

УДК 62.002

**ПЕРСПЕКТИВЫ ПЕРЕРАБОТКИ
АВТОМОБИЛЬНЫХ ПОКРЫШЕК**

Д.В. Валуев, О.Р. Ананьева

Юргинский технологический институт (филиал) ТПУ
E-mail: valuevden@rambler.ru

Валуев Денис Викторович,
канд. техн. наук, доцент
кафедры «Металлургия черных
металлов» Юргинского
технологического института
(филиала) ТПУ.

E-mail: valuevden@rambler.ru

Область научных интересов:
металловедение и термическая
обработка сталей и сплавов,
переработка вторичных
материалов.

Ананьева Ольга Рафиковна,
студент специальности
«Металлургия черных
металлов» «Металлургия
черных металлов» Юргинского
технологического института
(филиала) ТПУ.

E-mail: valuevden@rambler.ru

Область научных интересов:
переработка вторичных
материалов.

Проанализирована проблема переработки изношенных автомобильных шин и вышедших из эксплуатации резинотехнических изделий, что имеет большое экологическое и экономическое значение для всех развитых стран мира. Представлен обзор способов и технологий утилизации автомобильных шин в мире и направления использования отходов в виде дисперсных материалов.

Ключевые слова:

Технология, вторичная переработка шин, очистка, окружающая среда.

Key words:

Technology, second processing of tires, cleaning, environment.

В настоящее время в мире применяется целый ряд технологий по переработке и утилизации отходов резины и изношенных автомобильных шин.

По данным Европейской Ассоциации по вторичной переработке шин (ETRA) в Европе ежегодно образуется свыше 2 млн т амортизованных автомобильных шин, а объемы их переработки методом измельчения не превышают 10 %. Большая часть собираемых шин (20 %) используется как топливо.

В России состояние вопроса еще острее. Так по данным научно-исследовательского института шинной промышленности в России ежегодно выходит из эксплуатации около 1 млн т шин и только в Москве каждый год образуется до 60 тыс. т изношенных шин. Из этого объема 10–12 тыс. т перерабатывается Чеховским регенераторным заводом (г. Чехов), а остальное количество оказывается на несанкционированных свалках, в оврагах и пригородных лесах, отягощая и без того тяжелую экологическую обстановку городов Московского региона.

Вышедшие из эксплуатации изношенные шины являются источником длительного загрязнения окружающей среды: шины не подвергаются биологическому разложению; они огнеопасны и в случае возгорания погасить их достаточно трудно, а при горении в воздух выбрасываются вредные продукты сгорания и в том числе канцерогены; при складировании они служат идеальным местом для размножения грызунов и кровососущих насекомых, переносчиков инфекционных заболеваний.

Вместе с тем амортизованные автошины содержат в себе ценное сырье: каучук, металл и текстильный корд. Эти материалы в процессе эксплуатации в основном не меняют первоначальные свойства.

Проблема переработки изношенных автомобильных шин и вышедших из эксплуатации резинотехнических изделий имеет большое экологическое и экономическое значение для всех развитых стран мира. А невосполнимость природного нефтяного сырья диктует необходимость использования вторичных ресурсов с максимальной эффективностью.

В развитых странах в настоящее время предпринимаются попытки создать технологии по переработке изношенных шин, которые позволили бы повторно использовать резину в различных товарах и материалах.

По данным журнала «EUROPEANRABBER» (ноябрь 1995 г.) комиссия ЕС подготовила рекомендации для государств членов ЕС о добровольных инициативах по использованию изношенных шин. Целью этих инициатив к 2000 г. является:

- уменьшение количества амортизованных шин на 10 % за счет улучшения качества новых;
- увеличение количества шин с восстановленным протектором с 20 до 30 %;
- увеличение уровня вторичной переработки с 30 до 65 %;
- снижение уровня захоронения с 50 до 0 %.

В настоящее время в мире применяется целый ряд технологий по переработке и утилизации отходов резины и изношенных автомобильных шин. Эти технологии предполагают использование целых шин для различных целей, применение шин и резиновых отходов для получения энергии (сжигание, использование в цементной промышленности), измельчение шин и отходов резины с целью получения резиновой крошки и порошка, получение на основе отходов резины и старых шин регенерата.

Использование целых шин

Изношенные шины применяются для устройства искусственных рифов, служащих местом обитания рыб и устриц. Фирмой «Гудьир» в 1970 г. у берегов Австралии был создан искусственный риф из 15 тыс. шин. Рифы созданы у берегов Флориды (215 тыс. шин); Новой Зеландии, Ямайки, Греции, Японии и др. Загрязнение морской воды при этом не происходит. Около 200 искусственных нерестилищ из изношенных шин создано в Германии.

Старые шины используют для защиты склонов от эрозии. Для этого склоны покрывают шинами, засыпают землей и засевают травой.

Согласно разработке фирмы «Органик» (Германия), при создании звукоизолирующих ограждений вдоль автострад у шин удаляют одну боковину, после чего их соединяют и заполняют землей. В результате образуется наклонный спуск, который можно озеленить. Такая конструкция не отражает звук и требует 5 тыс. шин на 100 м погонной длины барьера. Одновременно конструкция служит барьером безопасности.

Сжигание шин с целью получения энергии

С точки зрения экологии использование изношенных шин для получения энергии оценивается неоднозначно. В первую очередь это связано с выделением соединений цинка и оксидов серы в атмосферу.

На примере тушения пожара на складе в Канаде (14 млн шин) были рассмотрены особенности воздействия горения шин на окружающую среду. В дыме горящих шин содержатся канцерогенные субстанции и небольшие количества диоксида. Горевшие в Канаде шины тушили 17 дней с помощью пожарных вертолетов, грязевого ливня и снегопадов. В результате пожара образовались сотни литров диоксинсодержащих масел.

Вследствие выброса ядовитых дымов пришлось эвакуировать окрестное население.

Отмечается в то же время, что продукты сжигания шин в печах могут не загрязнять атмосферу и в техническом отношении нет проблем в организации полного и безопасного сгорания шин в существующих печах, оборудованных соответствующими фильтрами очистки выбросов.

Однако создание печей и очистительных установок для улавливания вредных газов и соединений тяжелых металлов требуют больших затрат. Имеется информация, что применение шин в качестве топлива требует затрат порядка 20–25 или даже 30–35 долл. США на тонну. Метод сжигания шин неперспективен также с энергетической точки зрения: с учетом КПД при сжигании легковой шины количество энергии примерно равно получаемой от сжигания 3 л нефти. По данным изготовителей энергия, накопленная в шине, равна энергии, получаемой при

сжигании 27...30 л нефти (21 л расходуется на изготовление сырья и 6 л на процесс переработки).

В Англии отходы резины и изношенные шины для получения энергии используются с 1975 г. Вращающаяся печь, в которую с высокой скоростью тангенциально поступает воздух, имеет производительность 100 шин в час. Более холодный избыточный воздух вытесняется к стенкам печи, наиболее горячая зона сжигания находится в центре в виде высокотемпературного вихря. Благодаря этому не образуется дыма, отсутствует запах. С 1975 г. было сожжено 32000 т отходов, получена существенная экономия нефтяного топлива и средств на захоронение отходов.

В Великобритании также функционирует установка для сжигания шин фирмы «Гудияр» и «Эйвон», а фирма «Оксфорд энерджи» строит завод по получению электроэнергии за счет сжигания шин по технологии фирмы «Гумми Майер» (Германия).

Фирмой «Элм Энерджи и Рисайклинг ЛТД» получены разрешения и ассигнования на строительство завода по сжиганию 90 тыс. т изношенных шин (12 млн шт.) в округе Волверхемптон с целью производства 25 МВт электроэнергии.

Одновременно будут получаться 15 тыс. т отходов стали для сталелитейной промышленности и 300 тыс. т сырья для выплавки цинка.

Фирма «ЕРГ Гуммиферарбайтунг» запланировала строительство крупной установки для сжигания целых шин с целью получения энергии. Производительность установки 200000 шин в год. ТЭЦ строили совместно с фирмой «Фихтнер», чья технология сжигания принята в Западной Европе и США. Компания «Континенталь АГ» и консорциум «Джемакн Энджиниринг» сотрудничают в проектировании и строительстве электростанции, на которой в качестве топлива используют изношенные шины 50 тыс. т в год (стоимость электростанции составляет 32,6 млн долл. США).

Итальянская фирма «Марангони» с 1982 г. эксплуатирует две установки по сжиганию шин, производящие пар. При сжигании 8000 т шин в год в г. Ровнато и 2000 т шин в год в г. Фельтра Италия. Эти установки характеризуются низким количеством выбросов в атмосферу и удовлетворяют требованиям законодательства ЕС. За счет сжигания 8000 т шин экономится почти 6000 т топлива.

Итальянская группа «Марангони» разработала два проекта установок для сжигания старой резины: вращающаяся конструкция, состоит из двух печей, рукавного фильтра и турбины 5 МВт (24000 т шин в год), и печь шахтного типа 0,2 МВт (4500 т в год).

Изношенные шины сжигаются в 9 штатах США на электростанциях в котельных установках различных типов (механических, установки циклонного сжигания, сжигания угля в распыленном состоянии, в псевдоожиженном слое).

В США, штат Калифорния г. Оксфорд, в 1987 г. начал функционировать завод фирмы «Оксфорд Энерджиуэстли» по получению энергии при сжигании изношенных шин. Его мощность – 5 млн шин в год. Этот завод вышел на запланированную мощность и начал приносить доход. В течение 3 лет переработано 15 млн шин. Получаемый при сжигании стальной шлак используется в цементной промышленности или при строительстве дорог. Зола, содержащая большие количества окиси цинка, улавливается, очищается и отправляется на переработку для получения цинка. Сера соскабливается и смешивается с известью. Затем из этой смеси изготавливают гипс, который может быть использован как удобрение или как строительный материал.

В будущем планируется построить в окрестностях г. Лас Вегас завод, который будет самым крупным предприятием такого рода в мире. Он будет сжигать 18 млн шин в год и производить 50 МВт электроэнергии.

Стоимость 1 кВт/ч производимой электроэнергии при сжигании изношенных шин составляет 8,5 цента. Для сравнения примерно 9 центов США в случае применения альтернативных видов энергии (ветра и солнца). Однако, электроэнергия, получаемая при сжигании газа и нефти, значительно дешевле.

Основной причиной применения методов сжигания шин для получения энергии во многих развитых странах является отсутствие эффективных технологий глубокой переработки шин с целью получения продуктов высокого качества.

Применение шин в качестве топлива в цементной промышленности

Технология фирмы «Бриджстоун Файрестоун» (штат Теннесси США) успешно используется в Японии с начала 1980-х гг. Целые или разрубленные на куски шины вводятся во вращающуюся печь, где температура исходящих газов достигает 1200...2800 °С (сжигание целых шин или их кусков может также производиться путем их подачи в зону, где температура исходящих газов 600...1400 °С). Здесь металлокорд частично заменяет железную руду, необходимую в производстве цемента. Рекомендуют заменять шинами 5...10 % топлива. Стоимость реконструкции печей для перевода их на процесс фирмы «Бриджстоун» составляет 100–500 тыс. долл. США. По информации фирмы возместить затраты можно в течение года или даже за более короткий срок.

Применение изношенных шин в цементной промышленности позволяет экономить 1...2 % основного вида топлива.

Специалистами отмечается, что при сжигании изношенных шин при производстве цемента может быть сокращен на 25 % расход ископаемых энергоносителей и снижен уровень загрязнения окружающей среды. Так как содержание кислорода в печи велико, горючие газы достаточно долго находятся в зоне сгорания, в процессе не образуется остатков вредных веществ по той причине, что сера и металл связываются в получаемом продукте.

В фирме «Рорбахцемент» (Германия) в 1982 г. была пущена в эксплуатацию печь для получения цемента, в которой с целью частичной замены природного топлива сжигали шины.

Но имеются и противоположные данные. Так в Швейцарии фирма «Джурацемент уоркс» в 1989 г. прекратила сжигание шин в цементных печах из-за загрязнения окружающей среды продуктами сгорания.

Два миллиарда шин, лежащих на свалках США, эквивалентны 20 млн т угля и гарантируют цементной промышленности снабжение дешевым топливом в течение длительного времени.

В настоящее время в США из 200 существующих печей только 12 сжигают изношенные шины, несмотря на то, что затраты на замену угля изношенными шинами невелики.

Пиролиз

В наиболее развитых странах (США, Японии, Германии, Швейцарии и др.) уже довольно длительное время эксплуатируются опытно-промышленные установки по пиролизу шин мощностью 7...15 тыс. т в год по сырью резинотехнической продукции.

Пиролиз кусков шин и резиновой крошки осуществляется в среде с недостатком кислорода, в вакууме, в атмосфере водорода в присутствии катализаторов и без них, в реакторах периодического и непрерывного действия, в псевдокипящем слое при различных температурах.

Исследован также процесс пиролиза смеси резиновой крошки (20 %) и масла (80 %).

Системы пиролиза, популярные в 70-е гг. прошлого века, оказались неудобными в эксплуатации в течение сколько-нибудь длительного времени. В настоящее время это направление считается не оправдавшим возлагавшихся на него ожиданий. Большая часть таких установок работала в периодическом режиме. Получаемые продукты требовали дополнительной очистки перед употреблением, а затраты не покрывались стоимостью получаемых материалов. Специалисты считают, что проблема пиролиза старых шин практически исчерпана из-за высоких затрат и низкого качества получаемых продуктов.

Однако, фирма «Энерж Рисерч Интернейшнл» США усовершенствовала технологию пиролиза на своей установке «Реактор». Установка может перерабатывать 1 млн легковых шин

ежегодно, получая из 1 т шин 160 галлонов дизельного масла № 2, 500 фунтов высокосортного технического углерода и 300...400 фунтов стальной проволоки.

Фирма «Америкен Тайррекламейшн» США запатентовала высокоэкономичный одноступенчатый процесс пиролиза изношенных шин, особенность которого заключается в улучшении качества остаточного технического углерода за счет очистки его от примесей.

В Японии на фирме «Хебенрисайклер» действует завод по пиролизу шин периодическим методом. Следует отметить, что наиболее эффективен пиролиз целых шин, так как измельчение требует больших затрат, а полученный материал трудно обрабатывается в реакторах.

В Канаде предусматривается строительство завода мощностью 10 тыс. т в год по пиролизу шин под вакуумом. В этих условиях увеличивается выход масла, минимальны вторичные реакции, получаемый технический углерод легче диспергируется.

В Великобритании введен в эксплуатацию завод по переработке 50 тыс. т шин в год в виде кусков размером 20 мм методом пиролиза при 350...500 °С в бескислородной среде. При этом получают 3...4 тыс. т легкого дистиллята, 17 тыс. т твердого топлива, аналогичного древесному углю, 5...7 тыс. т металла. На стадии освоения мощность завода не превышает 30 % проектной. Стоимость завода составляла 12 млн долл. США.

Дробление (измельчение) изношенных шин

Измельчение (дробление) шин считается наиболее привлекательным методом их переработки, поскольку он позволяет максимально сохранить физические свойства резины в продуктах переработки. Методы измельчения принято разделять на измельчение при положительных температурах и криогенное измельчение.

В США в 1990 г. было произведено резиновой крошки, методом дробления изношенных шин: при положительных температурах 80...90 млн фунтов; криогенным методом – 30...35 млн фунтов.

Первая установка по получению резиновой крошки криогенным методом в США начала функционировать в компании «Мидвест Эластомерикс» в штате Огайо в 1979 г.

В Великобритании фирмой «Мирэн Инвестмент корпорейшн» должны быть построены 3 завода по измельчению шин, на которых будет перерабатываться 12 млн шт. ежегодно. Заводы будут снабжаться сырьем через пункты сбора и сортировки шин.

Японской компанией «Осана газ энджиниринг» в 1977 г. был разработан криогенный способ дробления шин. Недостатком способа явились большие эксплуатационные расходы на жидкий азот. Эксплуатационные расходы при дроблении и положительных температурах, невелики, но стоимость оборудования выше, чем при использовании низкотемпературного дробления. В связи с этим фирма позднее разработала комбинированный способ: грубое дробление при положительных температурах, а последующее измельчение в порошок при низких температурах и построила соответствующую компактную и полностью автоматизированную установку с годовой производительностью 7000 т.

В Японии производят резиновую крошку из шин (при обычных и низких температурах). Качество крошки регламентируется стандартом Японского научного общества (5ГШ8), в соответствии с которым определяются фракционный состав, плотность, содержание золы, а их величины зависят от требований потребителей.

В бывшем СССР было разработано и внедрено несколько технологий и технологических линий измельчения изношенных шин только с текстильным кордом. До 1990 г. функционировало более 10 заводов по производству регенерата из амортизованных шин, при этом каждый завод имел в своем составе линию измельчения. Для переработки шин использовали технологию измельчения при положительных температурах на валковом и мельничном оборудовании.

Заключение

В Кузбассе существует достаточно много заводов, где можно использовать отработанные покрышки. Такие заводы, как ферросплавный, Юргинский машиностроительный завод, завод «ТехноНИКОЛЬ-Сибирь», асфальтный завод и многие другие. Но, к сожалению, эта технология применяется на единичных предприятиях.

Например, на Новокузнецком металлургическом комбинате (ОАО «НММК») специалистами внедрена и успешно применяется прошедшая экологическую экспертизу технология утилизации использованных автомобильных покрышек в кислородных конвертерах.

Отработанные автопокрышки от легковых и грузовых автомобилей, способны заменить уголь, который традиционно используется при производстве стали. К такому выводу некоторое время назад пришли на Западносибирском металлургическом комбинате. Как сообщил Новокузнецкий телеканал, здесь провели ряд экспериментов, в частности, чтобы предотвратить опасность взрывов при производстве, так как покрышки содержат большое количество водорода. В итоге оказалось, что автомобильные шины – превосходное топливо для предварительного подогрева металлолома.

Тонна угля в среднем стоит 800 р., а отработанные покрышки никаких дополнительных затрат не требуют. Автотранспорт комбината регулярно может поставлять довольно внушительное количество отслужившей авторезины. К тому же есть немало предприятий, которые желают утилизировать шины.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Тарасова Т.Ф., Чапалда Д.И. Экологическое значение и решение проблемы переработки изношенных автошин // Вестник Оренбургского государственного университета. – 2006. – Т. 2. – № 2. – С. 130–135.
2. Hammer Ch., Gray T.A. Управление комплексного обращения с отходами: штат Калифорния: реферат 10 // Ресурсосберегающие технологии. Экспресс-информация. ВИНТИ. – 2008. – № 3. – С. 14–31.
3. Вещев А.А., Вещев А.А., Проворов А.В. Утилизация изношенных покрышек пневматических шин // Каучук и резина. – 2009. – № 4. – С. 37–40.
4. Луговой Ю.В., Косивцов Ю.Ю., Сульман Э.М. Каталитический пиролиз полимерного корда изношенных автомобильных шин в присутствии хлоридов металлов подгруппы железа // Известия вузов. Химия и химическая технология. – 2008. – Т. 51. – Вып. 12. – С. 73–76.

Поступила 14.11.2011 г.