

## МЕТОД ЭКСПРЕСС-ОЦЕНКИ АДСОРБЦИОННЫХ СВОЙСТВ ПОГЛОТИТЕЛЯ НА ОСНОВЕ ГИДРОКСИДА ЦИРКОНИЯ

В. А. Елизарова<sup>1</sup>, Ю. А. Гранкина<sup>2,3</sup>, Н. Ц. Гатапова<sup>1</sup>

Кафедры: «Технологические процессы, аппараты и техносферная безопасность» (1); elizarova.veronicka@yandex.ru; «Технологии и оборудование пищевых и химических производств» (2), ФГБОУ ВПО «ТГТУ»; ОАО «Корпорация «Росхимзащита», г. Тамбов (3)

**Ключевые слова:** адсорбция; гидроксид циркония; динамическая активность; диоксид углерода; метиленовый синий.

**Аннотация:** Получены экспериментальные данные по сорбционной емкости поглотителя на основе гидроксида циркония по метиленовому синему и динамической активности по диоксиду углерода. Показано, что при увеличении динамической активности по  $\text{CO}_2$  увеличивается сорбционная емкость по метиленовому синему. Сделано предположение, что динамическая активность поглотителя по диоксиду углерода и сорбционная емкость метиленового синего находятся в симбатной зависимости, что можно использовать для экспресс-оценки адсорбционных свойств поглотителей на основе гидроксида циркония.

Поглотитель на основе гидроксида циркония разработан для очистки воздуха от диоксида углерода в замкнутых обитаемых помещениях. Синтез поглотителя осуществляется путем осаждения щелочами из растворов солей циркония (хлоридов или нитратов) [1], либо путем твердофазной реакции основного карбоната циркония и окислов Zn, Mg, Ca, Ba [2]. Наиболее простым в аппаратном оформлении и более экологичным способом, исключающим выбросы в атмосферу токсичных веществ и сточные воды, является способ взаимодействия основного карбоната циркония и окиси цинка [3], который реализован в опытном производстве ОАО «Корпорация «Росхимзащита».

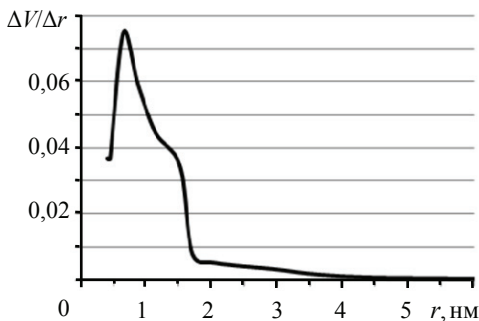


Рис. 1. Кривая распределения пор по значениям эффективных радиусов:

$r$  – радиус мениска жидкости;  
 $\Delta V/\Delta r$  – значение производной эффективных радиусов

В целях определения возможности экспресс-оценки адсорбционных свойств синтезируемых образцов по диоксиду углерода предпринята попытка определить зависимость между адсорбцией диоксида углерода и адсорбцией метиленового синего (МС). Аналогичный метод применяется для оценки адсорбционных свойств активированных углей [4]. Для поглотителя на основе гидроксида циркония ранее он не использовался. Так как материал имеет пористую структуру (рис. 1),

а эффективный диаметр молекулы МС составляет 0,8 нм, что соизмеримо с размерами пор поглотителя, данный метод может быть использован как экспресс-метод оценки адсорбционной способности изготовленных в производственных условиях поглотителей.

Сущность метода заключается в определении количества МС, адсорбированного поглотителем на основе гидроксида циркония, которое оценивается по изменению его концентрации в растворе. Концентрации МС в исходном растворе и после адсорбции его поглотителем определяются фотокалориметрически по изменению оптической плотности растворов.

Измерения проводили в следующем порядке. Приготавливали рабочий раствор метиленового синего с концентрацией 1000 мг/дм<sup>3</sup>. Далее в шесть мерных колб вместимостью 100 см<sup>3</sup> вносили 10; 20; 30; 40; 50 и 60 см<sup>3</sup> раствора МС с концентрацией 1000 мг/дм<sup>3</sup>. Доливали колбы дистиллированной водой и перемешивали. Концентрации полученных растворов соответственно равны: 100; 200; 300; 400; 500 и 600 мг/дм<sup>3</sup>.

Оптическую плотность растворов МС измеряли фотоэлектроколориметром ФЭК-56М. По результатам измерений строили градуировочный график в координатах «оптическая плотность – концентрация МС» (рис. 2).

На аналитических весах взвешивали навеску поглотителя массой 1 г и помещали в колбу, затем добавляли 0,025 дм<sup>3</sup> раствора МС с концентрацией 300 мг/дм<sup>3</sup>. Тщательно перемешивали содержимое колбы в течение 20 мин. Раствор фильтровали с помощью бумажного фильтра. Далее наливали в подвижную кювету и определяли его оптическую плотность на фотоэлектроколориметре. По полученной величине оптической плотности определяли значение концентрации МС (см. рис. 2).

Экспериментально полученные величины динамической активности  $A_d$  по  $CO_2$  и сорбционной емкости  $a$  поглотителя по МС приведены в табл. 1.

Некоторый разброс экспериментальных данных, вероятно, связан с тем, что образцы 2 – 5 подвергались температурной обработке, при этом происходило изменение части ОН-групп на поверхности, что влияло на адсорбционные свойства. Однако из графика (рис. 3), видно, что с ростом динамической активности поглотителя увеличивается сорбционная емкость по МС.

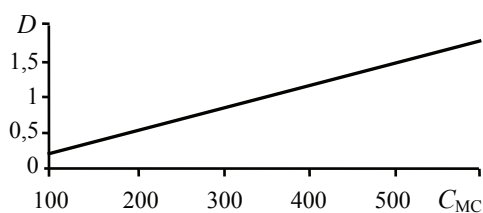


Рис. 2. Зависимость оптической плотности  $D$  от концентрации МС  $C_{МС}$

Таблица 1

Динамическая активность поглотителя по $CO_2$ и сорбционная емкость по МС		
Образец	$A_d$ по $CO_2$ , л/л	$a$ , мг/г
1	7,1	3,6
2	10,7	6,2
3	11,1	6,5
4	9,3	4,7
5	8,0	4,1

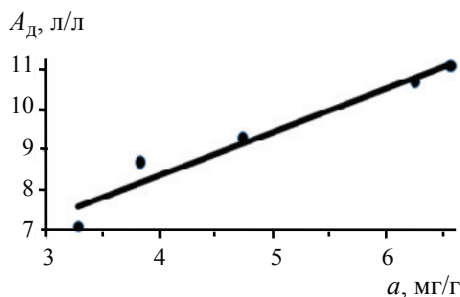


Рис. 3. Зависимость динамической активности  $CO_2$  от сорбционной емкости МС

Таким образом, динамическая активность поглотителя по диоксиду углерода и сорбционная емкость по МС находятся в симбатной зависимости. Данный метод можно использовать для экспресс-оценки адсорбционных свойств поглотителей на основе гидроксида циркония.

#### *Список литературы*

1. А.с. 643431 СССР, МПК<sup>5</sup> C01G 25/02. Способ получения гидратированной двуокиси циркония / Кorableва А. А., Фишман Г. М. ; заявитель Ленингр. ин-т авиац. приборостроения. – № 2466739/23-26 ; заявл. 29.03.1977 ; опубл. 25.01.1979, Бюл. № 3. – 2 с.

2. Пат. 2316391 Российская Федерация, МПК В01J 20/06, В01D 53/62. Способ получения регенерируемого поглотителя диоксида углерода / Шубина В. Н., Путин С. Б., Симаненков С. И., Политова О. С., Верченнова О. В. ; заявитель и патентообладатель ОАО «Корпорация «Росхимзащита». – № 2006131980/15 ; заявл. 05.09.2006 ; опубл. 10.02.2008, Бюл. № 4. – 7 с.

3. Пат. 2359751 Российская Федерация, МПК В01J 20/06. Способ получения регенерируемого поглотителя диоксида углерода / Шубина В. Н., Симаненков С. И., Путин С. Б., Гроховская Ю. А. ; заявитель и патентообладатель ОАО «Корпорация «Росхимзащита». – № 2008105506/15 ; заявл. 12.02.2008 ; опубл. 27.06.2009, Бюл. № 18. – 7 с.

4. ГОСТ 4453–74. Уголь активный осветляющий древесный порошкообразный. Технические условия. – Введ. 76–01–01. – М. : Изд-во стандартов, 1993. – 22 с.

---

## **A Method Rapid of Assessment of Adsorption Properties of Zirconium Hydroxide Absorbent**

**V. A. Elizarova<sup>1</sup>, Yu. A. Grankina<sup>2,3</sup>, N. Z. Gatapova<sup>1</sup>**

*Department of Technological Processes, Devices and Technosphere Safety (1), TSTU; elizarova.veronica@yandex.ru; Department of Technology and Equipment for Food and Chemical Production (2), TSTU; JSC “Corporation “Roskhimzaschita”, Tambov (3)*

**Key words:** absorption; zirconium dioxide; carbon dioxide; dynamic absorption; methylene blue.

**Abstract:** The paper describes the experimental data on the sorption capacity of zirconium hydroxide absorbent in methylene blue and its dynamic absorption in carbon dioxide. We found that with an increase in dynamic absorption in carbon dioxide, the sorption capacity in methylene blue increased. The assumption was made that the dynamic absorption in carbon dioxide and sorption capacity in methylene blue are in a simultaneous dependence that can be used for rapid assessment of adsorption properties of zirconium hydroxide absorbers.

#### *References*

1. Korableva A.A., Fishman G.M., Leningradskii institut aviatsionnogo priborostroeniya, *Sposob polucheniya gidratirovannoi dvyokisi tsirkoniya* [The process for producing the hydrated zirconium dioxide], Russian Federation, 1979, Certificate of authorship № 643431. (In Russ.)

2. Shubina V.N., Putin S.B., Simanenkov S.I., Politova O.S., Verchenova O.V., OAO "Korporatsiya "Roskhimzashchita", *Sposob polucheniya regeneriruemogo poglotitelya dioksida ugleroda* [Method of preparing regenerable carbon dioxide absorbent], Russian Federation, 2008, Pat. № 2316391. (In Russ., abstract in Eng.)

3. Shubina V.N., Simanenkov S.I., Putin S.B., Grokhovskaya Yu.A., OAO "Korporatsiya "Roskhimzashchita", *Sposob polucheniya regeneriruemogo poglotitelya dioksida ugleroda* [Method of preparing regenerable carbon dioxide absorbent], Russian Federation, 2009, Pat. № 2359751. (In Russ., abstract in Eng.)

4. USSR State Committee of Standards, GOST 4453–74. *Ugol' aktivnyi osvetyayushchei drevesnyi poroshkoobraznyi. Tekhnicheskie usloviya* [State standard of the USSR 4453–74. Active adsorbing powder charcoal. Specifications], Moscow: Izdatel'stvo standartov, 1993, 22 p. (In Russ.)

---

### **Methode der Expresseinschätzung der Adsorptionseigenschaften des Absorbers auf der Grundlage des Zirkoniumhydroxides**

**Zusammenfassung:** Es sind die experimentalen Angaben nach der Sorptionskapazität des Absorbers auf der Grundlage des Zirkoniumhydroxides nach dem Methylenblauen und der dynamischen Aktivität nach dem Kohlenstoffdioxid erhalten. Es ist gezeigt, dass bei der Vergrößerung der dynamischen Aktivität nach CO<sub>2</sub> die Sorptionskapazität nach dem Ethylenblauen zunimmt. Es ist die Annahme gemacht, dass sich die dynamische Aktivität des Absorbers nach dem Kohlenstoffdioxid und die Sorptionskapazität des Methylenblauen in der Symbatabhängigkeit befinden, was man für die Expresseinschätzung der Adsorptionseigenschaften der Absorber auf der Grundlage des Zirkoniumhydroxides verwenden kann.

---

### **Méthode d'express-évaluation des propriétés de sorption de l'absorbant à la base d'hydroxyde de zirconium**

**Résumé:** Sont reçues les données expérimentales sur la capacité de sorption de l'absorbant à base d'hydroxyde de zirconium d'après le bleu de méthylène et de l'activité dynamique d'après le dioxyde de carbone. Est montré que l'augmentation de l'activité dynamique d'après CO<sub>2</sub> augmente la capacité d'adsorption d'après le bleu de méthylène. Est faite l'hypothèse que l'activité dynamique de l'absorbant d'après le dioxyde de carbone et la capacité d'adsorption d'après le bleu de méthylène se trouvent en dépendance symbate ce qu'on peut utiliser pour l'express-évaluation des propriétés d'adsorption à la base d'hydroxyde de zirconium.

---

**Авторы:** *Елизарова Вероника Алексеевна* – магистрант кафедры «Технологические процессы, аппараты и техносферная безопасность»; *Гранкина Юлия Александровна* – аспирант кафедры «Технологии и оборудование пищевых и химических производств», ФГБОУ ВПО «ТГТУ», младший научный сотрудник, ОАО «Корпорация «Росхимзащита»; *Гатапова Наталья Цибиковна* – доктор технических наук, профессор, заведующая кафедрой «Технологические процессы, аппараты и техносферная безопасность», ФГБОУ ВПО «ТГТУ».

**Рецензент:** *Леонтьева Альбина Ивановна* – доктор технических наук, заведующая кафедрой «Химия и химические технологии», ФГБОУ ВПО «ТГТУ».

---