

Спосіб очищення природних або стічних водойм від катіонів важких металів

Андрієвська О.А., Жовинський Е.Я., Крюченко Н.О.
Інститут геохімії, мінералогії та рудоутворення
ім. М.П. Семененка НАН України, Київ, Україна

Запропоновано спосіб очищення природних або стічних водойм від катіонів важких металів шляхом збільшення площі контакту води з сорбентом, за рахунок чого підвищується ефективність очищення води.

Вступ. До важких металів належить понад 40 хімічних елементів з відносною густиною більше 6 г/см^3 . Кількість небезпечних забруднювачів, якщо враховувати токсичність, стійкість і здатність накопичуватися в зовнішньому середовищі, значно менша [7].

Джерелами забруднення вод важкими металами є стічні води гальванічних цехів, підприємств гірничодобувної, чорної й кольорової металургії, машинобудівних заводів. Важкі метали входять до складу добрив і пестицидів, можуть надходити у водойми разом зі стоками із сільськогосподарських угідь. Якою б довершеною не була очистка стічних вод, але значна кількість важких металів потрапляє до природного середовища.

Запропонований метод очищення від катіонів важких металів природних або стічних водойм шляхом підвищення часу контакту сорбента з водою допоможе ефективніше справлятися з цією проблемою.

Важкі метали у водах. У водному середовищі метали можуть існувати у трьох формах: зв'язаних часток, колоїдів і розчинених сполук [1]. Останні представлені вільними іонами та розчинними комплексними сполуками з органічними і неорганічними лігандами. Великий вплив на вміст цих елементів у воді має гідроліз, який визначає форму знаходження елемента у водних середовищах. Значна частина важких металів переноситься поверхневими водами у зв'язаному стані [7].

Багато металів утворюють досить міцні комплекси з органічною речовиною, які є однією з найважливіших форм міграції елементів у природних водах. Більшість органічних комплексів утворюються за хелатним принципом і є достатньо стійкими. Комплекси, утворені ґрунтовими кислотами із солями заліза, алюмінію, титану, урану, ванадію, міді, молібдену й інших важких металів, відносно добре розчинні в умовах нейтрального, слабо кислого і слабо лужного середовищ. Тому металоорганічні комплекси здатні мігрувати у природних водах на досить значні відстані [1]. Так, хелатні форми Cu , Cd , Hg менш токсичні, ніж вільні іони. Підвищення концентрації важких металів у природних водах часто пов'язане з іншими видами забруднення, наприклад, із закисленням. Випадіння кислотних опадів сприяє зниженню значення рН і переходу металів із сорбованого на мінеральних й органічних речовинах стану у вільний.

Характеристика сорбентів. На сьогодні виділяють сорбенти: із комплексоутворювальними групами, на неорганічній матриці, модифіковані комплексоутворювальними реагентами та неорганічні.

Вітчизняна промисловість виготовляє промислові сорбенти із різноманітними комплексоутворювальними групами. Наприклад, сорбент "Келекс-100" використовується для одночасного концентрування кадмію, кобальту, заліза, молібдену та нікелю [3].

Останнім часом синтезовано сорбенти із різноманітними комплексоутворювальними групами. Наприклад сорбент "Р-Д" містить привитий дитизон, матрицею його є полістирол. Також синтезовані сорбенти "ПВБ-МП", "ПОЛІСОРГ VI", матрицями яких є сополімери стирола із дивініл бензолом, полівініленові волокна із комплексоутворювальними групами. У якості матриці використовують не тільки синтетичні полімери, а і природні, найчастіше целюлозу [1, 3].

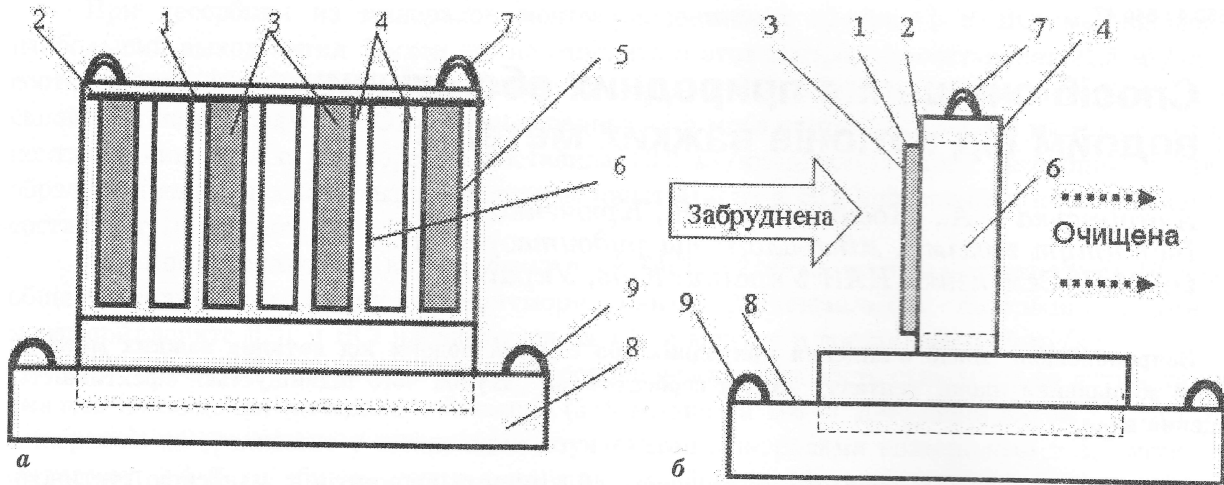


Рис. 1. Залізобетонна споруда з закріпленими на ній контейнерами з сорбентом [6]: а – вигляд спереду, б – вигляд збоку; 1 – корпус фільтра, 2 – кріплення, 3 – сорбенти, 4 – підставка, 5 – ребра залізобетонної решітки, 6 – отвори, 7 – монтажні петлі, 8 – залізобетонний донний фундамент, 9 – монтажні петлі

Такі метали як Al, Bi, Co, Cg, Cr, Cu, Fe, Ga, Ge, In, Mn, Mo, Ni, Pb, Sn, W, V, Zn запропоновано концентрувати за допомогою целюлозних обмінних фільтрів (попередньо в целюлозу вводять групу хромotropової кислоти) [3].

Також створено велику кількість сорбентів на основі мінеральних матриць. У якості останніх найчастіше використовують силікагель та скляні кульки чи гранули. Отримані таким чином сорбенти, що ненабрякають, – своєрідний гібрид синтетичних органічних та неорганічних сорбентів [2]. Серед неорганічних сорбентів особливе місце за поширенням та дешевизною займає активоване вугілля різних марок та видів [2, 3], яке є селективним поліфункціональним катіонітом. Воно легко регенерується, досить стійке до хімічного, радіаційного та термічного впливу [3].

Аналіз способів очищення вод. Відомий спосіб очищення природних та стічних вод від катіонів міді [4], недоліком якого є недостатня адсорбційна здатність по відношенню до важких металів. Отже потрібна велика кількість сорбенту для очищення водойм. До того ж цей спосіб може застосовуватися лише у водоймах без течії.

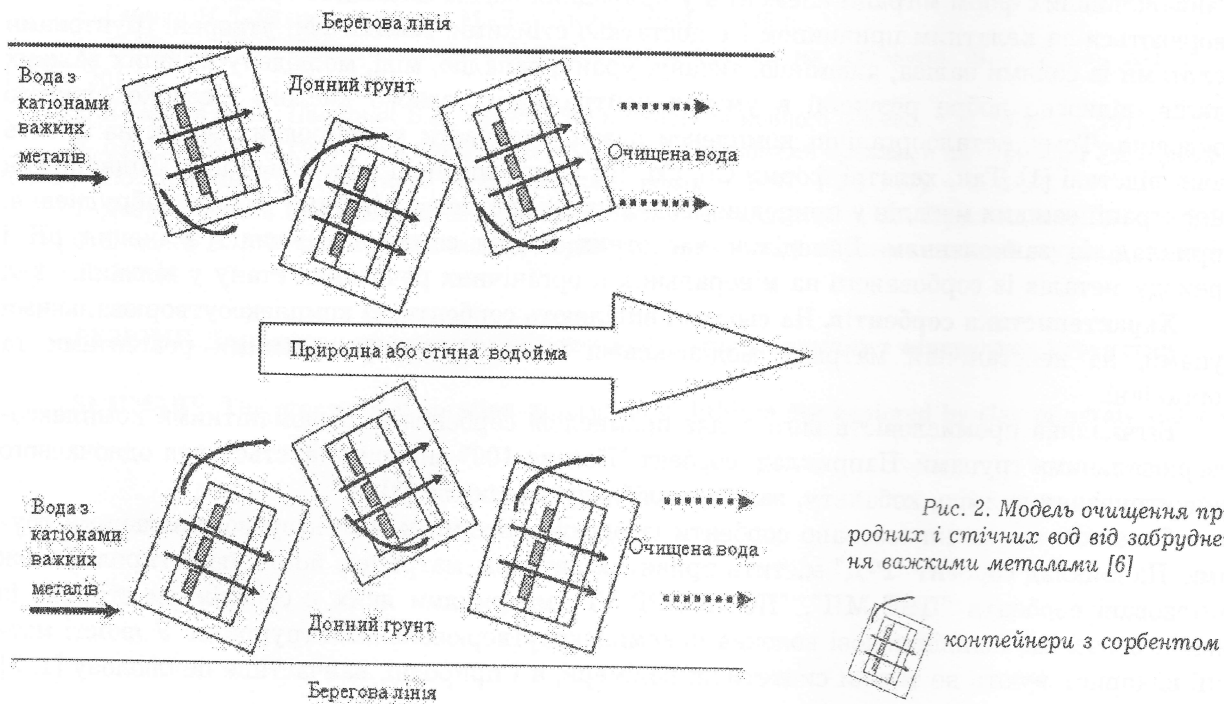


Рис. 2. Модель очищення природних і стічних вод від забруднення важкими металами [6]

Подібним технічним рішенням, як за суттю, так і за задачами, є спосіб підвищення ефективності очищення природних або стічних вод від катіонів важких металів, за яким сорбент занурюють у водойму [5]. Але, за умов швидкої течії ефективного очищення не забезпечується, адже площа контакту води з сорбентом невелика. Під час застосування зазначеного способу сорбент швидко руйнується та вимивається течією природної або стічної водойми.

Суть корисної моделі. Шляхом спрямування течії водойми за зигзагоподібною траєкторією збільшити площу контакту води з сорбентом, за рахунок чого підвищити ефективність очищення води від катіонів важких металів [6].

Реалізація способу здійснюється таким чином (рис. 1, 2): подрібнюють та засипають сорбент у контейнери, закріплені у залізобетонних спорудах, після чого їх занурюють у водойму та встановлюють на донний ґрунт за допомогою вантажопідійомної машини у шаховому порядку під кутами 100–130° відносно берегової лінії. Течію спрямовують за зигзагоподібною траєкторією, збільшують площу контакту води природних та стічних водойм з сорбентом. Течія природної або стічної водойми стикається з контейнерами з сорбентом, при цьому важкі метали та їх сполуки "вкраплюються" у поверхню сорбенту.

Це уможливило значне збільшення терміну використання сорбенту, підвищення ефективності адсорбції важких металів та їх сполук у природних або стічних водоймах, очищення більшого об'єму води.

Висновки. Завдяки використанню запропонованої моделі збільшується площа контакту води з сорбентом, внаслідок чого підвищується ефективність очищення води від катіонів важких металів.

1. Глинка Н.Л. Общая химия. – Л. : Химия, 1988. – 702 с.
2. Лурье Ю.Ю. Аналитическая химия промышленных сточных вод. – М. : Химия, 1984. – 448 с.
3. Москвин Л.Н., Царицина Л.Г. Методы разделения и концентрирования в аналитической химии. – Л. : Химия, 1991. – 256 с.
4. Патент України на корисну модель № 19896. Спосіб очищення природних та стічних вод від катіонів міді. МПК (2006) C02P 1/62. – аналог.
5. Патент України на корисну модель № 37251. Спосіб очищення природних та стічних вод від катіонів міді та свинцю. МПК (2008) C02P1/62. – прототип.
6. Патент України на корисну модель № 49585. Спосіб підвищення ефективності очищення природних або стічних водойм від катіонів важких металів. МПК (2009) C02F 1/28 (автори – Жовинський Е.Я., Андрієвська О.А., Крюченко Н.О.)
7. Химия : справ. изд. / ред. В. Шретер, К.-Х. Лаутеншлегер, Х. Бибрак и др. : Пер. с нем. – М. : Химия, 1989. – 648 с.

РЕЗЮМЕ. Предложен способ очистки природных или сточных водоемов от катионов тяжелых металлов путем увеличения площади контакта воды с сорбентом, за счет чего повышается эффективность очистки воды.

SUMMARY. A method for purification of natural or waste waters from heavy metal cations by increasing the contact area of water with the sorbent, due to a greater efficiency of water purification