

УДК 574

**ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ПРОДУКТОВ
ПЕРЕРАБОТКИ ПНЕВМАТИЧЕСКИХ ШИН
С ЦЕЛЬЮ ПОЛУЧЕНИЯ СОВРЕМЕННЫХ МАТЕРИАЛОВ**

Л.Г. Дергачева, студентка гр. ХНмоз-161, III курс

Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф. Горбачева
г. Кемерово

Одной из проблем, с которыми сталкивается человечество при вступлении в 21 век, является проблема управления отходами. Поскольку большинство отходов трудно разлагаются, их утилизация является серьезной экологической проблемой. Утилизация и переработка отходов – это не только уменьшение загрязнения окружающей среды, но и снижение потребления природных ресурсов и энергии. Серьезной проблемой для городов является переработка изношенных автопокрышек [1].

Выброшенные на свалки либо закопанные в землю шины разлагаются в естественных условиях не менее 100 лет. 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 отработанных шин - IV (малоопасные). Однако при сжигании на открытом воздухе из тонны отработанных 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). Контакт шин с дождевыми осадками и грунтовыми водами сопровождается вымыванием ряда токсичных органических соединений: дифениламина, дибутилфталата. Это создает две основные проблемы: потери ценной резины и свалка отработанных шин, приводящая к загрязнению окружающей среды. Двумя основными подходами к решению этой проблемы являются переработка и повторное использование бывшей в употреблении и отработанной резины и регенерация резинового сырья.

По данным Европейской ассоциации переработчиков шин (ETRA) Европейским Союзом принято решение о запрете с 2003 года сжигания в атмосфере и захоронения в земле изношенных автомобильных шин. Изношенные шины представляют ценное вторичное сырье, поскольку содержат 45- 55 % резины (каучука), 25-35 % технического углерода, 10-15 % высококачественного металла. Экономически эффективная переработка изношенных шин позволит не только решить экологические проблемы, но и обеспечить высокую рентабельность перерабатывающих производств [2,3].

Существует несколько методов утилизации автомобильных шин химические (сжигание, пиролиз), физические (дробление, бародеструкционный метод, криогенный метод), восстановление и захоронение шин.

К химическим методам относятся методы, приводящие к глубоким необратимым изменениям структуры полимеров. Как правило, эти методы осуществляются при высоких температурах и заключаются в термическом разложении (деструкции) полимеров в той или иной среде и получению продуктов различной молекулярной массы. К таким методам относятся сжигание, крекинг, пиролиз [4].

Несмотря на то, что химические методы утилизации отходов дают продукты, имеющие определенную ценность, их главный недостаток состоит в том, что они не сохраняют исходные полимерные материалы – каучуки и волокна, т.е. ценность получаемых продуктов значительно ниже ценности исходных материалов. В связи с этим большой интерес представляют методы переработки, позволяющие наиболее полно сохранить структуру и свойства полимерных составляющих с тем, чтобы вернуть их в сферу производства. Часто это удается при регенерации и девулканизации резины [5].

Физические методы утилизации и переработки представлены дроблением, бародеструкционным и криогенным методами, а также восстановлением и захоронением.

Полученная в результате дробления резиновая крошка представляет из себя совокупность частиц измельченной резины различной дисперсности и разнообразной формы, которые характеризуются, прежде всего тем, что сохраняют в своей основе молекулярную структуру и эластомерные свойства исходной резины, а поверхность частиц может быть активирована для придания особых свойств резиновой крошке, либо путём частичной девулканизации приповерхностного слоя частиц, либо модификацией поверхности частиц химической или физико-химической обработкой.

В основном, резиновая крошка используется в проектах гражданского строительства, таких как игровые площадки, парковочные места, для упрочнения откосов, производства кровельных покрытий, внедрение резиновых частиц в структуру связующего битума. В последнее время начали активно рассматривать возможность использования крошки в качестве сырья для производства шумоизоляционных материалов и сорбента нефтепродуктов на воде и земле [6].

Исследования структурных, физико-химических и адсорбционных свойств твердого углеродного остатка пиролиза изношенных шин показали, что данный продукт имеет пористую структуру и обладает адсорбционными свойствами, сравнимыми со свойствами промышленных активных углей, что подтверждает возможность его применения в качестве адсорбента органических веществ из влажных газовых потоков и сточных вод [7].

В лабораторных условиях были проведены исследования по определению адсорбционной активности резиновой крошки фракции от 1 до 3 мм по йоду и по метиленовому голубому.

Согласно стандартной методике, для определения адсорбционной активности по йоду, взвешивают около 1 г образца, помещают в коническую колбу вместимостью 250 см³, добавляют 100 см³ раствора йода в йодистом калии, закрывают пробкой и вручную каждую минуту взбалтывают в течение 30 мин. Затем раствору дают отстояться и из колбы пипеткой осторожно, чтобы не попали частички образца, отбирают 10 см³ раствора, помещают в коническую колбу и титруют 0,1 н раствором тиосульфата натрия. В конце титрования добавляют 3...5 капель раствора крахмала и титруют до исчезновения синей окраски. Одновременно проводят определение начального содержания йода в растворе, для этого 10 см³ раствора йода в йодистом калии помещают в коническую колбу и титруют 0,1 н раствором тиосульфата натрия, добавив в конце титрования раствор крахмала.

Значение адсорбционной активности (А) по йоду, %, вычисляют по формуле:

$$A = \frac{(V_1 - V_2) \cdot 0,0127 \cdot 100 \cdot 100}{10m(1 - W)}, \text{ где}$$

V₁—объем раствора тиосульфата натрия концентрацией точно 0,1 моль/дм³ (0,1 н), израсходованный на титрование 10 см³ раствора йода в йодистом калии, см³;

V₂—объем раствора тиосульфата натрия концентрацией точно 0,1 моль/дм³ (0,1 н), израсходованный на титрование 10 см³ раствора йода в йодистом калии, после обработки исследуемым образцом, см³;

0,0127 – масса йода, соответствующая 1 см³ раствора тиосульфата натрия концентрацией точно 0,1 моль/дм³ (0,1 н), г;

100 – объем раствора йода в йодистом калии, взятый для осветления углем, см³;

W – влажность навески образца, % [8];

m – масса навески образца, г.

Номер образца	m, г	V ₁ , см ³	V ₂ , см ³	W, %	A, %
1	1,0288	3,2	4,0	1,5	19,7512
2	1,0100	3,2	4,0	1,5	20,1188

За результат принимаем среднее арифметическое результатов двух параллельных определений – 19,935≈20%.

Для определения адсорбционной активности по метиловому голубому первоначально строим градуировочный график зависимости оптической плотности от массовой концентрации раствора сравнения [6]. С помощью которого, определяем остаточную массовую концентрацию раствора метиленового голубого в разбавленном растворе с помещенным в него исследуемым образцом.

Для проведения анализа готовят раствор индикатора массовой концентрации 1500 мг/дм³. Навеску образца помещают в коническую колбу вмести-

мостью 100 см³, прибавляют 25 см³ приготовленного раствора метиленового голубого, закрывают пробкой и взбалтывают на аппарате для встряхивания жидкости в сосудах в течение 20 мин. После взбалтывания полученную суспензию переносят в пробирки для центрифугирования и центрифугируют в течение 15 мин. Осторожно отбирают пипеткой 1 см³ осветленного раствора и переносят в мерную колбу вместимостью 100 см³. Раствор в колбе разбавляют дистиллированной водой до метки после чего измеряют оптическую плотность приготовленного раствора на фотоэлектроколориметре.

Адсорбционную активность образца по индикатору в миллиграммах на 1 г продукта вычисляют по формуле:

$$X = \frac{(C_1 - C_2 K) 0,025}{m}, \text{ где}$$

C_1 – массовая концентрация исходного раствора индикатора, мг/дм³;

C_2 – массовая концентрация раствора после контакта с активным углем, мг/дм³;

K – коэффициент разбавления раствора;

0,025 – объем раствора индикатора, взятого для осветления, дм³;

m – масса навески образца, г.

Номер образца	m, г	C_1 , мг/дм ³	C_2 , мг/дм ³	X, мг/г
1	1,5038	1500	9,85	8,5616
2	1,5009	1500	9,75	8,7448

За результат принимаем среднее арифметическое результатов двух параллельных определений – 8,6532 ≈ 9 мг/г.

Среди указанных направлений переработки шин именно получение из отработанных шин резиновой крошки и порошка является перспективным направлением утилизации, так как это не приводит к вторичному загрязнению окружающей среды как пиролиз и сжигание, с одной стороны, а также позволяет получить ценные резиновомещаемые компоненты в отличие от других методов.

Список литературы:

1. Ильясов, Р.С. Шины. Некоторые проблемы эксплуатации и производства / Р.С. Ильясов, В.П. Дорожкин, Г.Я. Власов, А.А. Мухутдинов – Казань: НИИШП, 2000. – 576 с.
2. Тарасова Т. Ф., Чапалда Д. И. Экологическое значение и решение проблемы переработки изношенных автошин // Вестник ОГУ. 2006. №2-2. – 450 с.
3. Справочное пособие «Охрана окружающей среды» – Москва: Издательство стандартов, 1991. – 127 с.
4. Пальгунов, П.П. Утилизация промышленных отходов / П.П. Пальгунов, М.В. Сумароков – Москва: Стройиздат, 1990. – 352 с.

5. Технология и оборудование для очистки промышленных и бытовых стоков: Альбом ВНИИТЭМР – Москва, 1992. – 63 с.
6. Нихаева, А.В. К вопросу об утилизации отработанных автомобильных шин / А.В. Нихаева, Ж.С. Оганисян / Международный студенческий научный вестник, 2017. – № 6.
7. Минхайдарова, Г. В. Экологические аспекты утилизации твердого углеродного остатка пиролиза изношенных шин // Дис. на соискание ученой степени кандидата наук – 2004 – Казань.
8. ГОСТ Р 55419-2013 «Материал композиционный на основе активного резинового порошка, модифицирующий асфальтобетонные смеси. Технические требования и методы испытаний».