

УДК 662.749.2

<https://doi.org/10.33619/2414-2948/53/29>

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ АДСОРБЦИОННОЙ АКТИВНОСТИ УДЕЛЬНОЙ ПОВЕРХНОСТИ ИСКУССТВЕННОГО ГРАФИТА ПО ИНДИКАТОРУ МЕТИЛЕНОВОМУ ГОЛУБОМУ

©Алдашева Н. Т., ORCID: 0000-0002-6549-0421, канд. техн. наук, Ошский технологический университет, г. Ош, Кыргызстан, [aldasheva73.20@mail.ru](mailto:aldasheva73.20@mail.ru)

## DETERMINATION OF THE ADSORPTION ACTIVITY OF THE SPECIFIC SURFACE OF ARTIFICIAL GRAPHITE BY THE INDICATOR OF METHYLENE BLUE

©Aldasheva N., ORCID: 0000-0002-6549-0421, Ph.D.,  
Osh Technological University, Osh, Kyrgyzstan, [aldasheva73.20@mail.ru](mailto:aldasheva73.20@mail.ru)

**Аннотация.** В данной статье исследована и определена удельная поверхность искусственного графита на адсорбцию по раствору метиленовому голубому. Исследования показали, что удельная поверхность адсорбции графита полученного из угля Узгенского месторождения Кыргызстана по метиленовому голубому составляет 599,4 м<sup>2</sup>/г и этим очень близок к показателям активных углей. Определение удельной поверхности искусственного графита полученного из угля Узгенского месторождения на адсорбционную активность проводили титрованием суспензии с раствором–индикатором метиленовым голубым.

**Abstract.** This article investigated and determined the specific surface area of artificial graphite for adsorption through a methylene blue solution. The study showed that the specific surface area of graphite adsorption obtained from coal from the Uzgen deposit in Kyrgyzstan for methylene blue is 599.4 m<sup>2</sup>/g and this is very close to the performance of activated carbons. The specific surface area of artificial graphite obtained from coal from the Uzgen deposit for adsorption activity was determined by titration of a suspension with a methylene blue indicator solution.

**Ключевые слова:** удельная поверхность, титрование, суспензия, масса, объем, магнитная мешалка, индикатор, краситель, окрашивание, адсорбция.

**Keywords:** specific surface, titration, suspension, mass, volume, magnetic stirrer, indicator, dye, staining, adsorption.

Пористые материалы широко распространены в различных областях народного хозяйства науки и техники, таких как строительство, геология, нефтехимия, катализ, хроматография, керамические и мембранные технологии и др.

Синтез структурированных материалов с заранее заданными и контролируемыми свойствами имеет огромное значение для разработки различных высокотехнологичных продуктов. Не меньшее значение приобретают и методы детального анализа характеристик пористой структуры вещества на всех стадиях технологического процесса.

Сущность визуального метода определения удельной поверхности состоит в ее вычислении по гистограмме распределения размера частиц порошкообразных материалов,

измеренных с помощью микроскопа, он очень трудоемок и обладает низкой точностью в случае исследования пористых или шероховатых частиц и частиц со сложной топологией.

Поэтому большое значение приобретают методы измерения удельной поверхности твердых тел, которые, как правило, определяются сорбционными методами.

Известно, что удельная поверхность, или удельная площадь поверхности, это суммарная поверхность всех элементов материала, (обычно дисперсного и пористого материала) отнесенная к его массе. Удельная поверхность порошка складывается из суммарной поверхности всех его частиц, и чем меньше размер этих частиц, тем больше площадь их общей поверхности и как следствие, величина удельной поверхности всего порошка. Частицы порошка, имеющие развитую пористую поверхность имеют поверхности большую по сравнению с абсолютно гладкой частицей.

В большинстве случаев взаимодействие веществ носит поверхностный характер, а значение удельной поверхности зависит от поглотительных свойств адсорбентов, схватываемости цемента, активности твердотельных катализаторов и т. д. Поэтому удельная поверхность является показателем тонкости помола материалов.

Наиболее распространенным методом измерения удельной поверхности является вальомерический метод адсорбции газа на поверхности исследуемого материала. Величина удельной поверхности влияет на поглотительную способность адсорбентов, эффективность твердых катализаторов и свойства фильтрующих материалов. Удельная поверхность активных углей составляет 500-1500 м<sup>2</sup>/г, силикагелей — до 800 м<sup>2</sup>/г, микропористых ионнообменных смол — не более 70 м<sup>2</sup>/г, а диатолитовых носителей для хроматографии — менее 10 м<sup>2</sup>/г.

Удельная поверхность является характеристикой дисперсности порошкообразных материалов: минеральных вяжущих веществ, наполнительных пигментов, пылевидных топлив и других. Значение их удельной поверхности, как правило находится в пределах от десятых долей до нескольких десятков м<sup>2</sup>/г. Измеряемое значение удельной поверхности зависит от размеров сорбируемых молекул. Одно и то же вещество при сорбции крупных молекул имеет меньшую удельную поверхность, а при сорбции мелких молекул имеет большую удельную поверхность. Поэтому для крупных молекул поверхность мелких пор, измеренная сорбцией мелких молекул, как бы и не существует. В связи с этим, кроме удельной поверхности, важной характеристикой пористых тел является распределение поверхности пор по их радиусам (распределение пор по радиусам) [1, с. 116].

Прежде чем перейти к обзору экспериментального метода определения удельной поверхности твердых тел, коротко рассмотрим процессы, происходящие при адсорбции и способы ее измерения, а также понятия физической и химической адсорбции. Термин адсорбция образован из латинских слов «*sorbco*» — поглощение и приставки «*ad*» — «на» что означает поглощение каких-либо компонентов из объема гомогенных сопредельных фаз поверхности на разделе фаз. Адсорбированные молекулы взаимодействуют с молекулами или атомами поверхности и снижают как свободную поверхностную энергию конденсированной фазы, так и суммарную энергию системы.

Адсорбция каждого компонента определяется количеством исходного компонента, которое нужно ввести или удалить из вещества при изменении поверхности раздела на 1 м<sup>2</sup> и постоянном составе объем фаз. Явление адсорбции проявляется при взаимодействии различных двух фаз, если частицы хотя бы одной из фаз обладают способностью перемещаться. Определение удельной адсорбционной поверхности производится по уравнению Брунауэра-Эммета-Теллера (БЭТ), описывающего полислойную физическую адсорбцию газа на поверхности твердого тела.

В своей работе И. Аранович вывел уравнение изотермы полимолекулярной адсорбции [2, с. 47]. Это уравнение удовлетворяет экспериментальным данным в очень широком диапазоне относительных давлений. Сохранив основные допущения теории БЭТ (поверхность адсорбента плоская и однородная; продольные взаимодействия адсорбированных молекул отсутствуют; энергия адсорбции во втором и последующих слоях одинакова) Аранович сделал новое допущение о возможности испарения (десорбция) молекул не только с поверхности твердого адсорбента, но и из любого места адсорбированного слоя.

Доказано, что изменение поверхности кремнезема приводит к снижению величин адсорбции. Уменьшение концентрации привитых групп усиливает влияние немодифицированной поверхности кремнезема на адсорбцию молекул разной природы. В свою очередь для широкопористого кремнезема сокращение длины привитой цепи уменьшает вклад катерольного взаимодействия с привитым слоем.

Возрастающее значение материалов, обладающих молекулярно-ситовыми свойствами, в частности углей и цеолитов, вызвало значительный интерес к изучению свойств микропористых твердых тел и механизма заполнения микропор. Поэтому попытка дать как критическое изложение, так и оценку достоинств наиболее употребительных методов определения удельной поверхности твердых тел и распределения в них пор по размерам представляется нам своевременной [3, с. 170].

Изучены сорбционно-кинетические свойства сорбентов, полученных активацией антрацита. Установлено, что сорбционная емкость адсорбентов увеличивается до обгара 36,6%.

Используя газовую хроматографию были определены удерживаемые объемы и коэффициент разделения газов. Установлено, что наибольшие удерживаемые объемы газов характерны для образцов с обгаром от 5,6% до 7,0%. Наивысший коэффициент разделение водорода и монооксида углерода ( $K_p=22$ ) достигнут в образце с обгаром до 12% и размером фракции 0,1-0,3 мм.

Анализ дериватограммы показал, что горение поверхности исходного угля начинается при  $T=450^\circ\text{C}$  при температурном максимуме  $T_{\text{max}}=630^\circ\text{C}$ . При увеличении температуры до  $900^\circ\text{C}$ , материал полностью сгорает.

Установлено, уменьшение концентрации парамагнитных центров при образовании и расширении пор в угле [4, с. 23].

#### *Экспериментальная часть.*

Для исследования удельной поверхности искусственного графита использовали навеску искусственного графита, полученного из угля Узгенского месторождения. Данную навеску массой около 1 мг помещали в стакан емкостью  $150\text{ см}^3$  добавили  $25\text{ см}^3$  воды.

Полученную суспензию перемешивали на магнитной мешалке и добавляли  $1\text{ см}^3$  5Н раствора серной кислоты.

При реализации метода возникают экспериментальные трудности, связанные с точным определением прибавки раствора, т.е. определением скорости течения прибавляемого раствора метиленового голубого.

Суспензию титровали с раствором метиленового голубого со скоростью  $0,1\text{ см}^3$  раствора метиленового голубого через каждые 20 секунд. После добавления каждой порции красителя суспензию интенсивно перемешивали на магнитной мешалке и тонкой стеклянной палочкой переносили каплю суспензии на фильтр «синяя лента».

Титрование с переносом капельки суспензии на фильтровальную бумагу продолжали до появления окрашенного голубого «ареола» вокруг темного пятна капли суспензии искусственного графита. Для контрольной проверки суспензию искусственного графита вновь интенсивно перемешивали на фильтре. Если ареол исчезнет, титрование продолжают.

Удельную поверхность ( $S_{уд}$ ), в  $\text{м}^2/\text{г}$  вычисляют по формуле [5, с. 3]:

$$S_{уд} = \frac{V \cdot C \cdot N \cdot A_m}{m \cdot M}; \quad (1)$$

где,  $V$  — объем раствора метиленового голубого, израсходованный на титрование,  $\text{см}^3$ ;  $C$  — концентрация метиленового голубого, израсходованный на титрование,  $\text{см}^3$ ;  $N$  — постоянная Авогадро,  $N=6,023 \cdot 10^{23} \text{ моль}^{-1}$ ;  $A_m$  — площадь, занимаемая одной молекулой адсорбированного метиленового голубого в плотно упакованной пленке, на поверхности графита, равная  $106 \cdot 10^{-20}$ ,  $\text{м}^2$ ;  $m$  — масса навески порошка искусственного графита, г;  $M$  — молекулярная масса метиленового голубого, равная 319,9 г.

$$S_{уд} = \frac{V \cdot C \cdot N \cdot A_m}{m \cdot M} = \frac{1,0 \cdot 0,3 \cdot 6,023 \cdot 10^{23} \cdot 106 \cdot 10^{-20}}{1,0 \cdot 319,9} = 599,4 \text{ м}^2/\text{г} \quad (2)$$

#### Выводы

Исследования показали, что удельная поверхность адсорбции искусственного графита, полученного из угля Узгенского месторождения, по метиленовому голубому составляет  $599,4 \text{ м}^2/\text{г}$ . Эта величина очень близка к показателям активных углей.

#### Список литературы:

1. Карнаухов А. П. Адсорбция. Текстура дисперсных и пористых материалов. Новосибирск. Наука. Сибирское предприятие РАН. 1999.
2. Ткаченко С. И., Хоменко А. Ю. Определение удельной поверхности пористых материалов методами БЭТ и Арановича. М. МФТИ. 2014.
3. Грег С., Синг К. Адсорбция, удельная поверхность и пористость. М., 1984.
4. Бервено А. В., Бервено В. П. Исследование сорбционно-кинетических свойств углеродных молекулярных сит // Физикохимия поверхности и защита материалов. 2009. Т. 45. №4. С. 411-414.
5. ГОСТ 13144-79. Графит. Методы определения удельной поверхности. <http://docs.cntd.ru/document/1200024162>
6. Алдашева Н. Т., Кыдыралиев Т. А., Ташполотов Ы. Исследование адсорбционной активности искусственного графита по индикатору метиленому-голубому // Наука, новые технологии и инновации Кыргызстана. 2018. №8. С. 3-5.

#### References:

1. Karnaukhov, A. P. (1999). Adsorbtsiya. Tekstura dispersnykh i poristyykh materialov. Novosibirsk. (in Russian).
2. Tkachenko, S. I., & Khomenko, A. Yu. (2014). Opredelenie udel'noi poverkhnosti poristyykh materialov metodami BET i Aranovicha. Moscow. (in Russian).
3. Greg, S., & Sing, K. (1984). Adsorbtsiya, udel'naya poverkhnost' i poristost'. Moscow. (in Russian).

4. Berveno, A. V., & Berveno, V. P. (2009). Issledovanie sorbtionno-kineticheskikh svoistv uglerodnykh molekulyarnykh sit. *Fizikokhimiya poverkhnosti i zashchita materialov*, 45(4). 411-414. (in Russian).
5. GOST 13144-79. Grafit. Metody opredeleniya udel'noi poverkhnosti. <http://docs.cntd.ru/document/1200024162> (in Russian).
6. Aldasheva, N. T., Kydyraliev, T. A., & Tashpolotov, Y. (2018). Issledovanie adsorbtsionnoi aktivnosti iskusstvennogo grafita po indikatoru metilenomu-golubomu. *Nauka, novye tekhnologii i innovatsii Kyrgyzstana*, (8). 3-5. (in Russian).

Работа поступила  
в редакцию 08.03.2020 г.

Принята к публикации  
11.03.2020 г.

---

Ссылка для цитирования:

Алдашева Н. Т. Определение адсорбционной активности удельной поверхности искусственного графита по индикатору метиленовому голубому // Бюллетень науки и практики. 2020. Т. 6. №4. С. 252-256. <https://doi.org/10.33619/2414-2948/53/29>

Cite as (APA):

Aldasheva, N. (2020). Determination of the Adsorption Activity of the Specific Surface of Artificial Graphite by the Indicator of Methylene Blue. *Bulletin of Science and Practice*, 6(4), 252-256. <https://doi.org/10.33619/2414-2948/53/29> (in Russian).