

ВИВЧЕННЯ МЕТОДІВ ЗНЕЗАЛІЗНЕННЯ ПИТНОЇ ВОДИ

Т. О. ШЕВЧЕНКО, канд. техн. наук, доцент; **А. В. ВАСИЛЕНКО**, здобувач другого (магістерського) рівня вищої освіти спеціальності 194 Гідротехнічне будівництво, водна інженерія та водні технології Харківський національний університет міського господарства імені О. М. Бекетова
61002, Україна, м. Харків, вул. Маршала Бажанова, 17
e-mail: tamara.shevchenko@kname.edu.ua, alinkavasilenko2@gmail.com

Розрізняють залізо загальне (по ньому роблять аналіз звичайний), залізо розчинене (двовалентне), залізо нерозчинене (тривалентне), тобто ми бачимо ці частинки як забарвленість і каламутність води, як пластівці або слиз помаранчевих і червоних відтінків. Це реалізована іржа гідроксид або гідроокис. Іноді залізо у воді може бути чорним – це вже продукти метаболізму бактерій так званого органічного заліза [1].

Ознаки заліза у воді:

- запах – запах металу;
- смак металевий;
- каламутність – вода буває каламутна від окисленого заліза, зазвичай це каламутність досить стабільна і не осідає;
- колір – червонуваті, рудуваті відтінки – ознака окислення заліза в воді;
- осад – коли реакція окислення заліза завершиться – залізо випаде в осад на дно ємності, вода знову стане прозорою.

Залізо, як і інші метали, наприклад марганець, у побутовій водопідготовці видаляється кількома різними методами [2].

Перерахуємо їх у порядку актуальності:

1. Окислення і подальша фільтрація «твердих» фракцій.
2. Окислення і фільтрація піролюзитом (MnO_2).
3. Іонний обмін (пом'якшення).
4. Зворотний осмос (опріснення, знесолення).

На даний час запропоновано та впроваджено велика кількість методів та схем знезалізнєння води, які можна розділити на безреагентні, реагентні, катіонообмінні та біохімічні методи. Вибір методу знезалізнєння води є достатньо складною задачею, при якому необхідно враховувати кількість заліза та його форми, фізико-хімічні показники води (рН, лужність, температура, кисень, сірководень, аміак, вуглекислий газ, окисність тощо), режим роботи споруд та їх продуктивність, наявність існуючих споруд водопостачання. Найдоцільніше вибирати спосіб знезалізнєння води пробним знезалізнєнням, безпосередньо біля джерела водопостачання.

У більшості реагентних методів знезалізнєння використовують такі хімічні речовини: вапно, кальцинована сода, окисники – хлор або його сполуки, озон, калію перманганат, коагулянти і флокулянти, які є доволі дорогими. Всі ці

сполуки так чи інакше після використання, нехай в невеликих «слідових» кількостях, залишаються в очищеній воді. За постійного використання такої води для питних потреб важко передбачити їх вплив на здоров'я людини.

Вибір методу знезалізнення залежить від різних факторів, таких, наприклад як:

- необхідний об'єм чистої води в годину і на добу;
- вміст заліза, марганцю, сірководню у вихідній воді;
- рН (водневий показник) – надзвичайно важливий параметр;
- перманганатна окислюваність;
- інші забруднення води

Так, наприклад, окислення (проміжна ємність, аерація або дозування гіпохлориту) з подальшою фільтрацією – цей спосіб вимагає вкладень.

Залежно від кількості кисню, розчиненого у воді, залізо може знаходитися в:

- двовалентному $\text{Fe}(\text{OH})_2$ розчиненому стані;
- тривалентному $\text{Fe}(\text{OH})_3$ нерозчиненому стані, яке в свою чергу можна розділити на колоїдну форму – золь тривалентного заліза (виглядає, як каламутна вода) і великі пластівці, здатні випадати в осад.

Суть методу окислення полягає в тому, щоб перевести залізо з розчиненого (двовалентного $\text{Fe}(\text{OH})_2$) стану в «тверде» нерозчинене тривалентне $\text{Fe}(\text{OH})_3$ за рахунок приєднання до молекули заліза ще одного іона ОН. В цьому випадку залізо, а так само багато інших речовин (марганець, сірководень, органіка) не може більше залишатися в розчиненому вигляді і утворює відносно великі утворення молекул – колоїди і крупніші частки, які можуть бути видалені механічно – відфільтровані.

Оскільки в глибинних свердловинах кисню в воді практично немає, то вода, що містить велику концентрацію розчинених металів виходить на поверхню абсолютно прозора і, при контакті з повітрям, мутніє, або забарвлюється в відтінки рудого через деякий час (від півгодини до доби). А ще через якийсь час (1–3 доби) може знову стати прозорою і позбавленою смаку, на дні утворюється осад.

Основна проблема використання підземних вод полягає у високому вмісті в них розчинених сполук заліза і марганцю. В присутності заліза і марганцю погіршується органолептичні показники води, що робить воду непридатною для господарсько-питних потреб населення.

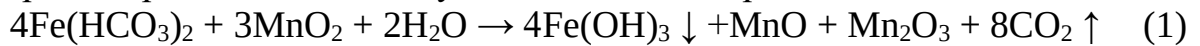
Методи безрозмірного знезалізнення води з спрощеної аерації не дають глибокого знезалізнення при великих концентраціях заліза, вуглекислого газу і низьких значень рН. Тому для досягнення надійного знезалізнення застосовується реагентний метод із посиленою аерацією.

Метод фільтрування через модифіковане завантаження заснований на збільшенні сил адгезії шляхом впливу на молекулярну структуру поверхні зерен фільтруючого завантаження [3]. Для збільшення сил адгезії, як показали дослідження, необхідно на поверхні зерен фільтруючого завантаження утворити плівку. Крім того, електростатичні властивості цих сполук повинні забезпечити

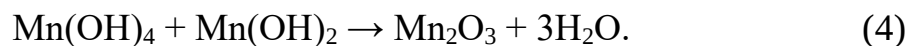
зміну дзета-потенціалу поверхні зерен в потрібному напрямку. При цьому сили адгезії дотичних тим більше, чим більше молекулярні маси.

Методика модифікації завантаження передбачає її послідовну обробку 1,5% -вим розчином сірчаноокислого заліза (II), а потім 0,5% -вим розчином перманганату калію. Сумарна тривалість контакту 30 хв. Через 20 хв. після початку роботи фільтрат відповідає лімітам [4].

Процес представлений наступними хімічними реакціями:



Встановлено, що попередньо осади на поверхні зерен фільтруючого завантаження оксиди марганцю надають каталітичний вплив на процес окислення іонів заліза (II) і марганцю (II) киснем повітря. При фільтруванні води, що містить марганець, через піщане завантаження після деякого часу на поверхні зерен піску утворюється шар, що складається з негативно зарядженого осаду гідроксиду марганцю $\text{Mn}(\text{OH})_4$, який адсорбує позитивно заряджені іони марганцю (II). Гідролізуючись, ці іони реагують з осадом $\text{Mn}(\text{OH})_4$, утворюючи оксид Mn_2O_3 , який добре окислюється, часто розглядається як змішаний оксид MnO-MnO_2 і є каталізатором окислення іонів заліза, марганцю та інших важких металів:



Використання цієї властивості оксидів марганцю дало можливість застосувати в практиці кондиціонування води метод її фільтрування через пісок, зерна якого попередньо покриті плівкою оксиду марганцю (так званий «чорний пісок»). При використанні такого завантаження фільтрів окислення марганцю розчиненим у воді киснем повітря можливо здійснити при значеннях рН, значно менших, ніж зазвичай ($\text{pH} \leq 7,5$).

Однак метод фільтрування води через завантаження з застосуванням в якості реагенту-відновлювача хлориду марганцю має недолік, що полягає в поступовому подрібненні часток, що утворюють покриття зерен завантаження, і проскок їх у фільтрат. Іншим недоліком деманганзації фільтруванням через такий «чорний пісок» є значна витрата перманганату калію.

Список джерел:

1. Багато заліза у воді [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://multifilters.com.ua/articles/bagato-zaliza-u-vodi>
2. Теоретичні основи видалення заліза та марганцю з води. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://multifilters.com.ua/articles/theoretical-basis-for-iron-and-manganese-removal-water>
3. Сколубович Ю. Л. Новая модифицированная загрузка для очистки природных вод / Ю. Л. Сколубович, Е. Л. Войтов, А. Ю. Сколубович // Весник ТГАСУ. – № 4, 2013. – С. 243–252.
4. ДСанПіН 2.2.4–171–10 Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://dbn.co.ua/load/normativy/sanpin/dsanpin_2_2_4_171_10/25-1-0-1180