

## **АДСОБЦІЙНІ ВЛАСТИВОСТІ ФАРМАЦЕВТИЧНИХ ПРЕПАРАТІВ: АКТИВОВАНОГО ВУГІЛЛЯ І БІЛОГО ВУГІЛЛЯ**

**Л. А. ХРОКАЛО**, кандидат біологічних наук, доцент кафедри фізичної хімії

**Т. М. ПИЛИПЕНКО**, кандидат технічних наук, доцент кафедри фізичної хімії

**Національний технічний університет України «Київський  
політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»**

**К. Ю. ВЕРВЕС**, учень\*

**Мала академія наук України**

*E-mail: lkhrokalo@gmail.com*

**Анотація.** Представлений огляд сучасних фармацевтичних препаратів, які використовують в якості ентеросорбентів. Для двох популярних адсорбентів – активованого вугілля та діоксиду кремнію на мікрокристалічній целюлозі (білого вугілля) – проведено експериментальне дослідження граничної адсорбції, питомої площі поверхні адсорбента і ефективності адсорбції. Встановлено, що за 35 хвилин контакту розчину оцтової кислоти з поверхнею препаратів ефективність адсорбції перевищувала 90 % в обох випадках. Порівняння показників граничної адсорбції показало, що адсорбційна ємність активованого вугілля на 27,5 % вища, ніж у білого вугілля.

**Ключові слова:** адсорбція, ентеросорбент, активоване вугілля, діоксид кремнію, питома площа поверхні

**Актуальність.** Сорбенти застосовують, в першу чергу, у разі виникнення шлунково-кишкових проблем. Травний тракт людини має загальну площу поверхні – декілька квадратних кілометрів. Ця поверхня контактує з потужною групою хімічних речовин та мікроорганізмів, які потрапляють під час вживання їжі та напоїв. Неприятливі фактори навколишнього середовища, неякісне і нераціональне харчування, шкідливі звички, зловживання ліками лише підсилюють агресивність таких впливів. Приблизно 25 % дорослого населення планети і 40 % дитячого населення страждають від алергічних захворювань, що також є маркерами екологічних негараздів. Ентеросорбенти здатні поглинати та виводити з організму ендотоксини, фіксувати на своїй поверхні збудників бактеріальної і вірусної природи з подальшим очищенням організму. За інфекційних хвороб сорбенти вживають як засіб етіотропної терапії. Ентеросорбенти, які можна вільно придбати в аптеках України, представлені лікарськими препаратами і дієтичними добавками, які різняться за формою прийому (гранули, порошки, капсули), хімічною структурою, походженням (натуральні, синтетичні) і механізмами дії. Очевидно, що у споживачів часто виникає питання, який сорбент є більш ефективним і доцільним до застосування в конкретному випадку.

---

\* Науковий керівник – Пилипенко Т. М.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Поняття «ентеросорбція» введено 1983 року вченими Інституту експериментальної патології, онкології і радіобіології НАН України як визначення сорбційної терапії за рахунок перорального прийому високоактивного вугілля сферичної грануляції [1]. З того часу фармацевтичний ринок суттєво збільшив свій асортимент і у сучасній медичній практиці використовують різноманітні сорбуючі речовини [1, 2]:

- 1) сорбенти для зовнішнього застосування у вигляді пудри-присипки або тканинних різновидів (наприклад, сорбент тканинний карбонвмісний);
- 2) сорбенти для плазмо- та гемосорбції (внутрішньосудинні сорбенти);
- 3) пероральні сорбенти чи ентеросорбенти, які ковтають, запиваючи великою кількістю води.

Загалом, ентеросорбенти повинні відповідати наступним вимогам [3]:

мати високу сорбційну ємність для забезпечення клінічного ефекту у разі прийому терапевтичних доз;

мати достатню ефективність, особливо щодо речовин з великою молекулярною масою (бактерії та їх токсини);

не викликати подразнення слизової оболонки шлунка та кишечника;

не містити токсичних домішок;

не всмоктуватись у шлунково-кишковому тракті;

діяти в широкому інтервалі рН;

не мати негативних органолептичних властивостей (смак, запах).

Перелік основних ентеросорбентів, рекомендованих фахівцями з лікувальною та профілактичною метою [2, 3, 4], наведено в таблиці 1.

**Метою дослідження** було визначення і порівняння параметрів адсорбційного процесу за використання активованого вугілля і діоксиду кремнію на мікрокристалічній целюлозі (білого вугілля) в якості адсорбентів. Завданнями було експериментальне встановлення граничної адсорбції, питомої площі поверхні адсорбенту і ефективності адсорбції.

**Матеріали і методи дослідження.** Для дослідження обрано препарати:

1. Таблетований фармацевтичний препарат “Вугілля активоване” виробництва ТОВ “Астрафарм”, м. Вишеневе, Київська обл. Блістери по 10 таблеток. Маса таблетки – 0,28 г

2. Таблетований фармацевтичний препарат “Біле вугілля” виробництва ТОВ “Омніфарма Київ”. Блістери по 12 таблеток. Одна таблетка містить 0,21 г кремнію діоксиду колоїдного безводного.

Дослід було проведено за методикою, розробленою співробітниками кафедри фізичної хімії КПІ ім. Ігоря Сікорського [5]. В якості адсорбату в експерименті використана оцтова кислота. На початку встановили концентрацію вихідного розчину оцтової кислоти за допомогою титрування 0,1 М розчином КОН. Потім приготували п'ять розчинів оцтової кислоти різних концентрацій, кожен об'ємом по 60 см<sup>3</sup>. Підготували адсорбент в кількості близько 1 г для кожної з колб. Процес адсорбції тривав 35 хвилин до встановлення адсорбційної рівноваги. Розчини відфільтрували і провели титрування фільтратів 0,1 М розчином КОН і визначили рівноважні

концентрації кислоти в кожній з колб після адсорбції. Значення адсорбції розраховували за формулою 1 для кожної з колб:

$$a = \frac{(c_0 - c)V}{m} \quad (1)$$

де  $c_0$  – початкова концентрація кислоти, кмоль / м<sup>3</sup>;

$c$  – рівноважна концентрація кислоти після адсорбції, кмоль / м<sup>3</sup>;

$V$  – об'єм розчину, м<sup>3</sup>;

$m$  – маса адсорбенту, кг.

### 1. Загальноживані ентеросорбенти та їх основні ознаки

Діюча речовина	Торгова назва	Форма випуска	Протипоказання
Активоване вугілля	Вугілля активоване, Сорбекс, Екстрасорб, Карбосорб, Сорбі-норм	Пігулки, капсули, порошок	Виразкові ураження ШКТ в стадії загострення, атонія кишечника
Кремнію діоксид колоїдний	Полісорб, біле вугілля, атоксил	Порошок для приготування суспензії, пігулки	
Лігнін гідролізований	Поліфан, Поліфепан	Пігулки, порошок	Виразкові ураження ШКТ в стадії загострення, атонія кишечника, шлункові кровотечі ерозійний гастрит Гострий нефрит
Повідон (Полі -1-етеніл-2-пірролідінон)	Повідон, Ентеродез	Порошок для приготування розчину для прийому перорально	
Поліметил-силоксана полігідрат	Ентеросгель	Паста для прийому перорально	Атонія кишечника.
Смектит диоктаедричний	Діосмектит, Неосмектин, Смекта, Ендосорб	Порошок для приготування суспензії	Непрохідність кишечника

За допомогою програми Microsoft Excel провели розрахунки для побудови прямої на основі лінійного рівняння Лєгнґмюра 2:

$$\frac{c}{a} = \frac{1}{a_\infty} c + \frac{1}{Ka_\infty} \quad (2)$$

Для кожного з досліджених адсорбентів розрахувати значення граничної адсорбції ( $a_{\infty}$ ) як обернене значення до тангенсу кута нахилу прямої. Питому площу поверхні адсорбента визначили за формулою 3:

$$S_{num} = a_{\infty} N_A S_0 \quad , \quad (3)$$

де  $a_{\infty}$  – величина граничної адсорбції, кмоль / кг;

$N_A$  – число Авогадро ( $6,023 \cdot 10^{26}$ ), кмоль<sup>-1</sup>;

$S_0$  – площа, яку займає молекула адсорбату на поверхні адсорбенту.

У випадку адсорбції молекул оцтової кислоти показник визначається розміром карбоксильної групи і складає  $22 \cdot 10^{-20}$  м<sup>2</sup>. Ефективність адсорбції ( $\chi$ , %) розраховували за формулою 4:

$$\chi = \frac{a_{max}}{a_{\infty}} \cdot 100\% \quad , \quad (4)$$

де  $a_{max}$  – максимальне експериментальне значення адсорбції, кмоль / кг.

**Результати та їх обговорення.** Результати, отримані на основі проведення експерименту і відповідних розрахунків занесли до таблиці 2.

## 2. Зведені дані експерименту для побудови графіків лінійної форми рівняння Ленгмюра

Но- мер кол- би	$c_0$ , кмоль /м <sup>3</sup>	Активоване вугілля			Біле вугілля		
		$c$ , кмоль/м <sup>3</sup>	$a_{експ}$ , кмоль/кг	$\frac{c}{a}$	$c$ , кмоль/м <sup>3</sup>	$a_{експ}$ , кмоль/кг	$\frac{c}{a}$
1	0,368	0,326	0,00229	142,3	0,341	0,00164	208,4
2	0,257	0,221	0,001964	112,5	0,235	0,00133	176,3
3	0,147	0,117	0,001637	71,5	0,1245	0,00136	91,3
4	0,074	0,0475	0,001445	32,9	0,0593	0,00089	66,3
5	0,044	0,0237	0,001107	21,4	0,031	0,00079	39,3

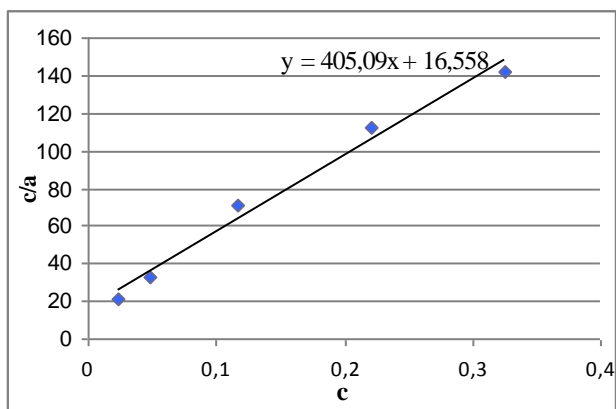
На основі табличних даних побудували графіки у вигляді, що відповідає лінійному рівнянню Ленгмюра (рис. 1, рис 2.)

В результаті проведених обчислень для процесу адсорбції на активованому вугіллі були одержані наступні результати:

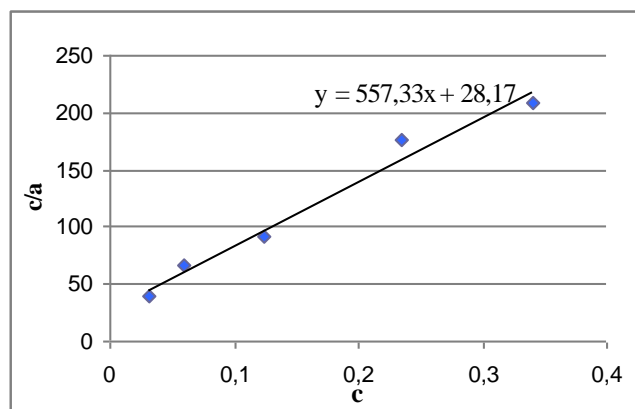
$$a_{\infty} = 0,00247 \text{ кмоль/кг}; \quad S_{num} = 327290 \text{ м}^2 / \text{кг}; \quad \chi = 92,7\% .$$

Адсорбція на білому вугіллі мала показники:

$$a_{\infty} = 0,00179 \text{ кмоль/кг}; \quad S_{num} = 237185 \text{ м}^2 / \text{кг}; \quad \chi = 91,6\% .$$



**Рис. 1. Графік для визначення граничної адсорбції на активованому вугіллі**



**Рис. 2. Графік для визначення граничної адсорбції на білому вугіллі**

**Висновки і перспективи.** Одержані значення показали, що обидва препарати мають задовільні адсорбційні властивості, оскільки за 35 хвилин контакту розчину оцтової кислоти з їх поверхнею ефективність адсорбції перевищувала 90 %. Порівняння показників граничної адсорбції показало, що адсорбційна ємність активованого вугілля на 27,5 % вища, ніж у білого вугілля. Таким чином, можна стверджувати, що в якості неселективного адсорбенту доцільніше використовувати активоване вугілля. Однак, слід врахувати, що організм людини є складною біохімічною системою, тому для формулювання остаточних порівняльних характеристик препаратів слід обов'язково врахувати дані клінічних досліджень та медичного досвіду вживання препаратів.

### Referenses

1. Belik, G. V. et al. (2015). Lekarstvennaia toxikologia [Official toxicology]. Kharkiv, 592.
2. Bobrova, I. A. (2015). Enterosorbenty vchora i siogodni: aspekty zastosuvannian [Enterosorbents today and yesterday. Points of application]. News of medicine and pharmacy, 3 (532), 8-11. Available at: <http://www.mifua.com/archive/article/40294>
3. Andreychyn, M. A. Et al. (1992). Vykorystannia enterosorbentiv u kompleksnomu likuvanni khvorykh na gostri kyshkov iinfektsii: Metodychni rekomendatsii. [Application of enterosorbents in complex therapy of patients with acute intestinal infections]. Ternopil, 18.
4. Yamamoto, K., Onishi, H., Ito, A. (2007). In vitro and in vivo evaluation of medical carbon granules and tablet on the adsorption of acetaminophen. Intern. J. Pharmaceuticus, 328, 105-111.
5. Rensky, I. O., Ponomarev, M. Ye., Berezhnyska, O. S., Rudnyska, G. A. (2012). Poverkhnevi iavyscha ta dyspersni systemy: metodychni vkasivky do vykonannia laboratornykh robit dlia studentiv napriamu pidgotovky "Khimichna technologia"[Surface phenomena and disperse systems: laboratorial works manual for the students of "Chemical technology" specialty]. Kyiv: NTUU "KPI", 84.

**АДСОРБЦИОННЫЕ СВОЙСТВА ФАРМАЦЕВТИЧЕСКИХ ПРЕПАРАТОВ:**

## АКТИВИРОВАННОГО УГЛЯ И БЕЛОГО УГЛЯ

Л. А. Хрокало, Т. Н. Пилипенко, К. Ю. Вервес

**Аннотация.** Представлен обзор современных фармацевтических препаратов, используемых в качестве энтеросорбентов. Для двух популярных адсорбентов – активированного угля и диоксида кремния на микрокристаллической целлюлозе (белого угля) – проведено экспериментальное исследование предельной адсорбции, удельной площади поверхности адсорбента и эффективности адсорбции. Установлено, что за 35 минут контакта раствора уксусной кислоты с поверхностью препаратов эффективность адсорбции превышала 90 % в обоих случаях. Сравнение показателей предельной адсорбции показало, что адсорбционная емкость активированного угля на 27,5 % выше, чем у белого угля.

**Ключевые слова:** адсорбция, энтеросорбент, активированный уголь, диоксид кремния, удельная площадь поверхности

### ADDITIONAL PROPERTIES OF PHARMACEUTICAL PREPARATIONS: ACTIVE COAL AND WHITE COAL

L. A. Khrokalo, T. M. Pylypenko, K. Yu Verves

**Abstract.** An overview of recent pharmaceutical products used as enterosorbents is presented. For two popular adsorbents, such as activated carbon and silicon dioxide on microcrystalline cellulose (named white coal), an experimental study of limiting adsorption, adsorbent specific surface area and adsorption efficiency have been carried out. It was established the adsorption efficiency exceeded 90 % in both cases in 35 minutes contact of acetic acid solution with drugs surfaces. Comparison of the adsorption limit showed that the adsorption capacity of activated carbon is 27.5 % higher than that of white coal.

**Keywords:** adsorption, enterosorbent, activated carbon, silicon dioxide, specific surface area