

ОЧИЩЕННЯ ПИТНОЇ ВОДИ ВІД ІОНІВ ЗАЛІЗА КОМБІНОВАНИМ ПРИРОДНИМ СОРБЕНТОМ

Питна вода повинна відповідати вимогам держстандарту. Вона має бути безпечною в епідеміологічному відношенні, не шкідливою за хімічним складом і мати сприятливі органолептичні властивості. Та часом, забруднення ґрунтових вод іонами заліза, досить часто служить стримуючим фактором для використання цих вод для пиття.

Одним із ефективних методів очищення питної води є використання природних дисперсних мінералів українських родовищ. Вітчизняні природні сорбенти мають низьку собівартість, високі адсорбційні властивості, легко піддаються регенерації, модифікації та утилізації. Для дослідження адсорбції іонів заліза були використані природні мінерали палигорськіт і морденіт [1].

Дослідивши поглинальну спроможність окремо палигорськіта і морденіта щодо іонів заліза [1], виникла ідея створення комбінованого сорбента, в склад якого одночасно входив би палигорськіт і морденіт.

Палигорськіт відноситься до групи шарувато-стрічкових силікатів, кристали яких мають виражену трьохмірну структуру розмірами 1...10 мк. Він характеризується високою поглинальною спроможністю, яка представлена цеолітними каналами розмірами $0,37 \times 0,64$ та $0,56 \times 1,10$ нм (первісні пори, що знаходяться в самих кристалах і складають невелику частину стрічки). Стрічки, міцно об'єднуючись між собою, утворюють пори різної форми, досягаючи 200÷400 нм завдовжки із середнім поперечним перерізом 0,27 нм – вторинні пори. Активна адсорбційна поверхня складає близько 125 м²/г.

Морденіт – пористий кристал алюмосилікатів. Елементарним будівельним блоком його кристалічних ґраток є кремне- і алюмокисневі правильні трикутні піраміди, на вершинах яких розміщені атоми кисню – тетраедри. В морденіті частина іонів чотиривалентного кремнію замінюється іонами тривалентного алюмінію, завдяки чому алюмотетраедри мають некомпенсований заряд.

Для експериментального вивчення процесу очищення води використовували композиції, що включали різні співвідношення палигорськіт та морденіт: 25:75, 50:50, 75:25(%) та порівнювали з водою взятою із свердловини.

Оброблення води комбінованим сорбентом в кількості 3,3%мас проводили контактним способом при $t=20^{\circ}\text{C}$, протягом 90 хв., після чого воду фільтрували, фільтрат аналізували на вміст іонів заліза за методикою (ГОСТ 4011-71).

Обов'язковим етапом досліджень було визначення органолептичних показників очищеної води [2].

Отримані результати представлені в табл. 1.

Згідно ГОСТ 4011-71 допускається вміст заліза в питній воді не більше 0,3 мг/дм³.

Таблиця 1 – Вміст іонів заліза у воді, очищеній комбінованим сорбентом в кількості 3,3%мас за 90 хв.

Співвідношення палигорськіт:морденіт	Вміст іонів заліза в очищеній воді, мг/дм ³	Дегустаційна оцінка, бали
25:75	0,075	2
50:50	0,1	3
75:25	0,25	3
Вихідна вода	2	4

Представлені в табл.1 комбіновані сорбенти ефективно поглинають залізо, зменшуючи його початковий вміст від 2 до 0,1 мг/дм³ (співвідношення палигорськіт : морденіт 50:50) та до 0,25 мг/дм³ (палигорськіт : морденіт 75:25).

Але найкраще сорбує цю домішку адсорбент, що складається із композиції палигорськіт : морденіт 25:75. Вода, очищена цим комбінованим сорбентом, отримала найвищу дегустаційну оцінку – 2 бали. Дана композиція була найефективнішою ще і при фільтруванні води, оскільки при цьому спостерігався найменший гідравлічний опір.

Поряд із адсорбцією іонів заліза спостерігається значне покращення інших показників питної води, що підтверджується результатами досліджень представлених в табл. 2.

Таблиця 2 – Показники води, очищеної комбінованим сорбентом в кількості 3,3%мас (палигорськіт : морденіт 25:75), при t=20⁰С, тривалістю 90 хв.

Показник	Одиниця виміру	Нормативні значення	Вихідна вода	Вода очищена комбінованим сорбентом палигорськіт: морденіт 25:75
Смак, аромат	бали	2	4	2
pH		6,0-9,0	7,2	7,6
Твердість	моль/дм ³	6,5-8,5	7,1	6,0
Лужність	моль/дм ³	0,5-6,5	7,9	6,6
Кальцій	мг/дм ³	Не більше 100	80,2	71
Магній	мг/дм ³	Не більше 80	37,3	29,8
Фосфати	мг/дм ³	Не більше 3,5	0,05	0,03

Аналізуючи дані табл. 2, бачимо, що за рахунок адсорбційної спроможності палигорськіту і морденіту, твердість води із свердловини зменшується із 7,1 до 6,0 моль/дм³, спостерігається зниження вмісту кальцію (із 80,2 до 71 мг/дм³). Адсорбується, також, магній і фосфати, що сприяє підвищенню якісних показників води: смак і аромат очищеної води оцінено в 2 бали.

Механізм адсорбційних процесів, що мають місце при очищенні води, можна пояснити наступним чином. Дисперговані у воді частинки мінерала несуть одночасно позитивні і негативні заряди. Кількість негативно заряджених

частинок на поверхні палигорськіта перевищує число позитивних, тому у адсорбенті превалюють негативні заряди. Наявність двох типів зарядів на поверхні частинок палигорськіта пояснює його високу адсорбційну спроможність по відношенню до іонів заліза. Позитивно заряджені іони заліза взаємодіють із негативно зарядженими частинками дисперсного мінерала, до них можуть приєднуватися частинки як самого адсорбента так й інших дисперсних домішок, утворюючи крупні агрегати, що осаджуються [3].

В морденіті мають місце сильні, в основному, ковалентні зв'язки кисню з тетраедричними катіонами і слабкі, переважно іонні зв'язки обмінних катіонів з алюмокремнекисневим каркасом. Крім того, наявність в їх структурі відкритих порожнин і широких каналів, в яких розміщені обмінні катіони, сприяє легкості протікання іонообмінних реакцій навіть при кімнатній температурі. Адсорбцію іонів заліза морденітом можна пояснити не тільки структурною будовою цеоліта, а й наявністю проміжної стадії, згідно якої некомпенсований негативний заряд цеолітової решітки заміщається рухомим протоном, при цьому не відбувається змін у структурі кристалічної решітки і зберігається її загальна електронейтральність.

Отже, для очищення води для пиття доцільно використовувати комбінований сорбент, що складається із композиції палигорськіта і морденіта у співвідношенні 25:75, в кількості 3,3%мас при тривалості взаємодії 90 хв.

Література

1. Ткачук Н.А., Мельник Л.М., Манк В.В., Усатюк С.І., Мельник З.П., Марценюк О.С. Очищення питної води від іонів заліза природними адсорбентами // Науково-технічний журнал «Екологія довкілля та безпека життєдіяльності. – 2007. – №5. – С.66-68.
2. ГОСТ 3351-74
3. Тарасевич Ю.И. Природные сорбенты в процессах очистки воды. – К.: Наукова думка, 1981. – 206 с.