

Застосування НВЧ-випромінювання дає змогу отримати високодисперсні частинки Fe_xO_y змінного складу, який можна контролювати як на стадії насичення клиноптилоліту розчинами сполук заліза, так і під час його НВЧ-оброблення. Рентгенофазовим та енергодисперсійними методами аналізів підтверджено отримання, зокрема, таких оксидів заліза, як FeO та Fe_2O_3 . Наявність магнітних властивостей частинок цеоліту з розмірами $0,1 \dots 0,15$ мкм зумовлене наявністю на їх поверхні магнітосприйнятливих оксидів заліза. Це, у подальшому дасть змогу використовувати їх у процесах очищення води у режимі перемішування з подальшим їх відділенням з водних середовищ седиментацією та електромагнітним методом.

Оксидам міді, як і мангану (MnO_2) та заліза, також притаманні каталітично-окисні властивості, які можна використати у процесах очищення води. Прекурсорами отримання оксидів міді слугують або розчини реагентів – солей міді, або стічні води гальванічних виробництв, що містять йони міді у значних концентраціях. Процес розкладу сполук міді відбувається складніше, ніж, наприклад, нітрату мангану. На цьому етапі досліджень встановлено, що після перетворення міді(II) хлориду, сорбованого клиноптилолітом, на гідроксид, для його конверсії до міді оксиду у НВЧ-полі необхідно використовувати вуглець як відновник у вигляді сажі. Тому альтернативним на тепер залишається термічний розклад.

Водночас, виконані попередні дослідження із застосування зразків модифікованих сорбентів підтверджують їх ефективність не тільки як власне сорбентів, але й як каталітично активних композицій. Тому подальші дослідження будуть проводитись в окреслених вище напрямках.

ЗНАЧЕННЯ ЗНЕЗАРАЖЕННЯ ВОДИ ДЛЯ ПИТНИХ ПОТРЕБ

студентка Карлова Г.

Науковий керівник: к.т.н., Твердохліб М. М.

Національний технічний університет України

"Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського", Україна, м. Київ,

e-mail: madamtverdohleb@gmail.com

anutkakarlova373@gmail.com

В останнє десятиліття забруднення води стало глобальною проблемою, попит на чисту та безпечну для здоров'я воду зріс у декілька разів. Враховуючи зменшення кількості джерел придатних для водопостачання та погіршення якості води, можна з упевненістю сказати, що ця проблема погіршуватиметься з кожним роком.

До основних забруднювачів природних вод, що є небезпечними для здоров'я людини, можна віднести – хімічні сполуки, такі як нітрати, фториди, важкі метали, речовини органічного походження, та біологічні такі як, бактерії, віруси, гриби. Окрім хімічних токсикантів, біологічне забруднення питної води хвороботворними мікроорганізмами має більш небезпечний вплив на здоров'я населення. Навіть у вже очищеній воді можуть бути присутні небезпечні патогени, потрапляючи туди внаслідок повторного забруднення при

транспортуванні трубопроводами. Спалахи інфекційних захворювань, спричинені патогенними бактеріями, вірусами та паразитами часто пов'язані з вживанням неякісної питної води, особливо це притаманно країнам з низьким рівнем розвитку [1].

Всесвітня організація охорони здоров'я (ВООЗ) надає рекомендації щодо якості питної води для розроблення національних правил і стандартів для забезпеченням громадського здоров'я [2]. Доступ до безпечної питної води є важливим питанням здоров'я населення на національному, регіональному та місцевому рівнях.

На законодавчому рівні в Україні закріплені санітарні норми (ДСанПіН 2.2.4-171-10 «Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною») відповідно до яких, питна вода призначена для споживання людиною, повинна відповідати таким гігієнічним вимогам: бути безпечною в епідемічному та радіаційному відношенні, мати сприятливі органолептичні властивості та нешкідливий хімічний склад [3].

У системі заходів забезпечення належної якості питної води важливе місце займає її знезараження, що передбачає знищення або видалення мікроорганізмів, зокрема збудників інфекційних захворювань.

Переважаючим і широко застосовуваним засобом дезінфекції все ще залишається хлор, який переважно використовується у формі гіпохлориту натрію або діоксиду хлору, хоча дезінфекція води озоном також часто присутня на станціях водоочищення. Окрім хімічних методів знезараження води використовується УФ-випромінювання.

Озон має високу окислювальну здатність та ряд переваг в механізмах дії на клітини мікроорганізмів. Він характеризується вищою ефективністю дезінфекції, ніж дезінфекція хлором. Проте встановлено та досліджено утворення органічних (наприклад, альдегідів, карбонових кислот і кетонів) і неорганічних (наприклад, броматів) побічних продуктів дезінфекції, які можуть викликати рак [4]. Крім того, при озонуванні питної води відсутній ефект післядії, залишкова концентрація озону розпадається менше, чим через 1 годину. Тому, зазвичай озонування води поєднують з іншим методом знезараження.

Хоча хлорування води забезпечує тривалий ефект післядії та має широкий спектр дії на мікроорганізми, а також простоту та економічні переваги застосування, цей метод також має і ряд недоліків. В присутності природних органічних речовин у випадку використання хлору у воді утворюються побічні продукти дезінфекції, які мають канцерогенні, мутагенні й тератогенні властивості [5]. Тому останнім часом на станціях підготовки води використовують гіпохлорит натрію та діоксин хлору, основними побічними продуктами яких є утворення хлориту (ClO^{2-}) і хлорату (ClO^{3-}). Вважається, що розкладання залишкового діоксиду хлору та інших кінцевих продуктів реакції відбувається швидше, ніж у випадку хлору, і тому ці сполуки не становлять небезпеки для водного середовища.

Альтернативою використання хлору є застосування суміші оксидантів (HClO , OCl^- , Cl_2), що одержують методом електролізу розчину кухонної солі [6]. Основними їх перевагами є набагато менша кількість утворення або відсутність токсичних і канцерогенних побічних продуктів. Електрохімічна дезінфекція в технологіях очищення води передбачається після етапів коагуляції/флокуляції, седиментації та фільтрації, де це необхідно, аналогічно традиційним процесам хімічної дезінфекції.

Ще одним альтернативним реагентом для дезінфекції води може бути перманганат натрію (NaMnO_4), який володіє такою ж природою дії, як і перманганат калію, але не є прекурсором. Згідно досліджень [7], використання перманганату натрію забезпечує ефективне вирішення таких проблем, як окислення та видалення з води неорганічних речовин (заліза та марганцю), окислення природних органічних речовин, зниження інтенсивності присмаків та запахів води, покращення кольоровості води.

Ультрафіолетове випромінювання (УФ) включає електромагнітне випромінювання між рентгенівськими променями та видимим світлом у діапазоні λ від 100 до 400 нм. Бактерицидна дія УФ-променів знаходиться в діапазоні 220-320 нм. Випромінювання проникає через клітинну стінку мікроорганізмів і поглинається нуклеїновими кислотами, викликаючи пригнічення реплікації та загибель клітин [8]. При обробці води УФ-випромінюванням не утворюються шкідливі речовини, проте воно і не має ефекту післядії. Дезінфекція води УФ-випромінюванням є найбільш прийнятною для приватного чи локального водопостачання.

Постійна жорсткість вимог до якості питної води на тлі інтенсивного забруднення джерел питного водопостачання, приводить до пошуку альтернативних методів знезараження води, заснованих, приміром, на спільній дії двох і більш реагентів для попередження повторного забруднення води під час її транспортування.

Літературні джерела:

1. Treacy, J. Drinking water treatment and challenges in developing countries. The relevance of hygiene to health in developing countries. – 2019. – pp. 55-77.
2. World Health Organization (WHO). Guidelines for drinking-water quality: Fourth edition incorporating the first and second addenda. Geneva: World Health Organization, 2022., 585p.
3. Про затвердження Державних санітарних норм та правил "Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною" (ДСанПіН 2.2.4-171-10) : Наказ МОЗ України від 12.05.2010 р. № 400 : станом на 22 берез. 2022 р. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0452-10#Text> (дата звернення: 03.10.2023).
4. Pulicharla R. et al. Trends in ozonation disinfection by-products—occurrence, analysis and toxicity of carboxylic acids //Water. – 2020. – Т. 12. – №. 3. – С. 756.
5. Sorlini S. et al. How can drinking water treatments influence chlorine dioxide consumption and by-product formation in final disinfection? //Water Science and Technology: Water Supply. – 2016. – Т. 16. – №. 2. – С. 333-346.
6. Петрук В. Г., Стискал О. А. Аналіз сучасних безпечних альтернатив дезінфекції питної води //Екологічні науки: науково-практичний журнал/Головний редактор. – 2016. – С. 50
7. Bashynska I. Виробничі впровадження перманганату натрію (Carusol) для покращення якості питної води на очисних спорудах комунального підприємства «Житомирводоканал» //Traektoriâ Nauki= Path of Science. – 2020. – Т. 6. – №. 11. – С. 4001-4012.
8. Li X. et al. Evaluation survey of microbial disinfection methods in UV-LED water treatment systems //Science of the Total Environment. – 2019. – Т. 659. – С. 1415-1427.