
УДК 543.544-414

Г.А. МЕШКОВ, студент гр. ТЭБ-191 (КузГТУ)

В.Д. ПЕТРАКОВ, студент гр. ТЭБ-191 (КузГТУ)

А.В. ТЫРА, студентка гр. ТЭБ-191(КузГТУ)

Научный руководитель К.Ю. УШАКОВ, старший преподаватель (КузГТУ)
г.Кемерово

МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ ХАРАКТЕРИСТИК СОРБЕНТА ИЗ РЕЗИНОВОЙ КРОШКИ ШИН КАРЬЕРНЫХ АВТОСАМОСВАЛОВ

Кузбасс является одним из самых крупных угольных месторождений мира. В частности, территория Кузбасса включает Кузнецкий каменноугольный бассейн и западную часть Канско-Ачинского бурогоугольного бассейна. В Кузбассе эксплуатируются 36 предприятий открытой добычи (угольных разрезов) и 58 шахт [1]. В работе разрезов большой вес имеет парк автомобильной техники, основным отходом в работе которых являются отработанные крупногабаритные и сверх крупногабаритные шины, поэтому в регионе актуален вопрос утилизации шин карьерных самосвалов. Одним из возможных направлений утилизации подобных отходов является получение сорбентов, востребованных промышленными предприятиями для отчистки сточных вод.

Сорбенты – это вещества, которые имеют способность поглощать (сорбировать) различные химические элементы. Сорбенты классифицируются по принципу действия, форме, происхождению, способности впитывать воду и масло [2]. По принципу действия выделяют адсорбенты, абсорбенты и иониты. Адсорбенты имеют большую площадь поверхности, которая поглощает вещества. Самый известный адсорбент – активированный уголь. Кроме активированного угля, к адсорбентам относятся оксид алюминия, оксид кремния, цеолиты [3].

Абсорбенты поглощают вещества и образуют растворы. Активное вещество растворяется в абсорбенте и остается связанным. Также в процессе абсорбции может происходить химическая реакция, в результате которой трансформируется поглощенное вещество. К абсорбентам относятся порошкообразная слюда, природный сфагнум и торф, фуллерова земля, песок, глина, вода, масла [2].

Иониты или ионообменные смолы – синтетические вещества, которые не поглощают другие вещества, но обмениваются с ними ионами. Самая известная сфера применения ионитов — бытовые фильтры воды. В

них ионообменные смолы удаляют из водопроводной воды соли тяжелых металлов [3].

Производство пористых материалов во всем мире составляет около миллиона тонн в год. К основным областям применения относят: очистка воздуха и газов в промышленности; очистка растворов в промышленности; адсорбция паров бензина, выделяемых машинами; очистка воздуха в помещениях, где находится много людей (например, аэропорты); противогазовая защита людей от вредных веществ (противогазы); производство защитных тканей (они содержат мелкодисперсный активированный уголь и защищают человека от токсичных газов); использование в качестве катализатора в некоторых технологических процессах; обогащение металлов (например, золота); использование в качестве фильтра в некоторых сигаретах; очистка питьевой воды; очистка бытовых и промышленных сточных вод [4].

В качестве исходного сырья для получения сорбентов в настоящей работе используется резиновая крошка, полученная из отработанных шин карьерных автосамосвалов. Технология получения сорбентов подразумевает двухстадийную обработку исходного сырья, основанную на пиролизе и последующей газификации углеродного остатка [5].

На первом этапе исследования были определены технические характеристики представленных промышленным предприятием образцов резиновой крошки. Для этого была подготовлена аналитическая проба из резиновой крошки фракцией 1-3 мм с использованием лабораторной мельницы, сит и вибростенда. Далее полученные пробы были разделены на навески по 1 грамму для определения влажности, зольности и выхода летучих веществ. Для каждой характеристики были подготовлены по 3 навески.

Определение выхода летучих веществ осуществляли согласно [6].

Тигель с навеской 1 грамм резиновой пыли подвергали нагреву в муфельной печи без доступа воздуха в течение 7 минут при температуре 900°C. По истечению времени тигли извлекались из печи и охлаждались до комнатной температуры в эксикаторе. После чего тигель с нелетучим остатком взвешивали и на основании потери массы вычисляли выход летучих веществ.

Определение зольности осуществляли согласно [7].

Для определения зольности в муфельной печи сжигали навеску 1 грамм резиновой пыли при свободном доступе кислорода и прокаливали зольный остаток до постоянной массы в течение часа при температуре 820°C. По истечению времени лодочки с золой вынимались из печи и охлаждались при комнатной температуре. Исходя из массы образовавшейся золы, рассчитали зольность.

Определение общей влаги осуществляли согласно [8].

Бюкс с навеской 1 грамм резиновой пыли высушили в сушильном шкафу в течение 30 минут при температуре 110°C до постоянной массы. После окончания сушки бюкс вынули из сушильного шкафа, закрыли крышкой и охлаждали в течение 5 минут на металлической подставке, затем в эксикаторе до комнатной температуры. Массовую долю общей влаги рассчитали по формуле.

Результаты определения технических параметров исходной резиновой крошки сведены в таблице 1.

Таблица 1. Технические параметры исходной резиновой крошки.

Параметр	Значение		
	Навеска 1	Навеска 2	Навеска 3
Выход летучих	63,15%	63,76%	62,29%
Зольность	7,24%	7,94%	11,58%
Влажность	0,52%	0,62%	0,59%

Качество, количество и стоимость получаемых продуктов, в том числе и сорбентов, на каждой стадии переработки РТИ (пиролиз и газификация углеродного остатка) [5] зависят от температурных и временных условий процесса на каждой стадии, гранулометрического состава отходов РТИ а также от состава газифицирующего агента и его расхода. Целью исследований авторов является определение характеристик получаемых сорбентов с использованием традиционных методик [9] и сопоставление полученных результатов с образцами сорбентов БАУ [9,10].

В качестве примера представлена методика определения адсорбционной емкости сорбента по йоду. Для определения адсорбционной емкости были приготовлены растворы йода в йодистом калии, раствор крахмала, тиосульфат натрия и определено начальное содержание йода в растворе. Для этого отбирались 10см³ раствора йода в маленькую коническую колбу и титровались тиосульфатом натрия до изменения начального цвета, после добавляли 1см³ раствора крахмала. Для определения адсорбционной ёмкости образца далее необходимо высушить пробу при температуре 110-115°C в сушильном шкафу до постоянной массы. Согласно методике 1 г высушенной резины поместили в коническую колбу вместимостью 250см³, затем добавили 100см³ раствора йода в йодистом калии, закрыли пробкой и вручную взбалтывали на протяжении 30 минут. После этого из колбы пипеткой отбирали 10см³ раствора и помещали в коническую колбу вместимостью 50см³ и титровали раствором тиосульфата натрия до изменения начального цвета.

В конце титрования добавлялось 1 см^3 раствора крахмала для придания синей окраски и титровали до обесцвечивания исходной смеси.

Результаты определения концентраций представлены в таблице 2.

Таблица 2. Определение концентраций.

№ образца	Значения			
	Концентрация 1 образца (V_1), мл	Концентрация 2 образца (V_2), мл	Концентрация 3 образца (V_3), мл	Концентрация исходного р-ра (V_0), мл
1	7,7	7,4	6,7	8,1
2	7,8	7,6	7,3	8,2
3	7,9	7,8	7,0	8,5
Среднее значение	7,8	7,6	7,0	8,26

Далее с использованием формулы(1) была рассчитана адсорбционная активность образцов в процентах:

$$X = \frac{(V_0 - V_i) \cdot 0,0127 \cdot 100 \cdot 100}{10 \cdot m}, \quad (1)$$

Где 0,0127 – масса йода, соответствующая 1 см^3 раствора тиосульфата натрия концентрации точно 0,1 моль/дм³(0,1н.), г; m – масса навески резины, г; 100 – объём раствора йода в йодистом калии, взятый для осветления резиной, см³.

В таблице 3 представлено сопоставление полученных результатов по определению адсорбционной активности по йоду образцов обработанной резиновой крошки и сорбента марки «БАУ-А».

Таблица 3. Сопоставление результатов трех образцов с БАУ-А.

№ Образца	Адсорбционная активность, %
1	5,842
2	8,382
3	16,002
БАУ-А	6,604

Сравнивая результаты эксперимента определения сорбционной активности для образцов термообработанной резины и БАУ-А получили, что исследуемые образцы обладают сорбционной способностью на уровне результата, полученного для активированного древесного угля. При этом, результаты полученные для образцов БАУ-А не соответствуют значениям, указанным для них в паспорте. Поэтому выводы по сорбционной активности твёрдого остатка процессов пиролиза и газификации резины будут сформулированы после определения сорбционной активности по другим методикам.

Работа выполнена при финансовой поддержке в соответствии с дополнительным соглашением №075-03-2021-138/3 о предоставлении субсидии из федерального бюджета на финансовое обеспечение

выполнения государственного задания на оказание государственных услуг (внутренний номер 075-ГЗ/Х4141/687/3).

Список литературы

1. Администрация Кемеровской области [сайт]. Режим доступа: [https://ako.ru/oblast/obshchaya-informatsiya/minerals.php]
2. Сорбенты, виды сорбентов, классификация сорбентов [сайт]. Режим доступа: [https://втораяиндустриализация.рф/sorbentyi/]
3. Виды сорбентов и в каком виде они используются [сайт]. Режим доступа: [https://tze1.ru/articles/detail/vidy-sorbentov-i-v-kakikh-sluchayakh-oni-ispolzuyutsya/]
4. Интересные факты об активированном угле [сайт]. Режим доступа: [https://kidschemistry.ru/gde-primenyaetsya-aktivirovannyj-ugol.html]
5. Продукты переработки отходов резинотехнических изделий / А. С. Зябрев, И. Я. Петров, К. Ю. Ушаков, А. Р. Богомолов // Россия молодая: сборник материалов XII Всероссийской, научно-практической конференции молодых ученых с международным участием, Кемерово, 21–24 апреля 2020 года. – Кемерово: Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф. Горбачева, 2020. – С. 95102.1-95102.8.
6. ГОСТ 55661 – 2013. Топливо твердое минеральное. Определение зольности.
7. ГОСТ 55660 – 2013. Топливо твердое минеральное. Определение выхода летучих веществ.
8. ГОСТ 52911 – 2013. Топливо твердое минеральное. Определение общей влаги.
9. ГОСТ 6217 – 74. Уголь активный древесный дробленый.
10. ГОСТ 4453 – 74. Уголь активный осветляющий древесный порошкообразный. – М.: Государственный комитет СССР по стандартам, 1988.

Информация об авторах:

Мешков Гордей Александрович, студент гр. ТЭБ-191, КузГТУ, 650000, г. Кемерово, ул. Мичурина 57, gordey07.05.2001meshkov228@gmail.ru

Петраков Виталий Дмитриевич, студент гр. ТЭБ-191, КузГТУ, 650000, г. Кемерово, ул. Мичурина 57, petrakov11012001@gmail.ru

Тыра Анна Валерьевна, студентка гр. ТЭБ-191, КузГТУ, индекс, г. Кемерово, ул. Мичурина 57, tyraanna969@gmail.com