия (РТИ) – автомобильные шины, транспортные ленты, шланги занимают особое место ввиду специфических свойств. РТИ относятся к классу эластомеров, имеющих прочную трехмерную структуру с поперечными связями, поэтому в естественных условиях разлагаются с очень малой скоростью и не подвергаются гниению. Эти изделия огнеопасны и в случае возгорания выделяют в окружающую среду такие токсичные вещества, как полициклические ароматические углеводороды, полихлорированные дибензофураны и дибензодиоксины. Поэтому их утилизация является актуальной экологической проблемой.

Следует отметить, что утилизация и переработка вышедших из употребления РТИ приобретает не только экологическую, но и экономическую значимость, так как они являются ценным источником вторичного сырья: резины (65–70%), технического углерода (15–25%), металлического корда (10–15%).

Основную часть вышедших из употребления РТИ составляют отработанные автомобильные шины (85–87 %). Например, в России ежегодно выходит из эксплуатации около 1 млн. тонн шин, а в Кузбассе ежегодно образуется более 45 тыс. тонн и уже накоплено более 180 тыс. тонн. По прогнозам к 2025 г. эти цифры увеличатся на 5–7 % [1, 2].

Кузбасс является ведущим угледобывающим регионом России, в котором добыча угля осуществляется как открытым (на разрезах), так и подземным (на шахтах) способами. При открытой добыче вывоз добываемого сырья, в основном, осуществляется автомобильным транспортом. Для этого используются большегрузные самосвалы (преимущественно марки «БЕЛАЗ»), на которых установлены крупногабаритные шины, причём ежегодно в Кемеровской области около 15 тыс. тонн таких шин выходит из употребления. При добыче полезных ископаемых подземным способом в больших объёмах используются

транспортные ленты, срок службы которых составляет 24–46 месяцев с последующим их переходом в категорию отходов.

Поэтому в Кузбассе большое внимание уделяется промышленным методам утилизации вышедших из употребления РТИ механическими и химическими способами.

Механический способ (измельчение) реализуется на предприятиях ООО «Эко Шина» (г. Новокузнецк), ООО «СибЭкоПром-Н» (г. Ленинск-Кузнецкий), ООО «КузбассПромРесурс» и ООО «Строймаш» (г. Кемерово). Основным получаемым продуктом является резиновая крошка, которую применяют для производства тротуарной плитки, бордюров, ковриков, восстановления покрышек, используют при нанесении дорожных покрытий [2]. Однако при переработке РТИ в резиновую крошку имеются ряд трудностей связанных с эластичностью материала и сложным составом изделий, которые содержат кроме резины металлический корд и полимерные нити [3–5].

Более перспективным способом утилизации РТИ с получением ценных видов химического сырья является пиролиз [4].

В Кузбассе методом пиролиза утилизируют РТИ на предприятии ООО «Кузнецкэкология плюс» (г. Калтан) с использованием установки «Пиротекс». Технологическая схема производства включает следующие стадии: транспортировка сырья, складирование, подготовка сырья (в частности, измельчение крупногабаритных шин на специальной установке «Челюсти-М» в «чипсы» размером до 270×500 мм), измельчение углеродистого твердого остатка и удаление из него металлических включений. Технология пиролиза и комплект оборудования организованы так, чтобы свести технологические выбросы до минимума, поэтому данная установка имеет повышенную степень экологичности. За критерий оптимальности ведения процесса на данном предприятии принят максимальный выход жидкой фракции и вывод пиролизной сажи. Температурная область ведения процесса составляет 350–450°C, оптимальная температура, соответствующая максимальному выходу жидкой фракции, равна 436°C. Мощность установки составляет до 5 тонн в сутки, для круглосуточной работы без остановок с полным дожиганием пиролизного газа в производственном процессе на предприятии используется две установки.

Для создания новых материалов наибольший интерес из продуктов пиролиза РТИ вызывает технический углерод (сажа). Однако получаемая пиролизная сажа характеризуется высокой зольностью, содержанием серы, а также большим количеством включений (например, металлических). По этим причинам возникают трудности дальнейшего ее применения, что, естественно, сказывается и на ее реали-

зации. Для решения этой проблемы при эксплуатации данной технологии предусмотрены дополнительные технологические операции – измельчение, просев (для удаление мелких металлических включений), сушка и упаковка. Процесс измельчения осуществляется в два этапа: первый – на молотковой дробилке, после которой размер получаемых частиц составляет не более 250 мкм; второй – на мельнице, оснащённой ножами, скорость вращения которых достигает 10 тыс. об/мин. После каждой стадии измельчения частицы углеродистого твердого остатка подвергаются рассеву. Частицы, не прошедшие через ячейки сит заданного диаметра, возвращаются на повторное измельчение. Полученный технический углерод имеет высокую степень дисперсности (10 – 40 мкм), от которой зависят такие эксплуатационные характеристики, как глубина цвета, маслосемкость, что важно для использования его в качестве пигмента.

Известно, что за счет высокой удельной поверхности частицы технического углерода реагируют с кислородом воздуха, образуя сложные соединения. Адсорбированный кислород на поверхности частиц ухудшает качество получаемого технического углерода и может послужить причиной самовоспламенения. Для устранения этого недостатка перед упаковкой введена операция сушки, которая осуществляется на шнековой сушилке при температуре $105 \pm 3^\circ\text{C}$.

В Кузбасском государственном техническом университете определены физико-химические характеристики технического углерода, получаемого по данной технологии. Результаты представлены в табл.

Таблица - Физико-химические характеристики технического углерода, получаемого методом пиролиза

Физико-химические свойства	Значения
рН водной суспензии	5–7
Аналитическая влага (W^a), %	$0,4 \pm 0,03$
Зольность, %	$0,3 \pm 0,1$
Насыпная плотность, $\text{кг}/\text{м}^3$	$318 \pm 0,2$
Дисперсность мкм, не более	10–40
Абсорбция дибутилфтолата, $\text{см}^3/100$	65 ± 6
Массовая доля серы, %	$2,4 \pm 0,2$

Приведённые в таблице характеристики практически не отличаются от аналогичных характеристик технического углерода ряда марок, производимого из традиционного сырья (газ, уголь, нефть) по известным технологиям (печным и др. способами). Поэтому технический углерод, полученный методом пиролиза, можно использовать как пигмент в лакокрасочной промышленности и в строительстве.

Промышленное использование полученного продукта осуществляется в настоящее время на лакокрасочных заводах г.г. Новосибирска, Тюмени, Урала, а также со шпалопропиточным заводом г. Томска.

ЛИТЕРАТУРА

1. http://www.cleandex.ru/opinion/2010/06/17/etl_recycling_in_the_world
2. <http://www.ecoshina-nk.ru/index.php?page=26>
3. Ла Мантия, Ф. Вторичная переработка пластмасс [Текст] / Ф. Ла Мантия, пер. с англ. под ред. Г. Е. Заикова.– СПб: Профессия, 2007. – 400с.
4. 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. – С. 96–100.
5. Федосеев, И.В. Технологии утилизации отработанных резинотехнических изделий / И. В.Федосеев [и др.] // Химия и химическая технология. – 2013. –том 56. – С. 117–120.

УДК 541.64

И.А. Будкоте, доц., канд. техн. наук;
Л.А. Щербина, доц., канд. техн. наук; М.Д. Герасимова, студ.
(МГУП, г. Могилев)

ИССЛЕДОВАНИЕ ОСОБЕННОСТЕЙ ПРОЦЕССА ТЕРМОЛИЗА ПОЛИАКРИЛОНИТРИЛЬНЫХ ВОЛОКНИСТЫХ ОТХОДОВ

В связи с постоянно возрастающими объемами производства полимерной продукции все острее становится проблема обращения с соответствующими отходами. В настоящее время утилизация полимерных отходов осуществляется, во-первых, путем их сжигания, во-вторых, посредством использования в качестве вторичного полимерного сырья. Однако первый способ и с экологической, и с экономической точек зрения мало приемлем и не очень эффективен. Так, теплотворная способность 2 т отходов полимерных упаковочных материалов эквивалентна теплотворной способности 1 т нефти [1].

В Республике Беларусь, занимающей одно из ведущих мест в мире по количеству выпускаемой полимерной продукции на душу населения, проблема утилизации отходов является очень актуальной. Так, по данным отчета «Об объемах сбора и использования вторичных