

ЕКОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ ОЧИЩЕННЯ ВОДИ ДІОКСИДОМ ХЛОРУ

Запропоновано оптимальну технологію знезараження води діоксидом хлору, що підвищує санітарно-гігієнічний та технологічний рівень води.

Невідповідність дослідницьких проб нормативам за санітарно-хімічними та органолептичними показниками змушує акцентувати увагу на модернізації існуючих споруд очищення питної води із залученням ефективних сучасних технологій на основі проведення експертної оцінки наукового, технічного, технологічного та санітарно-гігієнічного рівнів розробок у галузі очищення питної води [1; 5].

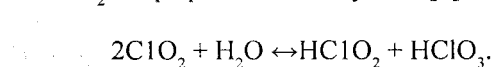
У країнах Західної Європи та США діоксид хлору відомий як широко розповсюджений засіб водопідготовки, знезараження води, обробки резервуарів, технологічного обладнання та ін [2].

Діоксид хлору (ClO_2) – жовтий або оранжево-жовтий газ з характерним запахом, який належить до реакційно здатних, нестійких і вибухонебезпечних речовин. Вибухає при нагріванні. Температура плавлення становить – 59 °С, температура кипіння – 11,0 °С. При розбавленні ClO_2 стає безпечним у використанні [4; 6].

Хлор як галоген утворює ряд сполук з киснем, які, як правило, нестійкі і шляхом безпосередньої взаємодії галогену з киснем не отримуються [3].

Діоксид хлору (оксид хлору (IV)) є полярною молекулою з трикутною структурою. У темряві ClO_2 стійкий, але на світлі поступово розкладається.

ClO_2 добре розчиняється у воді [3]:



Для отримання ClO_2 звичайно використовують реакцію [3]:



В обробці води діоксид хлору використовується для:

- дезінфекції води;
- видалення запахів, джерелом яких є розмноження анаеробних мікроорганізмів;
- оптимізації седиментації осадів та активізації процесів осадоутворення;
- окиснення забруднювачів (тетраетил-похідні, ціаніди, нітроти, сульфіді, ароматичні вуглеводні, феноли та ін.)

При дезінфекції води діоксид хлору має такі переваги порівняно з традиційним хлором:

- не утворює хлорамінів, бактерицидна активність яких в 80 разів менша, ніж у вільного хлору;
- не утворює стійких важкоокиснюваних галогенопохідних (тригалометанів, поліхлорованих біфенілів, діоксинів), які мають властивість накопичуватися в об'єктах навколишнього середовища і спричиняти необоротні наслідки для біоти екосистем;
- активний в широкому діапазоні рН;
- формує вимірювані остаточні концентрації, що контролюються в автоматичному режимі;
- не потребує дехлорування;
- покращує процеси коагуляції.

Згідно з даними Агентства охорони навколишнього середовища (США) для ефективного знищення загальних колі-форм у воді протягом 60 хв остаточні концентрації діоксиду хлору в 2–70 разів нижчі, ніж хлору (залежно від сту-

пеня бактеріального забруднення води). Подібні результати отримано в процесі лабораторного тестування порівняльної ефективності діоксиду хлору та хлору при обробці води в Ломбардії (Італія) [2].

Колективні дослідження з обробки діоксидом хлору води на станції очищення з продуктивністю 90 000 м³/добу, проведені лабораторією хімічного підприємства Каффаро та департаментом здоров'я та охорони навколишнього середовища університету Брешиа (Італія), показали, що при остаточній концентрації діоксиду хлору (ДХ) менше ніж 0,2 мг/дм³ досягається більш ніж 90-відсотковий бактерицидний ефект загальних колі-форм - 93,8 %, фекальних колі-форм - 95,2 %; фекального стрептококу - 91,2 %.

Лабораторні експерименти із впливу хлору та діоксиду хлору на утворення хлорпохідних при обробці води свідчать, що при інших однакових умовах при діоксидуванні не утворюються тригалометани, а рівні загальних галоген-похідних в 10-20 разів нижчі, ніж при хлоруванні.

Дослідження з обробки стічних вод, що являють потенційну небезпеку з санітарно-гігієнічної точки зору (інфекційний госпіталь у Мілані), проведені лабораторією хімічного підприємства Каффаро, показали високий бактерицидний та віруліцидний ефект діоксиду хлору в поєднанні з досить незначним формуванням галогенованих органічних побічних продуктів.

Віруліцидна активність оцінювалася за впливом діоксиду хлору дозами 5, 10, 15 мг/дм³ на поліовірус типу 1 при рівних експозиціях 30 хв. Високий відсоток інактивації вірусів констатовано при дозі діоксиду хлору 5 мг/дм³, а повне їх знищення спостерігалось при дозі діоксиду хлору 10 мг/дм³.

В експериментах зі знезараження доочищених стічних вод хлором, діоксидом хлору та озоном з використанням зараження поліовірусами показано вищу активність ДХ порівняно з хлором. Зокрема, якщо при хлоруванні повна інактивація вірусів спостерігалася в дозах 10 мг/дм³ за 60 хв, то при знезараженні діоксидом хлору такий самий ефект спостерігався з дози 5 мг/дм³ і часу контакту 2-30 хв, а залишкові кількості після 30-40 хв визначалися на рівні 0,8-6,3 мг/дм³.

Результати досліджень показують, що орієнтовані дози ДХ, необхідні для забезпечення нормативу скиду при обробці теоретично очищених стічних вод з показниками розчиненого органічного вуглецю та зважених речовин менше ніж 10 мг/л та часу контакту менше ніж 15 хв, становлять 1,5-2,0 мг/л.

На сьогодні в Україні та країнах СНД відсутній досвід застосування ДХ для обробки води. У цій ситуації точкою відліку можуть бути результати успішного залучення діоксидування

зворотної води ВАТ «Запорожжкокс», рівні бактеріального забруднення та санітарно-хімічні показники якої на певному ступені подібні до стічних вод. Слід зазначити, що вимоги до якості зворотної води за санітарно-гігієнічними показниками відповідають вимогам до стічної води перед скидом у водоймища.

Мета цього дослідження полягала в розробці оптимальної технології знезараження та окиснення діоксидом хлору води з мінімальними витратами вихідних реагентів із врахуванням технологічних особливостей підприємств.

Методи досліджень. Відповідно до мети проведено лабораторні дослідження в лабораторії гігієни навколишнього середовища (ЛГНС), ГП УНДІ МТ МЗУ (м. Одеса) та апробацію методу обробки ДХ зворотної води на підприємстві ВАТ «Запорожжкокс» (м. Запоріжжя).

Зворотну воду до та після обробки ДХ досліджували за органолептичними, санітарно-хімічними та санітарно-бактеріологічними показниками.

Для проведення досліджень у лабораторних умовах отримували 2-процентний розчин діоксиду хлору при взаємодії рівних об'ємів 7,5-процентного розчину хлориту натрію та 9-процентного розчину соляної кислоти.

Реактиви та лабораторне обладнання, які використовували при проведенні досліджень, відповідали вимогам конкретних методик. Норми похибок вимірювання показників не перевищували припустимих для методик, що використовувалися [7].

Результати досліджень. Обробка води ДХ в дозах 1-2 мг/дм³ практично не впливає на санітарно-бактеріологічні показники (через 1 год після введення ДХ), оскільки останній витрачається на окислення органічних речовин, при цьому зменшується значення ХПК, а значення потреби окислення (ПО) та БПК_з збільшуються, що свідчить про утворення легкоокиснюваних сполук. Повне знезараження води відносно санітарно-показникових мікроорганізмів відбувається при обробці води ДХ у концентраціях, що перевищують 5 мг/дм³.

Проведені дослідження показали, що оптимальною є така схема двостадійного знезараження води ДХ: обробка води концентрацією 2 мг/дм³ в потоці, відстоювання протягом 8-10 год, що дає змогу цілком використати окислювальну здатність ДХ та хлоритів (за цей час знижуються показники мутності, колірності, ХПК, БПК, ПО, концентрації нітритів, покращуються санітарно-мікробіологічні показники), та повторне знезараження концентрацією 2 мг/дм³ у потоці перед використанням води. Порівняно з концентрацією 8 мг/дм³ (через 1 годину після введення ДХ), яка рівнозначу-

ща за своєю знезаражувальною дією у воді обробці відповідно до запропонованої схеми, останній метод відзначається значно нижчими остаточними концентраціями ДХ та хлоритів, меншими значеннями колірності та зважених речовин [1].

Екологічна та епідемічна адекватність способу знезараження діоксидом хлору води пояснюється не лише його ефективністю, а й нестійкістю його похідних, оскільки хлорити, що утворюються у водному середовищі, відновлюються до хлоридів.

Висновки

1. Розглянуто залежність заміни вільного хлору діоксидом хлору для знезараження води, об-

робки резервуарів та технологічного обладнання.

2. Доведено, що за інших однакових умов при діоксидуванні не утворюється тригалогенметан, а рівні загальних галогенопохідних у 10-20 разів нижчі, ніж при хлоруванні.
3. Показано високий бактерицидний та віруліцидний ефект діоксиду хлору в поєднанні з досить незначним формуванням галогенованих органічних побічних продуктів.
4. Автори статті пропонують використання зазначеного способу знезараження діоксидом хлору побутових стічних вод для невеликих населених пунктів, локальних об'єктів, у тому числі об'єктів транспорту, а також стічних вод, що являють собою епідеміологічну небезпеку (наприклад, інфекційні лікарні).

1. Вода питьевая. Методы анализа: Государственные стандарты СССР. Изд. официальное. - М., 1974. - 194 с.
2. Петренко Н. Ф., Мокиенко А. В. К обоснованию применения диоксида хлора для обеззараживания бытовых сточных вод // Довкілля та здоров'я. - 2004. - № 1. - С. 14-17.
3. Сидоров Е. П. Пособие для поступающих в вузы: Справочник по химии. - М: ГМП «Экомед-91», 1992. - 144 с.
4. Оганесян Э. Т. Неорганическая химия: Учебник для ву-

зов по специальности «Фармация». - М.: Высшая школа, 1984. - 384 с.

5. Національний план дій з гігієни довкілля на 2004-2005 рр., схвалений Постановою Кабінету Міністрів України № 1556 від 13.10.2000 р.
6. Chlorine dioxide / Monograph. - Industrie Chimiche Cafiara, 1997.
7. ГОСТ 27384-87. Вода. Нормы погрешности измерений показателей состава и свойств. Вед. 01.01.1988. - М., Госстандарт, 1987.

G. Solovyova, I. Malychenko

ECOLOGICAL ASPECTS OF WATER PURIFICATION BY MEANS OF CHLORINE DIOXIDE

Optimal technique of water disinfection by means of chlorine dioxide is offered. This increases the sanitar-hygienic and technological level of water purifying.