

ПЕРЕРАБОТКА ИЗНОШЕННЫХ АВТОМОБИЛЬНЫХ ПОКРЫШЕК С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ КРИОГЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Ганин Е.В., Иванова Ю.С.

Оренбургский государственный университет, г. Оренбург

Изношенные автомобильные покрышки относятся к резиносодержащим отходам, остающимся после потери эксплуатационных качеств автомобильных шин производимыми шинными заводами химической промышленности.

Объем образования шинных отходов для России в 2016 году оценочно достигнет около 1 млн. т/год. Ежегодно у нас в стране объем образования вышедших из употребления автопокрышек оценивают приблизительно в 50-90 млн. шт. Уровень переработки изношенных шин в России составляет лишь 17% от общего числа, остальные более 80% отработавших покрышек выбрасывается, часть из которых сжигается. Объем накопленных в мире шинных отходов к 2009 году составлял по различным оценкам 60-80 млн. тонн. Ежегодно в мире выходят из употребления еще свыше 10 млн. тонн покрышек. Крупнейшими регионами образования шинных отходов в настоящее время являются США, ЕС и Япония. В США ежегодный прирост отработавших автопокрышек оценивается в 4,1-4,5 млн. тонн (299,2 млн. шин) в год. При этом на период с 1990 года свалки покрышек сократились в США на 87%. Текущий уровень переработки изношенных шин в США составляет около 86%. По данным Европейской Ассоциации по вторичной переработке шин в 2008 году в странах ЕС было образовано около 3,3 млн. тонн использованных автомобильных шин. И только 6% совокупного объема отходов было отправлено на захоронение. В Японии в 2008 году было образовано 96 млн. штук изношенных автопокрышек (1056 тыс. тонн). Уровень переработки за аналогичный период составил 88.5% .

Сами по себе автомобильные шины, а также материалы, из которых они изготовлены, в обычных условиях не представляют угрозы для здоровья человека, так как они нетоксичны, не являются взрыво- или пожароопасными. Класс опасности отработавших шин – IV (малоопасные). Однако при сжигании на открытом воздухе из тонны отработавших шин в атмосферу выделяется около 270 кг сажи и 450 кг токсичных газов. В воздух выделяются бензопирен, сажа, диоксины, фураны, полиароматические углеводороды, полихлорированные бифенилы, мышьяк, хром, кадмий и т.д., имеющие высокие классы опасности (I и II). Кроме того, хаотичное размещение отработавших шин на поверхности земельных угодий, не оснащенных непроницаемой поверхностью, негативно сказывается на состоянии флоры и фауны. Следует также учитывать, что в природных условиях отработавшие шины подвергаются деструкции весьма медленно и могут накапливаться на рельефе местности неопределенно долгое время [1].

По составу автомобильные шины делятся на две группы - шины с металлическим кордом (резина - 80%, корд текстильный - 6%, корд

металлический - 10%, проволока - 4%) и шины с тканевым кордом (резина - 87%, корд текстильный - 10%, проволока - 3%). [2]

Все основные материалы, содержащиеся в изношенных покрышках, сохраняют структуру и свойства, сравнительно близкие к первоначальным. Вулканизованная резина как основной конструкционный материал покрышек подвергается незначительным структурным изменениям, что в определенной степени связано с присутствием в ней ингибитора, препятствующего старению и задерживающего процесс окисления. Те же принципиальные закономерности характерны и для кордного волокна, входящего в состав покрышек. Содержащийся в покрышках металл не претерпевает изменений при эксплуатации изделия.

Направлениями комплексной переработки и утилизации изношенных шин являются: изготовление резиновой крошки; производство регенерата; термические способы; наложение нового протектора; использование в качестве восстановителя и науглероживателя в установках по рафинированию меди и алюминия, в чугуноплавильных печах; укрепление откосов берегов морей и рек, создание искусственных рифов в морях, плавающих волнорезов, противоударных барьеров на дорогах и т.д. Из этих направлений наиболее целесообразны первые три, представленные физическими (изготовление резиновой крошки) и химическими (производство регенерата, термическая переработка) способами. Недостатком химических способов является разрушение пространственной вулканизационной сетки за счет теплового, механического и химического воздействия на резину.

Наиболее ценным продуктом физической переработки изношенных шин является резиновая крошка (РК) различных фракций, получаемая в результате механической операции измельчения и классификации.

Классическая технология переработки старых покрышек заключается в том, что от них отрезаются борта, а оставшиеся части разрезаются на куски размером 50–250 мм. После грубого измельчения куски доизмельчают на более мелкие. Полученные фракции подаются на участок классификации, оснащенный виброситами с двумя сетками (ячейки верхней сетки имеют размеры 3–5 мм, нижней – 1 мм): на верхней сетке остается волокнистый тканевый корд, а резиновая крошка, падая вниз, проходит через магнитный сепаратор, где от нее отделяются кусочки проволоки (в случае, если покрышка была с металлическим кордом) [3].

Главной и наиболее энергоёмкой операцией в технологическом цикле переработки шин является измельчение. Подсчитано, что на операцию измельчения тратится до 90 % всей подводимой энергии.

При этом измельчение вулканизованных автомобильных резин осложняется их значительной эластичностью, т.е. способностью к обратимым высоким деформациям. Это затрудняет их измельчение, которое является первой стадией утилизации практически любых твердых отходов.

Более перспективным способом измельчения эластомеров, в частности отработанных шин, является измельчение под отрицательными температурами значительно ниже ($t < 0^{\circ}\text{C}$), чем комнатная, вплоть до криогенной (t от -60°C до

-196 °С) создаваемой в продукте при погружении в жидкие газы (азот, кислород, гелий и др.) т.е. до точки охрупчивания материала.

На факультете прикладной биотехнологии и инженерии (ФПБИ) кафедрой машин и аппаратов химических и пищевых производств (МАХПП) Оренбургского государственного университета (ОГУ), под руководством доцента Ганина Е.В., ведутся исследования по изучению процесса измельчения эластомеров при отрицательных температурах, и влияния их на энергоемкость процесса и свойства материалов. Разработана технология переработки отработанных автомобильных шин с использованием комплексного воздействия отрицательных температур и последующего измельчения продукта.

Для выявления отрицательных температур была разработана методология проведения экспериментальных исследований для изучения комплексного воздействия отрицательных температур и последующего измельчения отработанных автомобильных шин.

На первом этапе были поставлена задача изучения влияния отрицательных температур в диапазоне от 0 до -30 °С на свойства и измельчающую способность отработанных автомобильных покрышек. В качестве образцов использовали прямоугольные части, вырезанные из боковой, а также беговой части шины (протектора), следующих размеров: 25х30мм; 30х50 мм; 40х50мм; 40х100мм.

Для создания отрицательных воздействий использовали аппарат шоковой заморозки ШОК-10-1/1 производства ООО «ЭЛИНОКС», Россия.

После завершения охлаждающего цикла в течение заданного промежутка времени от 15 мин до 2 часов образцы измельчали на универсальной дробилке МОЛОТ – 200/400 производства завода «ИНФЕЛ» (Россия, г. Челябинск) с установленными ситами диаметром 5 мм.

В результате проведенных экспериментов нами были получены четыре основные резиносодержащей фракции, фракция тканевого корда, а также металлофракция оставшаяся от металлического корда и проволоки при измельчении беговых частей шины. Предварительная оценка показала снижения расхода энергии, затрачиваемой на процесс измельчения под действием отрицательных температур, в сравнении с положительными.

Таким образом, криогенное измельчение является более перспективным способом переработки отработанных автомобильных покрышек, чем измельчение при положительной температуре, т.к. резина находится в менее эластичном состоянии и данный процесс требует меньше энергозатрат из-за снижения упруго-пластичных деформаций возникающих в материале.

Список литературы

- 1. ГОСТ Р 54095-2010 Ресурсосбережение. Требования к экобезопасной утилизации отработавших шин.*
- 2. Машиностроительные материалы: Краткий справочник / В. М. Раскатов, В. С. Чуенков, Н. Ф. Бессонова, Д. А. Вейс. — 3-е изд., перераб. и доп. — М.: Машиностроение, 1980. 511 с. ил.*

3. Пальгунов П.П., Сумароков М.В. Утилизация промышленных отходов. М.: Стройиздат, 1990. - 352 с.
4. Сагитов Р.Ф. Пути рационального решения проблемы переработки промышленных отходов в РФ. / Сагитов Р.Ф., Антимонов С.В., Ганин Е.В., Иванова Ю.С., Фёдоров Е.А. Известия Оренбургского государственного аграрного университета, 2015. № 2 (52). С. 246-248.