

УДК 628.161.2

*Мельник Л.М., д.т.н., проф.,*

*Ткачук Н.А., к.т.н., доц.,*

*Мельник З.П., к.т.н., доц.*

*Національний університет харчових технологій, м. Київ*

## **ПРИРОДНІ МІНЕРАЛИ - ЕФЕКТИВНІ ПОГЛНИАЧІ ШКІДЛИВИХ ДОМІШОК ІЗ ВОДИ**

*Ключеві слова: питна вода, природні мінерали, адсорбція, палигорськіт, глауконіт, клиноптилоліт, залізо, амонійний азот.*

*Досліджена можливість використання природних мінералів українських родовищ для адсорбційного очищення питної води від іонів заліза і амонійного азоту.*

*Встановлена ефективність поглинання цих шкідливих домішок палигорськітом, глауконітом, гідрослюдою, кліноптілолітом, морденітом.*

**Постановка проблеми.** Збереження й охорона водних ресурсів від виснаження і забруднення – одна з найактуальніших проблем людства, рішення якої ускладнюється у зв'язку з інтенсивним розвитком промисловості і сільського господарства, використанням хімічних препаратів у побуті та виробництві, що призводить до значного забруднення води і ґрунтів. Це перешкоджає вирощуванню екологічно безпечної харчової рослинної і тваринної продукції та сировини.

Забруднення води відбувається різними шляхами. Особливо небезпечні сполуки свинцю, що використовуються, як присадки до бензину, сполуки ртуті, хрому, міді, цинку, миш'яку, які потрапляють у водойми з промисловими стоками. Сильне забруднення рік і озер спричиняється використанням мінеральних добрив. Частина яких не засвоюється рослинами, змивається дощами, талою водою, стікає в річки, водосховища, в яких проростають водорості, особливо синє-зелені. При їх розмноженні виділяється велика кількість сірководню, що отрує водойми.

Велику тривогу викликає забруднення природних вод пестицидами – хімічними речовинами, що використовуються для боротьби із шкідниками в сільському господарстві, та хімічними лікарськими препаратами, які лише частково розкладаються в організмі хворих і з оборотною водою попадають в організм здорових людей у шкідливих для них концентраціях.

Недотримання вимог щодо утилізації промислових відходів та сміття, потрапляння господарсько-фекальних стоків у підземні горизонти, спричинюють їх забруднення. Глобальне потепління, зниження рН осадів в усьому світі, техногенні катастрофи суттєво знижують якість водних середовищ, що робить воду не придатною для використання як для населення, так і для тваринного та рослинного світу.

Населенню потрібна чиста високоякісна прісна вода, кількість якої невпинно зменшується.

В умовах прискореного розвитку багатьох галузей народного господарства, раціональне комплексне використання водних ресурсів та розробка методів очищення води, особливо питної, є стратегічною державною задачею.

Постанови і закони, прийняті Верховною Радою та урядом України, зокрема Загальнодержавна програма “Питна вода України” на 2006-2020 роки, спрямовані на раціональне використання, економну витрату води, запобігання виснаженню водних резервів, скорочення об’ємів утворюваних стічних вод, повторне використання очищеної води в технологічних процесах.

Природного біологічного процесу самоочищення водою нині вже недостатньо. Сьогодні надзвичайної актуальності набувають методи обробки питної води і стічних вод природними дисперсними мінералами українських родовищ, що сприяє вирішенню проблеми використання очищених стічних вод для потреб технічного водопостачання і створення на цій основі замкнених циклів.

Підвищити якісні показники питної води можна природними адсорбентами, поклади та розмаїття яких в Україні дуже великі.

На сьогоднішній день існує понад 100 родовищ глинистих мінералів

різних генетичних типів сумарним запасом понад 100 млн. тонн [1-4]. Це Горбське, Пижевське, Бережанське і Курцевське родовища. Черкаське родовище є одним із найбільших не тільки на території України, а й в усьому світі. Його унікальність обумовлена не тільки величезними запасами (18 млн. тонн), але й зосередженням в одному місці чотирьох дисперсних мінералів, розміщених природою пошарово горизонтально або під невеликим нахилом. В межах однієї ділянки виділені п'ять різних за складом шарів глинистих мінералів, між якими часом спостерігаються поступові переходи [3,4].

Природні адсорбенти мають ефективні поглинальні властивості, екологічно безпечні, термостійкі, мають достатню механічну стійкість, піддаються регенерації, налагоджене їх промислове добування.

Тверді сорбенти використовуються в гранулах або тонко дисперсними. Характеристики твердих адсорбентів [5,6,7] при обробці рідин визначаються ємністю твердого матеріалу і розмірами пор, які поділяють на три типи: мікро- мезо- і макропори.

Мікропори мають розміри співрозмірні з адсорбованими молекулами, і їх розміри знаходяться в інтервалі від 0,5 до 1,0 нм. Згідно повідомлення [5] у різних сорбентах об'єм мікропор складає від 5 до 60%. Сумарний об'єм мікропор промислових адсорбентів не перевищує  $0,5 \text{ см}^3/\text{г}$ .

Енергія адсорбції у мікропорах характеризується підвищеними значеннями. Якщо розміри мікропор співрозмірні з розмірами проміжків між суміжними порами, то всі атоми і молекули адсорбента взаємодіють із молекулами сорбтива у мікропорах, тобто у просторі мікропор існує суцільне поле адсорбційних сил. Це явище відрізняє адсорбційні процеси у мікропорах від таких, що проходять у крупніших порах.

Ефективні радіуси мезопор більші від розміру адсорбованих молекул. Вони лежать у межах від 1,5 до 200 нм, і їх стінки утворені численними атомами і молекулами речовини адсорбента. При цьому виникає поняття поверхні поділу фаз, тобто поверхні пор адсорбента. Як правило, поверхню адсорбента відносять до одиниці його маси і називають питомою поверхнею.

Дія адсорбційних сил у мезопорах проявляється на невеликій відстані від

стінок.

Питома поверхня мезопор знаходиться в межах 10-400 м<sup>2</sup>/г. Мезопори виконують роль транспортних каналів підведення речовини до мікропор.

Найкрупніші пори адсорбентів – макропори мають ефективні радіуси більше 100-200 нм, їх питома поверхня - 0,5 – 2 м<sup>2</sup>/г. Макропори виконують роль крупних транспортних артерій в зернах адсорбентів.

Міжмолекулярне притягіння між твердими частинками сорбента і окремими частинками розчиненої речовини – сорбтива може бути причиною того, що такі розчинені частинки утримуються на сорбенті вибірково і можуть легко відділятися.

Селективна дія адсорбції найбільш чітко виражена в мономолекулярному шарі сорбтива, що знаходиться біля твердої поверхні сорбента, але селективність може проявлятися і при висоті шару в три або чотири молекули.

**Виклад основного матеріалу.** Для дослідження спроможності природних адсорбентів поглинати шкідливі домішки із питної води були використані зразки води, взятої із свердловини № 149 (с. м. т. Чемерівці), які обробляли поширеними в Україні та доступними природними дисперсними мінералами: палигорськітом і гідрослюдою Черкаського родовища, глауконітом Горбського родовища, клиноптилолітом і морденітом Закарпатського родовища, які попередньо термоактивували при  $t=180^{\circ}\text{C}$  протягом 1,5 години, та цеолітами, що піддавалися термоактивації при  $t=400^{\circ}\text{C}$  тривалістю 1,5 години. Охолоджені адсорбенти в кількості 10%мас. змішували з водою, витримували 60 хвилин при постійному перемішуванні. Експерименти проводили на спроектованій і виготовленій лабораторній установці, схема якої подана на рис 1. Ємність 1 з встановленою на дні сіткою заповнювали водою, взятою із свердловини, засипали адсорбент і перемішували мішалкою 2. Суміш фільтрували і визначали в очищеній воді вміст іонів амонійного азоту, заліза.

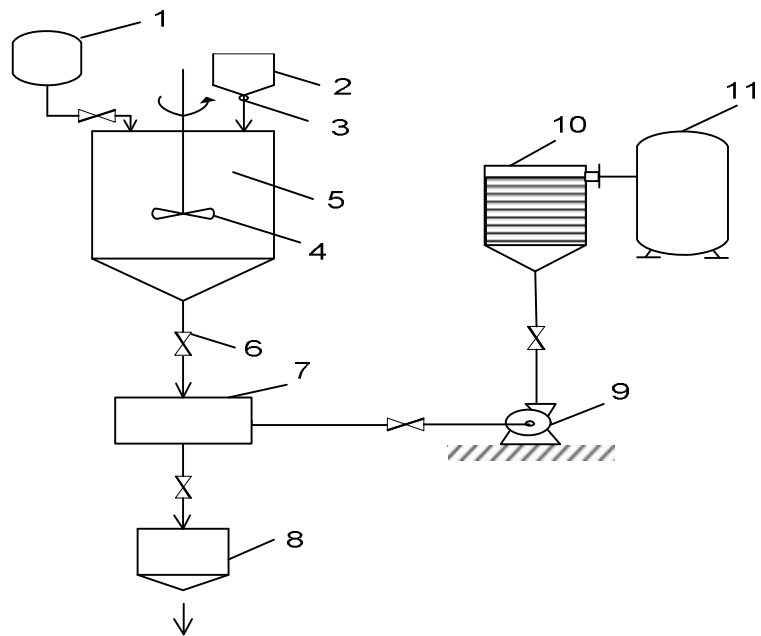


Рис. 1 Схема лабораторної установки для очищення питної води природними адсорбентами

1 – збірник необробленої води; 2 – ємність для адсорбенту; 3 - дозатор;  
 4 –перемішуючий пристрій; 5 – адсорбер; 6 – вентиль; 7 – відстійник;  
 8 – збірник осаду; 9 – насос; 10 – фільтр; 11 – збірник очищеної води

Узагальнені дані експериментів подані в таблиці.

Таблиця

Вміст заліза та амонійного азоту у питній воді, очищеній природними дисперсними мінералами в кількості 10% мас, протягом 60 хв.

Адсорбент	Вміст іонів заліза, мг/дм <sup>3</sup>		Вміст іонів амонійного азоту,мг/дм <sup>3</sup>		Вміст іонів, мг/дм <sup>3</sup>	
	до очищення	після очищення	до очищення	після очищення	заліза	амонійного азоту
					ГОСТ	
					4011-72	4192-82

Палигорськіт	3	0,3	2,6	0,7	<0,3	<0,5
Гідрослюда	3	0,3	2,6	0,75	<0,3	<0,5
Глауконіт	3	0,27	2,6	0,9	<0,3	<0,5
Клиноптилоліт	3	0,18	2,6	1,2	<0,3	<0,5
Морденіт	3	0,26	2,6	1,35	<0,3	<0,5

Як видно із даних таблиці всі природні мінерали ефективно адсорбують іони заліза. Адсорбційна спроможність щодо іонів заліза у палигорськіта, гідрослюди, глауконіта практично – однакова. Після обробки води цими глинами вміст іонів заліза зменшується на порядок. Проте після очищення гідрослюдою у воді з'являється зеленуватий відтінок, що робить неможливим подальше використання цього адсорбента для очищення питної води як від іонів заліза, так і від амонійного азоту.

Найефективніше адсорбує іони заліза із води клиноптилоліт. Вміст цієї домішки зменшується з 3 до 0,18 мг/дм<sup>3</sup>. Морденіт адсорбує іони заліза, знижуючи його вміст із 3 до 0,26 мг/дм<sup>3</sup>.

Палигорськіт і глауконіт поглинають іони амонійного азоту, знижуючи їх початковий вміст на 70% (палигорськіт), на 65% (глауконіт). Клиноптилоліт і морденіт зменшують кількість іонів амонійного азоту майже на 50%. Проте досягти стандартних показників цієї домішки у воді не вдається. Очевидно, необхідно повторно пропустити воду через адсорбер із адсорбентом.

**Висновки.** Виявлено, що серед досліджуваних природних дисперсних мінералів найбільш ефективними для очищення питної води є палигорськіт, глауконіт, морденіт та клиноптилоліт вітчизняних родовищ. Серед глини іони заліза та амонійного азоту краще адсорбує палигорськіт і глауконіт, серед цеолітів – клиноптилоліт.

## Список використаних джерел

1. *Петров В.П.* Проблема бентонитов и их народно-хозяйственное значение. – М.: Наука, 1980. – С. 3-16.
2. *Состояние* минерально-сырьевой базы бентонитовых глин Украины; перспективы ее развития и промышленного использования/ Ю.Н.Теодорович, Л.П.Кириченко, А.К.Мазур, А.Л.Луканцевер. – В кн.: Бентониты. М.: Наука, 1980. – С. 39-48.
3. *Черкасское* месторождение бентонитовых и палыгорскитовых глин / Ф. Д. Овчаренко, Н. Г. Кириченко, А. Б. Островская, М. Г. Довгий. – К.: Наукова думка, 1966. – 160 с.
4. *Куковский Е.Г., Островская А.Б.* Бентонитовые глины Украины. – К.: Наукова думка, 1960. – С. 14-18.
5. *Дж. Перри* Справочник инженера химика / Дж. Перри. - Химия, 1969, 639с.
6. *Высоцкий З.З.* Адсорбция и адсорбенты / З.З.Высоцкий, Д.Н. Стражеско – К.: Наукова думка, 1972. – 36 с.
7. *Таран Н.Г.* Адсорбенты и иониты в пищевой промышленности / Таран Н.Г. - М.: Легкая и пищ. пр-сть, 1983. - 247с.

*Мельник Л.Н.,*

*Ткачук Н.А.,*

*Мельник З.П.*

## **ПРИРОДНЫЕ МИНЕРАЛЫ –ЭФФЕКТИВНЫЕ ПОГЛОТИТЕЛИ ВРЕДНЫХ ПРИМЕСЕЙ ИЗ ВОДЫ**

*Ключевые слова:* питьевая вода, природные минералы, адсорбция, палыгорскит, морденит, глауконит, клиноптилолит, железо,

*Исследована возможность использования природных минералов украинских месторождений для адсорбционной очистки питьевой воды от ионов железа и аммонийного азота.*

*Установлена эффективность поглощения этих вредных примесей палыгорскитом, глауконитом, гидрослюдой, клиноптилолитом, морденитом.*

**L. Melnyk**

**N. Tkachuk**

**Z. Melnyk**

**NATURAL MINERALS –EFFECTIVE ADSORBENTS OF  
HARMFUL IMPURITIES FROM WATER**

**Key words:** *drinking water, natural minerals, adsorption, palygorskite, mordenite, glauconite, clinoptilolite, iron.*

*The possibility to use natural minerals from Ukrainian deposits for the purpose of adsorptive purification of drinking water from iron ions and ammonium nitrogen has been researched.*

*The effectiveness of palygorskite, glauconite, hydromica, clinoptilolite, mordenite in adsorbing these harmful impurities has been established.*