УДК 615.011:615.246.2
І. І. ГЕРАЩЕНКО, д-р фармац. наук, І. І. ВОЙТКО, канд.хім. наук., доц.,
А. В. ВАСІЛЬЄВА, студент
Інститут хімії поверхні ім. О.О.Чуйка НАН України,
Національний авіаційний університет, Київ

АДСОРБЦІЯ РІЗНОЗАРЯДЖЕНИХ БАРВНИКІВ ДОСЛІДНИМИ ЗРАЗКАМИ ВУГЛЕЦЕВИХ СОРБЕНТІВ

Ключові слова: вуглецеві сорбенти, адсорбційна активність, барвники, ізотерма адсорбції

Останнім часом у медичній практиці дедалі більшого застосування отримують вуглецеві сорбенти, серед яких розрізняють: 1) ентеросорбенти, що вживають усередину для очищення організму від токсичних речовин і мікроорганізмів, 2) гемосорбенти, що застосовують для очищення крові, 3) сорбенти, які діють в складі діалізних мембран при лікуванні ниркової недостатності [1–3].

Найбільш природною сировиною для одержання вуглецевих сорбентів медичного призначення є шкаралупа кісточок плодів. Технологія одержання такого вугілля тристадійна: перша стадія включає дроблення, розсівання і формування гранул, потім дві стадії термічної обробки – карбонізації (піролізу) і активації (газифікації), які забезпечують збільшення вмісту вуглецю і створення пористої структури. Ці процеси реалізовані на дослідно-технологічній ділянці Інституту сорбції та проблем ендоекології НАН України [4].

Нами досліджено сорбційні властивості кількох зразків ентеросорбентів з активованого вугілля, виготовлених на цій ділянці. Для порівняння взято ентеросорбент карболайн (розробка Інституту експериментальної патології, онкології і радіобіології ім. Р. Є.Кавецького НАН України) і вуглецеві нанотрубки виробництва Інституту хімії поверхні ім. О. О. Чуйка НАН України. З цією метою було частково використано методику, що наведено в методичних рекомендаціях Державного експертного центру МОЗ України [5], а саме: досліджено адсорбцію різнозаряджених барвників – метиленового синього (основний барвник, М.м.=374), фенолового червоного (нейтральний барвник, М.м.=376) та конго червоного (кислотний барвник, М.м.=697).

Експериментальна частина

До серії наважок сорбентів (по 10 мг або 20 мг) у пробірках додавали по 10 мл розчинів із зростаючою концентрацією барвника, перемішували протягом 4–6 год (час, достатній для встановлення адсорбційної рівноваги). Концентрацію барвників у розчинах до і після адсорбції визначали фотоколориметрично, за оптичною густиною на відповідних довжинах хвиль: 620 нм – для метиленового синього, 435 нм – для фенолового червоного і 540 нм – для конго червоного. За зменшенням кількості барвника в розчині визначали величину адсорбції (А, мг/г). Після цього будували ізотерму адсорбції – графік залежності величини адсорбції від рівноважної концентрації барвника. Паралельно методом низькотемпературної десорбції азоту (методом БЕТ) визначали питому поверхню ($S_{пит}$, $м^2/г$) зразків сорбентів. Об'єднані результати наведено в таблиці та на рисунках 1–3.

© Колектив авторів, 2012

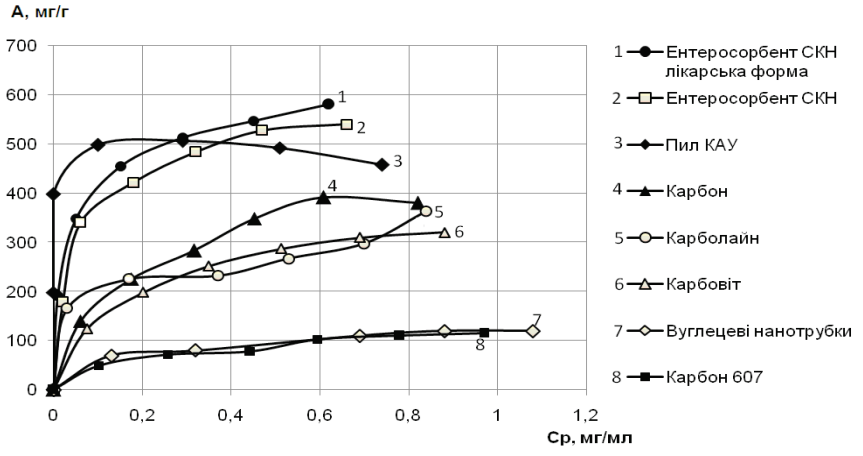


Рис. 1. Ізотерми адсорбції метиленового синього на вуглецевих матеріалах, наважка сорбентів 10 мг

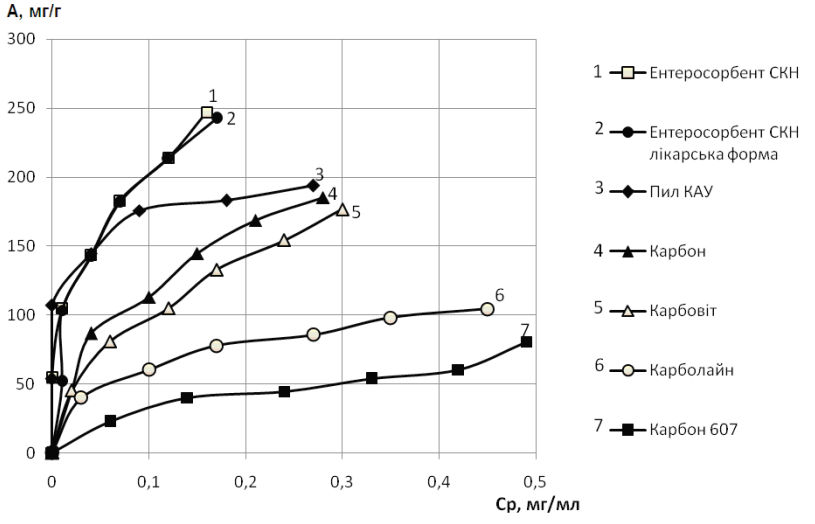


Рис.2. Ізотерми адсорбції фенолового червоного, наважка сорбентів 20 мг

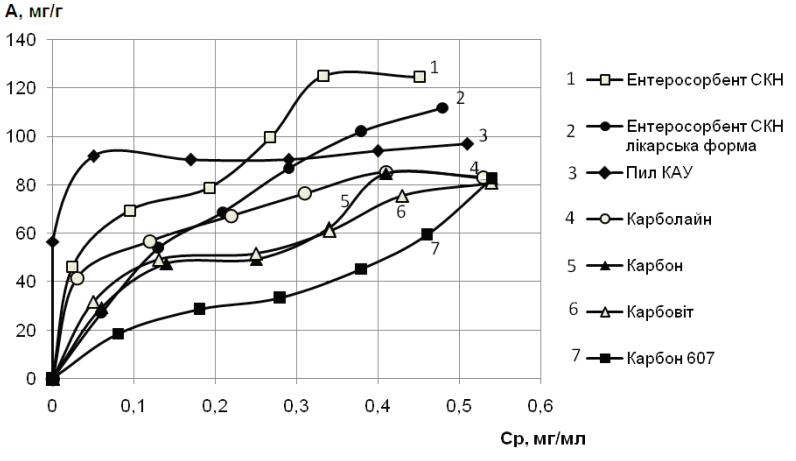


Рис. 3. Ізотерми адсорбції конго червоного, наважка сорбентів 20 мг

Одержані ізотерми переважно мають вигляд ленгмюрівських кривих, з пологим підвищенням і поступовим виходом на «плато», що свідчить про слабкий, зворотний зв'язок молекул барвників з поверхнею, здебільшого за рахунок гідрофобних та ван-дер-ваальсових сил. Найкращу адсорбційну активність відносно усіх трьох барвників зафіксовано для ентеросорбенту СКН, найменшу – для карбону-607. З даних, представлених у таблиці, видно, що в цілому більший показник питомої поверхні відповідає більшій граничній адсорбції. Ця закономірність порушується у разі ультрадисперсного пилу КАУ, для якого, на відміну від інших сорбентів, певний внесок у $S_{пит}$ дає зовнішня поверхня часток, яка є доступною для молекул будь-якого розміру, у тому числі для барвників. У карбону і карбовіту поверхня пор доступна для дрібних молекул азоту, що відбивається на високому значенні $S_{пит}$, проте більші за розміром молекули барвників проникають у пори лише частково. Ще одна особливість поведінки пилу КАУ – швидкий вихід ізотерми на «плато» – свідчить про різке зміщення рівноваги «адсорбція–десорбція» в бік адсорбції, тобто зв'язок молекул барвників з поверхнею пилу КАУ доволі міцний. Що стосується нанотрубок, то очевидно їх внутрішній простір залишається недоступним для молекул барвників, отже активною буде лише зовнішня поверхня трубок, але її розмір відносно невеликий – звідси незначна адсорбція метиленового синього.

Т а б л и ц я

Структурно-сорбційні властивості зразків вуглецевих матеріалів

Досліджуваний зразок	Стисла характеристика	$S_{пит}$, м²/г, M ± m, n = 2	Величина граничної адсорбції, мг/г		
			метиленовий синій	феноловий червоний	конго червоний
Ентеросорбент СКН	Дрібні сфери чорного кольору. Нефасований лікарський засіб	2910 ± 70	540	247	63
Ентеросорбент СКН, лікарська форма	Те саме. Готовий лікарський засіб в пакетах по 5 г	2850 ± 90	580	242	112
Карбовіт	Гранули чорного кольору. Готовий лікарський засіб в пакетах по 5 г	2390 ±140	320	177	81
Карбон	Дрібні шматочки чорного кольору. Одержують зі шкаралупи кокоса	2440 ± 140	391	185	85
Карбон-607	Те саме, інша партія	1490 ± 30	115	81	83
Пил КАУ	Кісточкове активоване вугілля у вигляді ультрадисперсного порошку	1510 ± 80	506	194	97
Карболайн	Крихкі гранули чорного кольору. Дієтична добавка.	1420 ± 40	364	104	85
Вуглецеві нанотрубки	Аморфний високодисперсний порошок чорного кольору	225 ± 20	120	–	–

Порівняння величин адсорбції (див. таблицю) залежно від типу барвника свідчить, що для усіх досліджуваних сорбентів цей показник спадає в напрямку метиленовий синій, феноловий червоний, конго червоний. Ця закономірність може свідчити про наявність електростатичної складової у механізмі адсорбції обраних барвників вуглецевими сорбентами. Високі величини адсорбції основного барвника – метиленового синього – і значно менші, у кілька разів, величини адсорбції кислотного барвника – конго червоного – свідчать про вплив на адсорбцію кислотних груп на поверхні активованого вугілля: карбоксильних, карбонільних, фенольних та лактонних, що утворюються в процесі активації [1]. (Якщо величини адсорбції

перевести у моль/г або моль/м^2, то різниця між показниками метиленового синього і конго червоного буде ще виразнішою). Окрім того, знижену адсорбцію конго червоного можна пов'язати із більшим, у порівнянні з іншими барвниками, розміром його молекул, що робить недоступною для них частину пор досліджуваних матеріалів, хоча в цій роботі розподіл пор за розміром спеціально не досліджували.

В и с н о в к и

1. На серії зразків вуглецевих ентеросорбентів опрацьовано методику контролю адсорбційної активності щодо різнозаряджених барвників.

2. У цілому спостерігається пряма залежність величини адсорбції від питомої поверхні досліджуваного зразка. Найвищу адсорбційну активність відносно всіх трьох барвників зафіксовано для ентеросорбенту СКН.

1. *Кинле Х., Бадер Э.* Активные угли и их промышленное применение. – Л.: Химия, 1984. – 216 с.

2. *Cooney D.O.* Activated charcoal in medical applications. – New York–Basel–Hong Kong.– Marcel Dekker, Inc., 1995.

3. *Marlon S.L.Tijink, J.Sun, S.Saiful, Z.Borneman, M.Wessling, D.F.Stamatialis*. Membranes with embedded activated carbon for an artificial kidney/ Abstracts of Conference "Medical Devices and Carbon Materials: Health & Environmental Protection", University of Brighton, UK, 21–22 September 2011.

4. ДСТУ 2335-93. Вугілля активне КАУ і КАУ-М. Технічі умови.

5. Доклиническое изучение энтеросорбентов. Методические рекомендации/ Коллектив авторов. – К.: Государственный экспертный центр МЗ Украины, 2010. – 56 с.

Надійшла до редакції 23.11.2011.

И. И. Геращенко, *И. И. Войтко*, *А. В. Васильева*

АДСОРБЦИЯ РАЗНОЗАРЯЖЕННЫХ КРАСИТЕЛЕЙ ОПЫТНЫМИ ОБРАЗЦАМИ УГЛЕРОДНЫХ СОРБЕНТОВ

Ключевые слова: углеродные сорбенты, адсорбционная активность, красители, изотерма адсорбции

Проведено сравнительное изучение сорбционных свойств ряда препаратов активированного угля по отношению к разнозаряженным красителям. Показано, что для большинства образцов адсорбционная емкость (мг/г) находится в прямой зависимости от удельной поверхности. Наибольший показатель величины адсорбции отмечен у медицинского сорбента СКН.

I. I. Gerashchenko, I. I. Voitko, A. V. Vasilieva

ADSORPTION OF DIFFERENTLY CHARGED DYES BY EXPERIMENTAL SAMPLES OF CARBON SORBENTS

Key words: carbon sorbents, adsorptive activity, dyes, isotherm of adsorption

A comparative study of the adsorption of differently charged dyes by some preparations of activated carbon has been carried out. For the majority of examined samples their adsorptive capacity (mg/g) is in a straight dependence on the specific surface area. A maximal adsorptive capacity has the medicinal sorbent SCN.