

ПЕРЕРАБОТКА ИЗНОШЕННЫХ ШИН

О.В. Филатова, Ю.А. Водянская
МБОУ «Лицей №23»

Е.А. Макаревич, А.В. Папин, А.А. Квасова

Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф. Горбачева

Введение

Экологические проблемы, связанные с хранением изношенных автошин и методами их переработки являются одной из серьезных проблем для общества в современном мире. Накопление выбрасываемых автошин приводит к загрязнению окружающей среды. Большая часть отходов шин просто выбрасывается в городах, где они представляют опасности, такие как болезни людей и животных, а также случайные пожары. Современный рынок переработки вторичных отходов слишком мал, чтобы ежегодно вмещать вышедшие из строя шины.

Одним из лучших способов утилизации является пиролиз шин. Пиролиз является экологически и экономически выгодным способом переработки изношенных шин в ценные полезные продукты и энергию [1-4].

Методы переработки изношенных автошин

1.1. Механическое измельчение автошин

Измельчение обычно осуществляется с помощью вращающихся лезвий. Основная цель использования вращающихся лезвий - отделить резину от металлокорда. Отмечено, что с помощью новейшего оборудования можно получить очень чистые материалы. Безусловно, низкие затраты на установку и отсутствие выбросов в атмосферу являются главными преимуществами, но высокое потребление электроэнергии и ограниченный рынок для полученной продукции являются основными недостатками технологии.

1.2. Криомеханическая переработка автошин

При этом способе резина охлаждается жидким азотом до температуры от -60 до -100°C. В результате этой операции резина становится хрупкой и поэтому легко измельчается в очень мелкие частицы с помощью дисковой или молотковой мельницы. Основным преимуществом этого процесса является возможность получения очень тонкого порошка (до 100 мкм). Высокий расход энергии и жидкого азота ($\approx 0,9$ кг для обработки всего 1 кг резины) делают процесс очень дорогостоящим.

1.3. Девулканизация автошин

Процесс переработки резины начинается с измельчения. После удаления металлокорда и вторичного измельчения, полученный резиновый порошок готов к переработке продукта. До настоящего времени этот инертный материал можно было использовать только в тех технологиях, которые не требуют вулканизации.

Девулканизация начинается с отделения молекул серы из молекул резины, что способствует образованию новых межмолекулярных связей. Известны два основных метода переработки резины: модифицированный масляный и водно - масляный. При каждом из этих методов масло и регенерирующее вещество добавляются в восстановленный резиновый порошок, который подвергнут высокой температуре и давлению в течение длительного периода (5-12 часов) в специальном оборудовании, а также требуется последующая механическая обработка. Регенерированная этими методами резина имеет измененные свойства и непригодна для использования во многих продуктах, включая шины. Как правило, эти различные процессы девулканизации имели неудачный результат применения, не добились стабильного качества, и были непомерно дорогими.

1.4. Сжигание изношенных автошин

В целом, сжигание изношенных автошин может определяться как сокращение горючих отходов до инертного остатка путем контролируемого высокотемпературного сжигания. Процесс горения является самопроизвольным выше 400°C , весьма экзотермичным и становится самоподдерживающимся. Изношенные шины, имеющие теплоту сгорания 7500-8000 ккал/кг, используются в качестве топлива в мусоросжигательных печах.

Тепло, вырабатываемое во время сжигания, производит пар, который может использоваться для отопления и кондиционирования зданий, либо для промышленной переработки или производства электроэнергии. Сжигание отходов в парогенерирующих сжигательных установках и их использование в качестве дополнительного топлива – самые передовые и проверенные технологии утилизации автошин.

Конструкция печи и ее эффективный КПД играют важную роль в обеспечении общей производительности сжигания. Мусоросжигательная печь должна быть сконструирована таким образом, чтобы обеспечить хорошее горение и предотвращение выхлопа копоти. Стены и дно печи должны выдерживать высокие температуры (до 1150°C), достигаемые в процессе горения. Высокая эффективность сгорания, определяемая как отношение выхода тепловой энергии к потреблению общей энергии, обычно зависит от взаимозависимых факторов, таких как физические характеристики топлива, конструкция установки, производство и условия эксплуатации [5-8].

Содержание летучих веществ, влажность, минеральный состав, структурные характеристики (плотность, отношение площадь / объем, конструкция), содержание смолы и т. д. являются основными физическими параметрами, которые влияют на эффективность парового котла. Температура, теплообменная поверхность, избыточный воздух, содержание CO_2 и др., являются основными функциональными параметрами топки установки сжигания. Использование отходов в качестве дополнительного топлива на электростанциях дает множество преимуществ, таких как:

1. максимальная регенерация тепла;
2. низкий уровень выбросов в атмосферу;

3. экологически допустимый процесс;
4. пониженная стоимость производства энергии и т. д.

Однако к недостаткам мусоросжигательных печей относятся:

1. большие капиталовложения;
2. необходимость очистки дымовых газов;
3. относительно высокие эксплуатационные затраты;
4. для обеспечения работы системы необходимы квалифицированные рабочие, и т. д.

Сжигание в псевдоожженном слое является одним из наиболее подходящих процессов для переработки изношенных шин. Однако высокие эксплуатационные расходы и трудоемкая подготовка сырья делают этот процесс дорогостоящим. Ряд авторов описывают применение реакторов с псевдоожженным слоем для сжигания отработанных шин. Сжигание во вращающейся печи позволяет сжигать шины разных размеров с относительно низкими эксплуатационными расходами. Необходимость в камере для улавливания продуктов сжигания и фильтрации твердых частиц, для контроля выбросов, является недостатком сжигания в камере вращающейся печи. Утилизация изношенных шин в цементных печах приносит экономические выгоды. Однако воздействие этого процесса на окружающую среду требует дополнительных исследований, особенно с точки зрения выбросов полициклических ароматических углеводородов. Сообщается, что утилизация изношенных автошин в качестве топлива для цементной печи, соответствует экологическим стандартам.

На режим горения и выбросы от процесса сжигания отработанных шин влияют такие условия процесса, как температура, обогащение кислородом, размеры частиц, тип реактора и т. д. Используя термогравиметрический анализ, ученые наблюдали, что частицы шин испытывают интенсивную первичную летучую фазу сгорания, сопровождающую фазой одновременного вторичного летучего сгорания с меньшей интенсивностью и обугливанием. Также было обнаружено, что время выгорания сажи значительно короче для частиц шин, чем для угля.

1.5 Пиролиз шин

Пиролизу автошин (термическому разложению в бескислородной среде) в настоящее время уделяется большое внимание. Переработка шин методом пиролиза является экологически выгодным методом. Продукты процесса пиролиза автошин: твердый остаток (30-40 мас. %), жидкая фракция (40-60 мас. %) и газовая фракция (5-20 мас. %). Твердый остаток содержит углерод и минеральные вещества, изначально присутствующие в шинах. Он может использоваться в качестве армирующего материала в резиновой промышленности, в качестве активированного угля и в качестве бездымного топлива. Жидкая фракция состоит из очень сложной смеси органических компонентов. Поэтому извлеченные масла могут использоваться непосредственно в качестве топлива, сырья нефтеперерабатывающего завода или источника химических веществ. Газообразная фракция состоит из неконденсируемых органических веществ, таких как

H_2 , H_2S , CO , CO_2 , CH_4 , C_2H_4 , C_3H_6 и др. Она может использоваться в качестве топлива в процессе пиролиза.

Для повышения экономической эффективности и расширения рынков сбыта продуктов пиролиза необходимы дальнейшие исследования в области технологических условий, оптимизации, характеристики и переработки продукции.

Преимуществом пиролиза является переработка отработанных шин в продукты, такие как олефины, химические вещества и поверхностно-активированный уголь. Облагораживание углеродного остатка осуществляется в замкнутом цикле активации, который производит активированный уголь и устраняет нежелательные побочные продукты и выбросы. Облагораживание углеродного остатка обеспечивает высокую площадь поверхности активированного угля. В печи беззольное масло превращается в высококачественную сажу. Также, масла могут быть разделены на ценное химическое сырье путем дистилляции [9-11].

Результаты и заключение

Проведя литературный обзор и патентный поиск технологий утилизации изношенных автошин, можно сделать вывод, что предпочтение в мировой практике отдается пиролизу автошин и их сжиганию в специальных печах. Безусловно, сжигание автошин более простой, но менее экологичный способ утилизации. Гораздо более перспективным выглядит процесс пиролиза автошин, так как позволяет получать более обширный спектр товарной продукции высокого качества.

Список литературы

1. Иваницкий М. А., Соколов Э. М., Володин Н. И., Качурин Н. М. Перспективный процесс переработки использованных автомобильных шин // Экология и промышленность России. -1997. - № 10. - С. 9-12.
2. Сазонов В. А., Олонцев В. Ф., Сазонова Е. А. Технология производства активного угля изрезиновой крошки изношенных автомобильных шин // Экология и промышленность России. ЭКиП. - 2011. - Июнь. - С. 4-5.
3. Пат. 2142357 Российская Федерация, МКИ В 29 В 17/00. Способ переработки изношенных шин /.
4. Волынкина Е.П., Кудашкина А., Охотников В.Ф., Нряничников Е.В. Утилизация отработанных автомобильных покрышек Волынкина Е.Н. и др. Экология и промышленность России. 1999. J 5. 16-19. V Воробьева В.В. Технологии утилизации автотракторных шин В.В. Воробьева Автомобильная промышленность. 2002. 3. 26-
5. Горовец В.Г. Утилизация шин. Проблема и ее аспекты Горовец В.Г. Автотранспортное предприятие, 2005.
6. Лавров Изношенные автомобильные шины как топливо Лавров Энергетика и промышленность России. 2003/ №2. 30-

7. Максимов, А. М. Создание системы сбора, переработки и утилизации изношенных шин и других резинотехнических изделий в Российской Федерации Текст. / А. М. Максимов // Автотранспортное предприятие. -2003. - №12. -С. 39-41.

8. Пат. 2144462 Российская Федерация, МПК 7 B29B 17/00. Способ утилизации шин большегрузных автомобилей Текст. / А. М. Иванов, С.А.Потапов (Российская Федерация). №98114723/12; Заявл. 17.07.98; Опубл. 20.01.00, Бюл. №2. - 5 с.

9. Блинков, Е. Л. Криотехнология переработки покрышек и безкамерных шин Текст. / Е. Л. Блинков, А. Г. Ляпин // Экологические системы и приборы. 1999. - №5. - С. 20-22.

10. Лавров С. Изношенные автомобильные шины как топливо Текст. / С. Лавров // Энергетика и промышленность России. 2003. - №2. -С. 30-34.

11. Снижение техногенной нагрузки на окружающую среду путем использования отходов автотранспортного комплекса Текст. / П. А. Кураков [и др.] // Экология урбанизированных территорий. 2008. -№4. - С. 86 - 90.