

ХІМІЧНІ НАУКИ

УДК 543.38

ADVANCED OXIDATION PROCESSES ДЛЯ ОЧИЩЕННЯ СТІЧНИХ ВОД ФАРМАЦЕВТИЧНИХ ПІДПРИЄМСТВ ВІД АНТИБІОТИКІВ

Кривець Г.В., Хондока Т.А.

Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського

Досліджено технологію очищення стічних вод після фармацевтичних виробництв від токсичних речовин, яка включає в себе розширені окисні методи AOPs (Advanced Oxidation Processes). AOPs можуть бути використані для очищення таких вод на промисловому рівні, лікарнях та очисних спорудах, які перетворюють токсичні органічні сполуки (ліки, пестициди, ендокринні розлади тощо) у біологічно розщеплювані речовини. Дані окиснювальні процеси застосовуються або в якості доочистки після біологічної (вторинної) обробки стічних вод, або як стадія попередньої обробки.

Ключові слова: очищення, стічні води, озон, ультрафіолетове випромінювання, окиснення, тетрацикліни.

Постановка проблеми. На сьогоднішній день фармацевтична галузь виступає як один із важливих секторів світової економіки. В усьому світі збільшується кількість лікарських засобів та продуктів їх метаболізму, які забруднюють водні ресурси планети.

Стічні води житлових районів та води медичних закладів і фармацевтичних підприємств, що скидаються у муніципальні стоки, потрапляють на очисні споруди, де проходять біологічну очистку. Але навіть після неї очищені для скиду у природні водойми води містять фармацевтичні препарати або їх похідні. Це пояснюється тим, що більшість конструкцій станцій біологічної очистки не призначено для видалення із стічних вод мікрозабруднювачів.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. В Україні серед дослідників технологічних процесів очищення стічних вод забруднених фармацевтичними препаратами можна виділити роботи Самойленко Н., Єрмакович І., Койнова І., Ковпак Д., Чайка О. та інші.

Постановка задачі. Технологічні процеси в нашій країні, які традиційно використовуються для очищення виробничих стічних вод, не задовольняють вимогам охорони навколишнього середовища та не призводять до повного знешкодження токсичних інгредієнтів, що містяться в стічних водах. За допомогою комплексу розширених окиснювальних процесів (AOPs) очищення таких стічних вод можна здійснювати на промисловому рівні, лікарнях та очисних спорудах за рахунок біологічного розщеплення токсичних органічних речовин.

Виділення не вирішених раніше частин загальної проблеми. Послідовним застосуванням різних комбінацій AOPs можна очищати стоки, що містять суміш органічних компонентів. Цей підхід корисний, коли сполуки в суміші являють різні рівні реактивності по відношенню до різних AOPs.

Мета статті. Метою даної статті є розгляд технології видалення зі стічних вод після фармацевтичних виробництв токсичних речовин, яка включає в себе дослідження AOPs (Advanced Oxidation Processes), впливу різних параметрів на процес, обґрунтування і виявлення закономірностей процесу окиснення.

Виклад основного матеріалу. Фармацевтичні стічні води дуже складні за своїм змістом. Визначити, які речовини і в якій кількості присутні в них, неможливо. Стоки виробництва медичних препаратів представляють собою складні колоїдні системи, які містять високі концентрації органічних забруднень, стабілізованих поверхнево-активними речовинами (ПАР), як природнього (білки, жирні кислоти), так і синтетичного походження [1].

Розширені окисні процеси (AOPs) представляють собою комплекс окиснювальних водних процесів, які можуть бути використані для очищення токсичних стоків на промисловому рівні, лікарнях та очисних спорудах. AOPs успішно перетворюють токсичні органічні сполуки (наприклад, ліки, пестициди, ендокринні розлади тощо) у біологічно розщеплювані речовини. AOPs взагалі дешево встановлюються, але пов'язані з високими експлуатаційними витратами завдяки введенню необхідних хімікатів та енергії. Для обмеження витрат AOPs часто використовують як попереднє очищення в поєднанні з біологічним очищенням. Поєднання декількох AOPs є ефективним способом збільшення видалення забруднювачів та зменшення витрат.

Advanced oxidation process є окиснювальними методами, що засновані на генерації проміжних радикалів (гідроксильних радикалів (ОН)), які мають більшу реакційну здатність і меншу селективність, ніж інші окиснювачі (наприклад, хлор, озон). Ці радикали виробляються від окиснювачів, таких як озон (O_3) або пероксиду водню (H_2O_2), часто в поєднанні з металевими або напівпровідниковими каталізаторами/або UV-випромінюванням. У цих процесах, очікується, що органічні сполуки окиснюються до менш токсичних видів, які здатні до біодеградації або мінералізуються до CO_2 і H_2O . Приклади AOPs процесів включають озонування, реактив Фентону, напівпровідниковий фотокаталіз і електрохімічні процеси [2].

AOPs можуть бути встановлені на різних етапах очистки стічної (а також питної) води в залежності від складу та бажаної якості [3]. AOPs може бути встановлений або в якості до-

очистки після біологічної (вторинної) обробки стічних вод, або як попередньої обробки стадії для того, щоб підвищити здатність до біологічного розкладання органічних забруднювачів.

Для очищення за допомогою технології AOPs підходять різні види води:

- промислові стічні води, що містять токсичні компоненти можна очищати за допомогою сонячного, UV випромінювання, реактиву Фентона;
- поверхневі або ґрунтові води можуть бути очищені за допомогою поліпшеної дезінфекції води з додаванням H_2O_2 ;
- бактерії в питній воді або мікро-забруднювачів у стічних системах може знизитися за допомогою озонування.

Переваги даного процесу:

- Знищує токсичні органічні сполуки без переносу забруднень в іншій фазі;
- Дуже ефективно для очищення майже всіх органічних забруднювачів і видалення деяких токсичних металів;
- Використовується для знезараження води;
- Невисока вартість;
- Адаптація до малих масштабів.

Недоліки даного процесу:

- Відносно високі експлуатаційні витрати через вартість деяких хімічних речовин та/або подачі енергії;
- Формування проміжних потенційно токсичних продуктів окислення;
- Необхідність людей певної кваліфікації для обслуговування.

Методи експерименту. У якості досліджуваного зразка було підготовлено модельну воду, що містила різні концентрації тетрацикліну (Т-м) ($0,075$ г/дм³, $0,225$ г/дм³, $0,375$ г/дм³), рН імітату варіювався в широких інтервалах.

Обрані концентрації тетрацикліну знаходяться в інтервалі 75 – 375 мг/дм³ оскільки в реальних стічних водах концентрація речовини коливається від 75 до 1500 мг/дм³. Моделювання стічних

вод проводили за допомогою розчинення пігулок тетрацикліну (вміст речовини у 1 пігулці 150 мг) у дистильованій воді.

Також була використана циклічна система, яка складалася із трьох основних елементів: тара, наповнена дистильованою водою з розчиненим в ній досліджуванним забруднювачем та додаванням речовини окисника; електронасос, який сприяв постійному круговому руху рідини через всю систему; ультрафіолетова лампа жорсткого випромінювання, котра слугувала центром ініціації в системі.

Визначення ступеня деструкції поллютанту проводили на спектрофотометрі UV-5800PC. Знято спектри проб води, які відібрані кожні 10 хв протягом всього процесу очистки в діапазоні довжин хвиль 190 – 900 нм, з використанням кварцових кювет. Результат деструкції розчину тетрацикліну з концентрацією 75 мг/дм³ наведено на рисунку 1.

Висновки і пропозиції. Дослідження видалення тетрацикліну з води показало, що найкраще очищення проходить при використанні системи UV/O₃ та збільшеній концентрації озону, було досягнуто збільшення ефективності процесу до 100% .

При концентрації тетрацикліну 75 мг/дм³ ступінь видалення склав 96% , 375 мг/дм³ – 3 – 30% . Таке зниження ступеня очищення пояснюється недостатньою кількістю окисного агента в системі. Також встановлено, що зміна рН середовища практично не впливає на процес руйнування тетрацикліну, але при підтриманні лужного середовища процес перебігає повільніше, але досягається більша ступінь видалення.

Провівши ряд дослідів по видаленню антибіотиків з водних розчинів, було встановлено, що раціональними умовами для проведення процесу деструкції є рН 8 – 10 та різна (в залежності від сполуки) кількість озону.

Отже, встановлено, що кращим рішенням для обробки стічних вод, що містять антибіотики, є використання розширених окисних процесів (AOPs) на основі різноманітних комбінацій окисників.

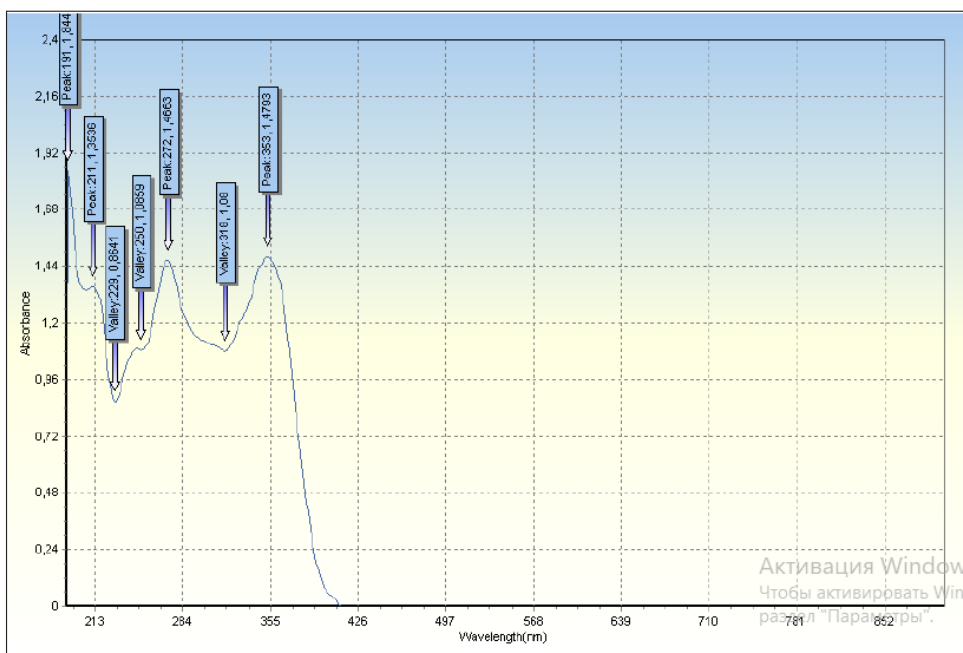


Рис. 1. Спектр поглинання водного розчину тетрацикліну (75 мг/дм³)

Джерело: розроблено автором

Список літератури:

1. Homem V. Degradation and removal methods of antibiotics from aqueous matrices / Vera Homem, Lúcia Santos // Science of the Total Environment. – 2011. – Vol. 92(10). – 2304–2347 p.
2. Ikehata K. Degradation of aqueous pharmaceuticals by ozonation and advanced oxidation processes: a review / K. Ikehata, N.J. Naghashkar, M.G. El-Din // Ozone Sci. Eng. – 2006. – Vol. 28. – 353–414 p.
3. Adams C. Removal of antibiotics from surface and distilled water in conventional water treatment processes / C. Adams, M. Asce, Y. Wang, K. Loftin, M. Meyer // J. Environ. Eng. – 2002. – Vol. 128. – 253–260 p.

Кривець Г.В., Хондока Т.А.

Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сикорського

ADVANCED OXIDATION PROCESSES ДЛЯ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД ФАРМАЦЕВТИЧЕСКИХ ПРЕДПРИЯТИЙ ОТ АНТИБИОТИКОВ

Аннотация

Исследовано технологию очистки сточных вод после фармацевтических производств от токсичных веществ, которая включает в себя расширенные окислительные методы AOPs (Advanced Oxidation Processes). AOPs могут быть использованы для очистки таких вод на промышленном уровне, больницах и очистных сооружениях, которые превращают токсичные органические соединения (лекарства, пестициды, эндокринные расстройства и т.д.) в биологически расщепляющиеся вещества. Данные окислительные процессы применяются или в качестве доочистки после биологической (вторичной) обработки сточных вод, или как стадия предварительной обработки.

Ключевые слова: очистка, сточные воды, озон, ультрафиолетовое излучение, окисление, тетрациклин.

Krymets G.V., Khondoka T.A.

Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute

ADVANCED OXIDATION PROCESSES FOR WASTEWATER TREATMENT OF PHARMACEUTICAL COMPANIES OF ANTIBIOTICS

Summary

Studied the technology wastewater after pharmaceutical production of toxic substances, which includes enhanced oxidative methods AOPs (Advanced Oxidation Processes). AOPs can be used to purify such water at the industrial level, hospitals and treatment plants that convert toxic organic compounds (drugs, pesticides, endocrine disorders, etc.) into biodegradable substances. These oxidation processes are used either as post-treatment after biological (secondary) wastewater treatment, or as a pretreatment stage.

Keywords: treatment, wastewater, ozone, UV radiation, oxidation, tetracycline.