

## **ИССЛЕДОВАНИЕ СОРБЦИОННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК УГЛЕРОДНОГО ОСТАТКА ПИРОЛИЗА АВТОШИН**

*А.И. Сечин, д.т.н., профессор<sup>1</sup>*

*Е.А. Макаревич, старший преподаватель<sup>2</sup>*

*А.В. Папин, к.т.н., доцент<sup>2</sup>*

*Т.Г. Черкасова, д.х.н., профессор<sup>2</sup>*

<sup>1</sup>*Томский политехнический университет, 634050, г. Томск, пр.Ленина,30,  
тел.(3822)-701-777*

E-mail: [sechin@tpu.ru](mailto:sechin@tpu.ru)

<sup>2</sup>*Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф. Горбачева, Россия, г.  
Кемерово*

В России образуется более 1 млн. тонн изношенных шин в год. Огромное количество отработанных шин, производимых в настоящее время в мире, безусловно, будет увеличиваться в будущем по мере роста связанных с ними автомобильных отраслей. Утилизация шин становится серьезной экологической проблемой. Накопление выброшенных отработанных шин приводит к загрязнению окружающей среды. Большая часть отходов шин просто выбрасывается на участки, где они представляют опасность, такую как образование болезней людей, животных и растений, а также случайные пожары. Резина биологически практически не разлагается, и этот факт создает проблемы с её утилизацией. Влияние отходов резины на окружающую среду может быть сведено к минимуму путем переработки материала или извлечения энергии.

В настоящее время пристальное внимание уделяется пиролизу шин (термическому разложению в бескислородной среде). Переработка шин методом пиролиза представляет собой экологически привлекательный метод. Продуктами процесса пиролиза шин являются: твердый остаток (30-40 мас.%), жидкая фракция (40-60 мас.%) и газы (5-20 мас.%). Твердый остаток содержит технический углерод и минеральное вещество, первоначально присутствующее в шине. Этот твердый остаток может быть использован как укрепитель в резиновой индустрии, как активированный уголь или как бездымное топливо. Жидкий продукт состоит из очень сложной смеси органических компонентов. Таким образом, полученные масла могут быть использованы непосредственно в качестве топлива, исходного сырья для нефтепереработки или источника химических веществ. Газообразная фракция состоит из не конденсируемых органических веществ таких, как,  $H_2$ ,  $H_2S$ ,  $CO$ ,  $CO_2$ ,  $CH_4$ ,  $C_2H_4$ ,  $C_3H_6$  и других. Газовая фракция может использоваться в качестве топлива в процессе пиролиза.

Наибольший интерес сейчас вызывает возможность получения углеродных сорбентов на основе пиролизного остатка. Углеродные адсорбенты получают из всевозможных материалов, которые содержат в большем или меньшем количестве сложные органические соединения, способные при определенных условиях образовывать твердый углеродный остаток.

В качестве объекта исследования был взят твердый углеродсодержащий остаток пиролиза автошин компании ООО «КЭК+» (г. Калтан, Кемеровская область, Россия).

Был проведен технический анализ исходного углеродного остатка. В результате анализа данных установлено, что углеродный остаток имеет высокие значения зольности и выхода летучих веществ. В ходе работы проводились исследования по облагораживанию твердого углеродсодержащего остатка.

После облагораживания улучшилось качество углеродсодержащего остатка пиролиза автошин. Исчез резкий токсичный запах, очистились поры и стали видны невооруженным глазом цилиндрические макроотверстия, что открывает перспективы использования полученного облагороженного углеродного остатка в качестве адсорбента.

Оценку сорбционных свойств углеродного материала проводят путем сравнения сорбционной активности, измеренной в одинаковых условиях [1-4].

В качестве адсорбтива часто используют метиленовый голубой, метиленовый жёлтый, йод, фенол. В ходе исследований были определены суммарная пористость, временная зависимость адсорбционной активности по йоду. Метод определения суммарного объёма открытых пор основан на заполнении водой при кипячении навески адсорбента в воде и удалении избытка воды с поверхности зёрен. В результате установлено, что суммарный объём пор в результате облагораживания увеличился в 2 раза.

Определена адсорбционная активность твёрдого углеродного остатка пиролиза автошин по йоду в зависимости от времени проведения реакции (15, 20, 30 минут), крупности кусков углеродного остатка. На основе полученных данных можно сделать вывод, что адсорбционная способность зависит от крупности частиц адсорбента (твёрдого углеродного остатка). Чем мельче частицы адсорбента, тем выше адсорбционная активность.

Также адсорбционная активность по йоду зависит от времени проведения реакции. Адсорбционная способность возрастает с увеличением времени взаимодействия с раствором йода. Облагороженный технический углерод, класс крупности 0,2 мм обладает наилучшей адсорбционной активностью. Адсорбционная способность по йоду зависит от крупности частиц адсорбента (твёрдого углеродного остатка) и от времени взаимодействия адсорбента с раствором йода. Облагороженный технический углерод, класс крупности 0,2 мм при времени взаимодействия с йодом 15, 20 минут обладает наилучшей адсорбционной активностью по йоду. При времени взаимодействия с йодом 30 минут значения адсорбционной активности облагороженного технического углерода и твёрдого остатка автошин, полученного низкотемпературным пиролизом близки.

Была исследована возможность очистки воды от фенола. В качестве адсорбента использовали облагороженный твёрдый углеродный остаток пиролиза автошин с размерами частиц 0,5–2 мм.

При пропускании через фильтр водного раствора фенола концентрации 1 г/дм<sup>3</sup> эффективность очистки составила около 35%, а при концентрации 0,1 г/дм<sup>3</sup> – около 85%. При повторном использовании фильтра поглотительная способность снижается до 50%.

Снижение поглотительной способности происходит вследствие забивки сорбирующих микропор. Для реактивации отработанного адсорбента использовали те же технологические операции, что и при его производстве. Реактивация отработанного адсорбента обеспечивает полное восстановление его адсорбционных свойств и возможность многократного использования.

#### **Список литературы:**

1. Кузнецов, Б. Н. Синтез и применение углеродных сорбентов // Соровский образовательный журнал. 1999. №12. С. 29 – 34.
2. Лукин В.Д. Регенерация адсорбентов/ В.Д. Лукин, И.С. Анцыпович. – Л.: Химия, 1983. – 215 с.
3. Мухин В.М., Активные угли России / В.М. Мухин, А.В. Тарасов, В.Н. Клушин. – М.: Металлургия, 2000. – 352 с.
4. Промышленные адсорбенты: учеб. пособие /М. Б. Алехина. – М.:РХТУ им. Д. И. Менделеева, 2013. – 116 с.