

Список литературы

- 1 Сенина, Ю. П. Снижение негативного влияния автотранспорта на экологическое состояние окружающей среды / Ю. П. Сенина, А. Г. Ветошкин // Надежность и качество : тр. междунар. симпоз. – 2011. – Т. 2. – С. 1–5.
- 2 Днистенко, Н. С. Применение альтернативных видов топлива и энергии на автотранспорте / Н. С. Днистенко, Л.Е. Кущенко // Сб. междунар. науч.-техн. конф. молодых ученых БГТУ им. В. Г. Шухова. Белгород, 2019.
- 3 Кипрушева, Н. С. Техногенные загрязнители окружающей среды : учеб. пособие / Н. С. Кипрушева. – Ухта : Институт управления, информации и бизнеса, 2004. – 56 с.
- 4 Влияние автотранспорта на состояние окружающей среды / Библиофонд [Электронный ресурс] // Bibliofond: электронная библиотека студента. – Режим доступа : <https://www.bibliofond.ru/view.aspx?id=664127>. – Дата доступа : 01.06.2018.
- 5 Ничкова, Л. А. загрязнения окружающей среды автомобильным транспортом в Республике Крым / Л. А. Ничкова, Г. А. Сигора, Т. Ю. Хоменко // XXI век. Техносферная безопасность. – 2017. – Т. 2. – № 4. – С. 26–37.

УДК 628.349

СРАВНЕНИЕ МЕТОДОВ ОПРЕДЕЛЕНИЯ УДЕЛЬНОЙ ПОВЕРХНОСТИ НА ПРИМЕРЕ НАНОМАТЕРИАЛОВ ДЛЯ ОЧИСТКИ НЕФТЕСОДЕРЖАЩИХ СТОЧНЫХ ВОД

О. Н. ГОРЕЛАЯ

Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель

Первые количественные оценки удельной поверхности были сделаны с помощью хемосорбции в 1918 году американским химиком И. Ленгмюром. Способность твердых тел к поглощению газов и паров сильно зависит от развитости их поверхности. Чем больше удельная поверхность твердого тела, тем больше это поглощение. Многие другие свойства твердых тел зависят от величины их поверхности, например процессы горения, схватывание цемента и другие. Производительность катализатора в кинетической области протекания реакции также находится в прямой зависимости от его удельной поверхности, а внутри диффузионной области – еще и от его пористой структуры. Но если для катализа (как и для хемосорбции) первостепенное, определяющее значение имеет химическая природа поверхности, а ее величина является хоть и важным, но вторым по значению фактором, то для физической адсорбции, наоборот, основное значение имеет величина поверхности. Следовательно, удельная поверхность является очень мощным фактором, влияющим на величину сорбции [1–2]. При определении основных свойств наносорбента для очистки нефтесодержащих сточных вод [3–11], синтезированного из отходов станции обезжелезивания, была поставлена и выполнена задача по определению удельной поверхности.

Как известно, наиболее применяемым лабораторным методом при определении удельной поверхности дисперсных материалов на сегодняшний день является метод низкотемпературной адсорбции газа, называемый методом Брунауэра, Эммета и Теллера (БЭТ, англ. BET), позволяющий измерить поверхность в диапазоне от 0,1 до 2000 м²/г с относительной погрешностью 2–6 % при длительности анализа каждого образца от 1 до 2,5 часов (длительность анализа обусловлена медленным протеканием процесса адсорбции при отрицательных температурах). Ввиду того, что еще С. Грег и К. Синг в своих трудах [12] отмечали необходимость определения удельной поверхности независимыми методами, авторы предлагают для сравнения использовать результаты определения площади удельной поверхности сорбента [1].

Для характеристики пористой структуры образцов на основании изотерм низкотемпературной адсорбции азота (77К), снятых на приборе ASAP 2020 MR (США), рассчитывали удельную поверхность по БЭТ.

Для оценки относительного количества микро- и мезопор, доступных для адсорбции растворенных в воде веществ, дополнительно по стандартным методикам проводили адсорбцию из водных растворов веществ-маркеров – красителя метиленового голубого.

При сравнении полученных данных, представленных на рисунке 1, прослеживаются устойчивые зависимости с высоким коэффициентом детерминации ($R^2 = 0,767...0,987$). Такие высокие показатели позволяют предполагать, что определения удельных поверхностей достоверны и могут быть определены по полученным формулам на любом участке исследуемого отрезка.

При оценке сопоставимости результатов, определенных по обоим методикам, прослеживается устойчивая полиномиальная зависимость по каждому восстановителю. При этом стоит обратить

внимание, что зависимости по одноименным образцам одного восстановителя отличаются на практически постоянную величину.

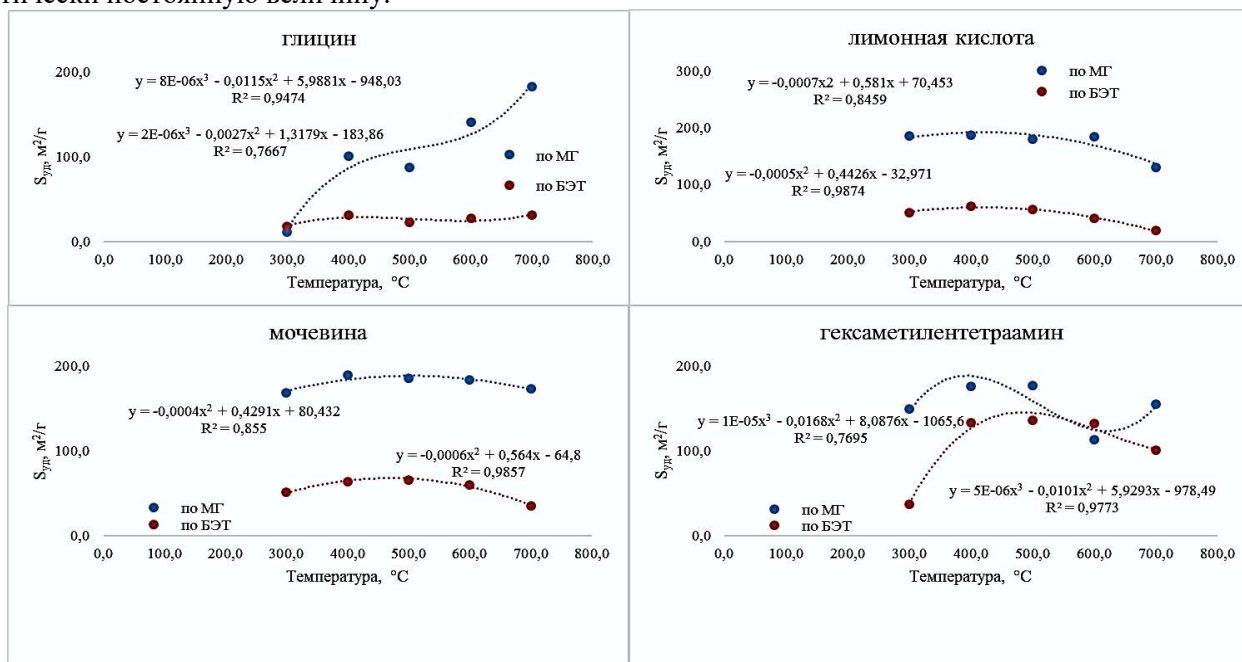


Рисунок 1 – Результаты определения удельной поверхности $S_{уд}$ образцов наносорбентов, полученных с использованием глицина, лимонной кислоты, мочевины и гексаметиленetetрамина в качестве восстановителя различными методами

Можно предполагать, что удельная поверхность $S_{уд}$, M^2/g , полученная по сорбции из водного раствора красителя – метиленового голубого на поверхности полученных образцов, осуществляется не в один молекулярный слой, как при использовании метода БЭТ, а в несколько. Данная тенденция прослеживается для каждого вида восстановителя по-своему, иногда уникальному принципу:

- для наносорбентов, в качестве восстановителя в которых использовался глицин при температуре синтеза $300^{\circ}C$ – в один молекулярный слой, на более высоких температурах в несколько (предположительно в 3–4);

- наносорбентов, в качестве восстановителя, где использовались мочевины и лимонная кислота, зависимость на всех температурных режимах имеет стабильно-постоянную константу (т.е. предположить можно, что сорбция МГ идет в 3–4 слоя);

- гексаметиленetetрамина наибольшее число молекулярных слоев наблюдается при температуре $300^{\circ}C$, далее зависимость меняет характер. Возможно влияние на показатели $S_{уд}$ оказывают влияние функциональные группы, но для этого необходимо более полное исследование и анализ характеристик образцов.

Список литературы

- 1 Носенко, А. А. Методы и устройства для измерения удельной поверхности дисперсных материалов / А. А. Носенко, С. И. Половнева // Известия вузов. Прикладная химия и биотехнология. – 2017. – № 7 (2). – С. 113–121. <https://doi.org/10.21285/2227-2925-2017-7-2-113-121>
- 2 Грузинова, В. Л. Сорбционные свойства и эксплуатационные характеристики угольных волокнистых материалов / В. Л. Грузинова, В. И. Романовский // Вестник Полоцкого государственного университета. Сер. Ф. Строительство. Прикладные науки. Инженерные сети, экология и ресурсоэнергосбережение. – 2015. – № 16. – С. 141–145.
- 3 Горелая, О. Н. Влияние дозы восстановителя на свойства магнитных сорбентов из осадков станций обезжелезивания / О. Н. Горелая, В. И. Романовский // Водоснабжение и санитарная техника. – 2022. – № 1. – С. 32–37.
- 4 Горелая, О. Н. Магнитные сорбенты для удаления нефтепродуктов из водных сред / О. Н. Горелая, В. И. Романовский, А. А. Хорт // Актуальные вопросы и перспективы развития транспортного и строительного комплексов: материалы IV Междунар. науч.-практ. конф., посвященной 65-летию БИИЖТа–БелГУТа. – Гомель: БелГУТ. 2018. – С. 215–216.
- 5 Получение каталитических материалов для водоподготовки и очистки сточных вод из отходов станций обезжелезивания / В. И. Романовский [и др.] // Вода magazine. – 2017. – № 6(118). – С. 12–15.
- 6 Романовский, В. И. Железо-молибден-содержащие фотокатализаторы из осадков очистки промывных вод фильтров обезжелезивания / В. И. Романовский, Д. М. Куличик, М. В. Пилипенко // Водоочистка. – 2019. – № 6 (180). – С. 73–78.

7 Железосодержащие фотокатализаторы из осадков очистки промывных вод фильтров обезжелезивания / В. И. Романовский [и др.] // Водоочистка. Водоподготовка. Водоснабжение. – 2019. – С. 24–28.

8 Горелая, О. Н. Магнитный сорбент из отходов водоподготовки для очистки нефтесодержащих сточных вод / О. Н. Горелая, В. И. Романовский // Вестник Брестского гос. техн. ун-та. Сер.: Водохозяйственное строительство, теплоэнергетика и геоэкология. – 2020. – № 2. – С. 61–64.

9 Горелая, О. Н. Сорбент для очистки нефтесодержащих сточных вод на основе отходов станций обезжелезивания / О. Н. Горелая, В. И. Романовский // Водоснабжение и санитарная техника. – 2020. – № 10. – С. 48–54.

10 Горелая, О. Н. Магнитный сорбент из отходов водоподготовки для удаления нефтепродуктов из водных сред / О. Н. Горелая, Н. Л. Будейко, В. И. Романовский // Вестник Полоцкого гос. ун-та. Сер. F. Строительство. Прикладные науки. – 2020. – № 16. – С. 52–57.

11 Горелая, О. Н. Магнитный сорбент из отходов водоподготовки для очистки нефтесодержащих сточных вод / О. Н. Горелая, В. И. Романовский // Вестник БрГТУ. Водохозяйственное строительство, теплоэнергетика и геоэкология. – 2020. – № 2. – С. 61–64.

12 Грег, С. Адсорбция, удельная поверхность, пористость / С. Грег, К. Синг. – М.: Мир, 1984. – 310 с.

УДК 621.314

ДИАГНОСТИКА КАЧЕСТВА СОСТОЯНИЯ ИЗОЛЯЦИИ ТРАНСФОРМАТОРА С ПОМОЩЬЮ ФИГУР ЛИССАЖУ

И. Л. ГРОМЫКО

Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель

На сегодняшний день более 50 % трансформаторов системы электроснабжения железнодорожной отрасли страны отработали установленный срок службы – 25 лет, согласно ГОСТ 11677-85. Многие из таких трансформаторов могут эксплуатироваться еще длительное время, однако, в этом случае должны предъявляться повышенные требования к методам диагностики их технического состояния.

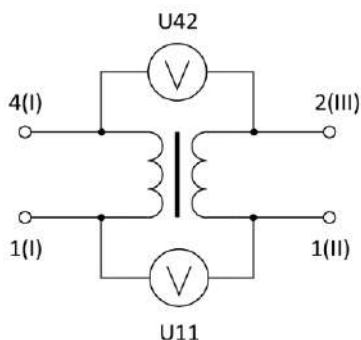


Рисунок 1 – Схема трансформатора ПОБС-5АУЗ с учетом межобмоточных напряжений

Состояние изоляции обмоток трансформатора можно оценить, измеряя всего несколько параметров: сопротивление изоляции постоянному току RISO, коэффициенты абсорбции DAR, поляризации PI и диэлектрического разряда DD. Значения этих величин позволяют обнаружить расслоение и загрязнение, определить ток утечки, степень влажности и старения, т.е. сделать вывод о пригодности изоляции обмоток к дальнейшей эксплуатации.

В данной публикации предлагается новый метод оценки состояния качества изоляции с помощью межобмоточных напряжений, схема измерения которых представлена на рисунке 1. Измерения проводились на трансформаторе ПОБС-5АУЗ

Для учета не только величин данных напряжений, но и их начальных фаз, были построены фигуры Лиссажу, для различных состояний изоляции трансформатора. Данные фигуры представлены на рисунке 2.

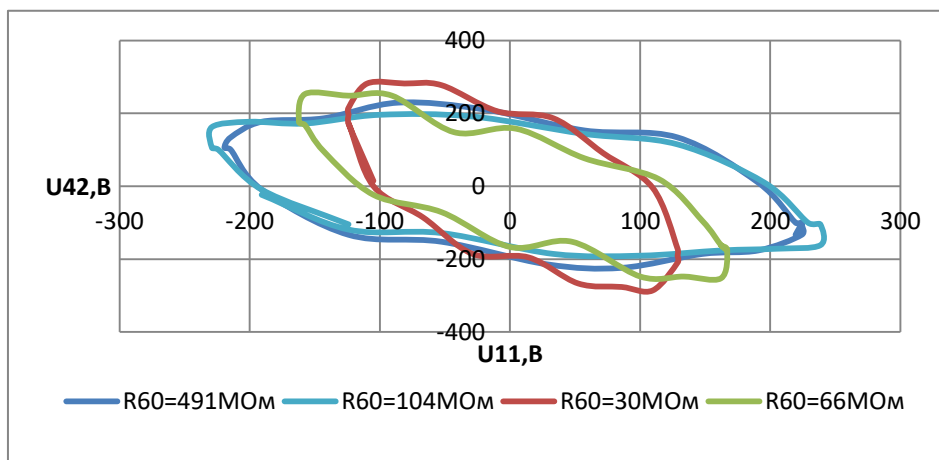


Рисунок 2 – Фигуры Лиссажу межобмоточных напряжений при различных состояниях изоляции трансформатора