

ПРОБЛЕМИ БЕЗПЕЧНОСТІ ТОВАРІВ

УДК 544.723.2

**Надія ЧИКУН,
Богдан ПАСАЛЬСЬКИЙ,
Олександр ПУЗІЙ**

ЕФЕКТИВНІСТЬ ВІТЧИЗНЯНИХ АДСОРБЕНТІВ ПРИ ОЧИЩЕННІ ВОДИ ВІД ЙОНІВ ФЕРУМУ (III)

Розглянуто традиційні та нові адсорбенти, розроблені із залишків переробки сільгосппродукції, для очистки води та водних розчинів. Досліджено сорбцію іонів Феруму (III) із водних розчинів адсорбентами різної природи. Доведено, що найефективнішими є адсорбенти, одержані на основі подрібненої кизилової кісточки та модифіковані фосфатною кислотою.

Ключові слова: адсорбенти, сорбція, очистка води, ефективність адсорбентів, йони Феруму (III).

Чикун Н., Пасальський Б., Пузій А. Эффективность отечественных адсорбентов при очистке воды от ионов железа (III). Рассмотрены традиционные и новые адсорбенты, разработанные из остатков переработки сельхозпродукции, для очистки воды и водных растворов. Исследована сорбция ионов железа (III) с водных растворов адсорбентами различной природы. Доказано, что наиболее эффективными являются адсорбенты, полученные на основе измельченной кизиловой косточки и модифицированные фосфатной кислотой.

Ключевые слова: адсорбенты, сорбция, очистка воды, эффективность адсорбентов, ионы железа (III).

Постановка проблеми. Одним із найважливіших питань людства на сьогодні є якість і безпечність питної води за своїм хімічним складом.

Із усіх водосховищ Дніпровського каскаду, що входить до центрального регіону України, найбільше біогенне забруднення спостерігається в Київському водосховищі. На якісний стан Київського та верхньої частини Канівського водосховищ суттєвий вплив здійснюють води р. Прип'ять, куди потрапляє основна частина забруднення із заболочених територій Білоруського Полісся. Протягом останніх років у цих водосховищах відмічається підвищення вмісту Мангану, амонію сольового та Феруму загального [1, с. 17]. Викиди промислових під-

© Надія Чикун, Богдан Пасальський, Олександр Пузій, 2015

приємств у природні водні потоки також забруднюють ґрунтові води, які є джерелом питної води. Ось чому питна вода водопровідних мереж, яка надходить із річок, водосховищ, підземних джерел не завжди є достатньо безпечною та якісною для споживання і потребує очищення.

Адсорбенти широко застосовуються в різних виробництвах, технологічні процеси яких передбачають очистку від небажаних компонентів. Гарні адсорбенти зазвичай мають сильно розвинену поверхню, наприклад, активоване вугілля, силікагель, алюмогель, цеоліти тощо. У харчових технологіях використовують також природні адсорбенти: трепел, бентонітові глини, інші природні мінерали [2, с. 266].

Із усієї чисельності адсорбентів найбільше застосовують вугілля. Активоване вугілля поділяють на дві групи: газове та знебарвлююче. Для першого характерна наявність дрібних пор, що сприяє адсорбції газів і парів. Вугілля другого типу широко застосовують для знебарвлення у виробничих умовах розчинів у цукровому та крохмально-паточному виробництві, для очищення й освітлення жирів і масел, спирту, вина тощо. Активоване вугілля адсорбує з розчинів не тільки забарвлені, а й інші небажані речовини, наприклад, йони важких металів, які посідають перші позиції в списку найпоширеніших забруднювачів, проголошених Агенцією Захисту Навколишнього Середовища [3].

Незважаючи на поширене використання вуглецевих адсорбентів, сорбційні технології залишаються все ще дорогим процесом, і їхня висока собівартість стає на перешкоді використанню у великих масштабах. Саме тому актуальним залишається пошук нових видів дешевої сировини для одержання активованого вугілля, використання природних ресурсів і здобутків українських науковців. Такими конкурентоспроможними на ринку за економічними показниками та безпечністю продуктами є адсорбенти, які отримують із залишків переробки сільгосп-продукції (качани кукурудзи, фруктова кісточка) [4].

Актуальним аспектом проблеми залишається оцінка ефективності сорбентів різної природи.

Мета роботи – порівняльні дослідження сорбційної здатності нових і традиційних адсорбентів для очищення води від йонів Феруму (III).

Матеріали та методи. Для дослідження використано чотири типи вугілля, два з яких (активоване *Aquacarb 607C* та біле) виробляються в промислових масштабах і реалізуються через торгові мережі та два – розроблені в Інституті сорбції та проблем ендоекології НАН України нових – DW-Ca(As)₂-H₂O800 і DW-P500/1.

Активоване вугілля *Aquacarb 607C* – високоефективне відмите кокосове активоване гранульоване вугілля для очистки води, неорганічних і органічних рідин від хлору й органіки, коригування смаку та запаху. Вугілля виготовляється зі шкаралупи кокосового горіха, промивається кислотою для видалення небажаних забруднень (поліфосфатів), після чого нейтралізується. Висока чистота вугілля і нейтральний рН запобігають вторинному забрудненню води, що очищається. Питома поверхня його становить 1100 м²/г.

Біле вугілля – ентеросорбент четвертого покоління. Насправді препарат не містить вугілля. Основний компонент складу – високодисперсний силіцій (IV) оксид (SiO_2) із розміром часток 7–10 нм та площею активної поверхні майже $400 \text{ м}^2/\text{г}$.

Вугілля DW-Ca(Ac) $_2$ -H $_2$ O800 одержано карбонізацією кизилової кісточки та каталітичної активації водяною парою при $800 \text{ }^\circ\text{C}$. Питома площа поверхні становить $1450 \text{ м}^2/\text{г}$, загальний об'єм пор – $0.90 \text{ см}^3/\text{г}$.

Вугілля DW-P500/1 отримано хімічною активацією кизилової кісточки фосфорною кислотою при $500 \text{ }^\circ\text{C}$. Питома площа поверхні вугілля – $1611 \text{ м}^2/\text{г}$, загальний об'єм пор – $0.77 \text{ см}^3/\text{г}$.

Сорбцію досліджуваними адсорбентами здійснено з модельних водних розчинів, які містили йони Феруму (III), ефективність сорбентів – спектрофотометричним методом [5, с. 36].

До 50 см^3 розчину, який містив певну кількість йонів Феруму (III), додавали 0.1 мг адсорбенту й витримували 30 хв для встановлення рівноваги. Після цього розчини відфільтровували від адсорбенту в колби ємністю 50 см^3 . Спектрофотометром СФ 101 при довжині хвилі 510 нм відносно розчину, що не містить йонів Феруму (III), вимірювали оптичну густину. На основі попередньо побудованого калібрувального графіка визначали вміст Феруму (III) в досліджуваних розчинах до та після сорбції. Дослідження проведено в лабораторії кафедри товарознавства та експертизи харчових продуктів КНТЕУ.

Результати дослідження. На основі одержаних результатів залежності оптичної густини розчинів від концентрації йонів Феруму (III) після сорбції різними адсорбентами побудовано відповідні графіки (рис. 1).

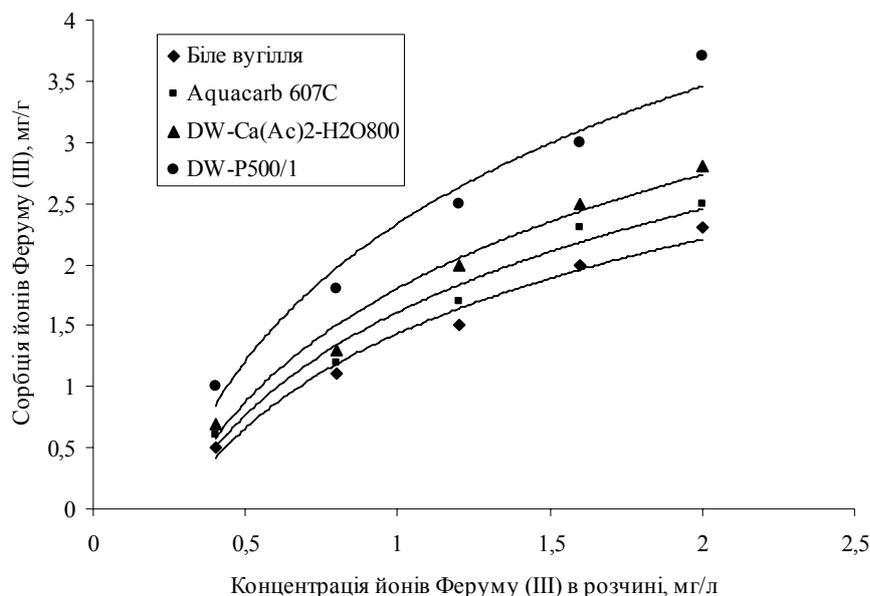


Рис. 1. Залежність адсорбції йонів Феруму (III) від концентрації для адсорбентів різної природи

Із залежності сорбції від концентрації йонів Феруму (III) в розчинах різними адсорбентами витікає, що найбільша сорбція характерна для вуглецевих адсорбентів, які одержані з подрібненої кизилової кісточки й модифіковані фосфатною кислотою. Таку високу сорбційну здатність вугілля DW-P500/1 можна пояснити появою на поверхні адсорбенту полярних груп, які взаємодіють з йонами Феруму (III).

Адсорбенти, одержані карбонізацією кизилової кісточки та каталітичної активації водяною парою при 800 °С, за властивостями наближені до традиційних адсорбентів активованого вугілля. Це узгоджується з тим, що природа таких сорбентів однакова, а значення питомої поверхні близькі між собою. Біле вугілля, яке відрізняється за природою від активованого, проявляє найменшу сорбційну здатність і має менше значення питомої поверхні.

Таким чином, експериментально доведено, що всі досліджувані адсорбенти є ефективними під час очищення води від йонів важких металів, до яких відносяться йони Феруму (III). Оскільки активоване вугілля широко застосовується для очистки води, то доцільно зіставити його ефективність із новими розробленими сорбентами (рис. 2).

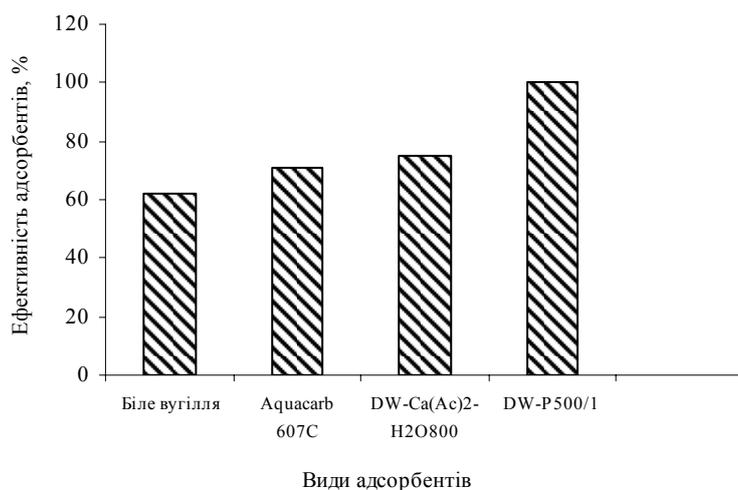


Рис. 2. Ефективність адсорбентів різної хімічної природи

Нові сорбційні матеріали характеризуються високою ефективністю щодо очистки води. Вугілля DW-Ca(As)2-H₂O800), яке одержують із відходів сільгоспвиробництва (кизилової кісточки), за ефективністю на 14 % вище за біле вугілля та на 4 % – за *Aquacarb* 607C, тобто традиційні види. Модифікація адсорбенту фосфатною кислотою приводить до підвищення ефективності ще на 25 %.

Висновки. Нові сорбційні матеріали – активоване вугілля DW-Ca(As)2-H₂O800) та DW-P500/1 мають кращу сорбційну здатність та вищу ефективність на 14–39 % за традиційні сорбенти.

Використання фруктових кісточок у виробництві абсорбентів вигідне щодо оточуючого середовища: *по-перше*, отримано ефективні адсорбенти із дешевих сільськогосподарських відходів, призначених для очистки водних і повітряних середовищ від забруднювачів, *по-друге* – така переробка спрямована на реалізацію екотехнологій та ресурсозбереження.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. *Національна доповідь про якість питної води та стан питного водопостачання в Україні у 2012 р.* — К. : М-во регіонального розвитку, буд-ва та житлово-комунального госп-ва України, 2013. — 450 с. — Режим доступу : minregion.gov.ua/attachments/content-attachments/1782/.2012.pdf.
2. *Мраморнов Б. С.* Фізична хімія / Б. С. Мраморнов, В. В. Малишев. — К. : Ун-т "Україна", 2011. — 293 с.
3. *Пузій О. М.* Фосфоровмісні вуглецеві сорбенти для очистки води / О. М. Пузій, Б. К. Пасальський, Н. Ю. Чикун // Міжнар. наук.-практ. журн. "Товари і ринки". — 2014. — № 1 (17). — С. 159—166.
4. *Пузій О. М.* Гетероатоми фосфору в хімії вуглецевих адсорбентів : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня д-ра хім. наук : спец. 02.00.04 / О. М. Пузій ; Ін-т сорбції та проблем ендоекології НАН України. — К., 2011. — 36 с.
5. *Пасальський Б. К.* Експрес-методи визначення якості харчових продуктів : навч. посіб. / Б. К. Пасальський, Н. Ю. Чикун ; за ред. Н. В. Притульської. — К. : Київ. нац. торг.-екон. ун-т, 2013. — 118 с.

Стаття надійшла до редакції 05.05.2015.

Chykun N., Pasalskiy B., Puziy A. Efficiency of national adsorbents for water purification from Iron (III) ions.

Background. One of the problems of mankind is water quality. Emissions from industrial enterprises pollute natural water flow of groundwater which is the source of drinking water. Therefore, drinking water that comes through the water network that comes from rivers, reservoirs, water from underground sources is not always of enough quality and safe for consumption and needs cleaning. Water purification from heavy metal ions using adsorbents is widely used.

The aim is to study sorption capacity of developed new adsorbents in water treatment processes of ions of Iron (III) and compare their performance with traditional adsorbents.

Material and methods. For the study were used four types of coal: activated coal *Aquacarb 607C*, white coal, and coal, which is developed at the Institute of Sorption and Problems Endoecology of NAS of Ukraine from cornel crushed stone (DW-Ca(Ac)₂-H₂O800 and DW-P500/1).

Sorption of adsorbents was carried out with the model aqueous solutions containing ions of Iron (III), and the effectiveness of sorbents was determined spectrophotometric method [5, с. 36].

Results. Sorption isotherm from ions aqueous solutions of Iron (III) was built for different adsorbents. It was experimentally proved that all the studied adsorbents are effective in the treatment of water from Iron ions (III). It has been shown that the highest

sorption give carbon adsorbents, which were obtained from the crushed cornel seeds and modified with phosphoric acid.

Conclusion. New sorption materials activated coal DW-Ca(Ac)₂-H₂O800) and DW-P500/1 have better sorption capacity than traditional sorbents and better efficiency by 14–39 %.

Using fruit seeds enables to obtain effective adsorbents for water purification from Iron ions (III) and implement waste recycling of agricultural products processing.

Keywords: adsorbents, sorption, water purification, adsorbents efficiency, Iron ions (III).

REFERENCES

1. *Nacional'na dopovid' pro jakist' pytnoi' vody ta stan pytnogo vodopostachannja v Ukraini u 2012 r.* — K. : M-vo regional'nogo rozvytku, bud-va ta zhytlovo-komunal'nogo gosp-va Ukrainy, 2013. — 450 s. — Rezhym dostupu : minregion.gov.ua/attachments/content-attachments/1782/2012.pdf.
2. *Mramornov B. S. Fizychna himija / B. S. Mramornov, V. V. Malyshev.* — K. : Un-t "Ukrai'na", 2011. — 293 s.
3. *Puzij O. M. Fosforovmisni vuglecevi sorbenty dlja ochystky vody / O. M. Puzij, B. K. Pasal's'kyj, N. Ju. Chykun // Mizhnar. nauk.-prakt. zhurn. "Tovary i rynky".* — 2014. — № 1 (17). — S. 159—166.
4. *Puzij O. M. Geteroatomy fosforu v himii' vuglecevyh adsorbentiv : avtoref. dys. na zdobuttja nauk. stupenja d-ra him. nauk : spec. 02.00.04 / O. M. Puzij ; In-t sorbcii' ta problem endoekologii' NAN Ukrainy.* — K., 2011. — 36 s.
5. *Pasal's'kyj B. K. Ekspres-metody vyznachennja jakosti harchovyh produktiv : navch. posib. / B. K. Pasal's'kyj, N. Ju. Chykun ; za red. N. V. Prytul's'koi'.* — K. : Kyi'v. nac. torg.-ekon. un-t, 2013. — 118 s.