

ФОТОХІМІЧНИЙ МЕТОД ОЧИЩЕННЯ СТИЧНИХ ВОД ВІД ТОКСИЧНИХ РЕЧОВИН

Науково-практичний журнал «Водопостачання, водовідведення» №3, 2016, С. 61- 64

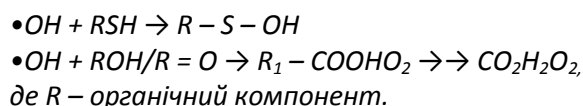
С.М. Шаляпін, Ю.І. Штонда – ТОВ «ХАРКІВСЬКА ІНЖЕНЕРНА КОМПАНІЯ»

Однією з найбільш актуальних задач, пов'язаних з охороною навколишнього середовища є проблема знешкодження токсичних стоків, які утворюються у процесі життєдіяльності людини. До яких насамперед відносяться стічні води сміттєзвалищ, полігонів побутових та промислових відходів, стоки підприємств хімічної та фармацевтичної промисловості та інші. Як правило, такі стоки вміщують велику кількість токсичних речовин, отрутохімікатів, пестицидів, фенолів та ін., які не тільки забруднюють навколишнє середовище, а і шкідливо впливають на здоров'я людини. Також велику загрозу для здоров'я людини несуть техногенні аварії, що супроводжуються залповим забрудненням джерел питної води високотоксичними сполуками (наприклад проблема, яка пов'язана з забрудненням води у містах Калуш, Болеславчик та ін.). Також не слід звертати уваги і на можливість терористичних дій, які можуть привести до отруєння джерел питної води токсичними речовинами, або ж патогенними мікроорганізмами.

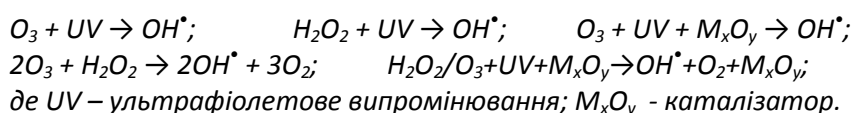
Тому на сьогоднішній день одною з головних задач, яка стоїть перед розробниками сучасних технологій очищення води, є задача, розробки ефективних та недорогих методів знешкодження токсичних стічних вод. Одним з таких методів є знешкодження токсичних речовин, що знаходяться у стічних водах, за допомогою технології активного окиснювання - ADVANCED OXIDATION PROCESSES (AOP). В основі цього методу знаходиться принцип поєднання хімічних і фізичних методів окисного процесу, що значно підвищують ефективність знешкодження розчинених у стічних водах токсичних речовин, та забезпечують високу ефективність знешкодження стоків. До однієї з основних переваг методу активного окислення (AOP) відноситься можливість повного або часткового руйнування рідких токсичних відходів при температурі навколишнього середовища шляхом їх перетворення в різні нешкідливі проміжні або кінцеві продукти, такі як: карбонові кислоти, двоокис вуглецю, кисень, вода та інші.

Накопичений в різних країнах досвід з дослідження процесів очищення води від складних органічних забруднень показує, що до найбільш перспективних методів їх очищення від токсичних речовин відноситься хімічна деструкція, яка базується на використанні в якості окиснювача озону, а в якості своєрідного каталізатора УФ – опромінювання. Застосування УФ - опромінювання спільно з озонуванням дозволяє не тільки суттєво знизити необхідну для розкладання органічних речовин кількість озону, але і істотно підвищити глибину їх розкладання.

Метою проведених досліджень була розробка ефективного методу окисної деструкції високотоксичних з'єднань і дезінфекції води, який засновано на застосуванні сумісного впливу озону та інтенсивного ультрафіолетового опромінювання:



Суть проведених досліджень зводилася до вивчення процесу фотохімічного окислення органічних вуглеводнів, з яких складаються токсичні речовини, озоном O_3 та гідроксильними іонами O^- , OH^- , що утворюються в результаті опромінення штучно приготовленого розчину, який вміщав токсичні відходи, потужним ультрафіолетовим випромінюванням. Основними окиснювачами у проведених дослідженнях виступали гідроксильні радикали і озон, які ефективно реагують з органічними сполуками при дуже високих швидкостях реакцій окислення (понад $10^9 \text{ м}^{-1} \cdot \text{с}^{-1}$):



Стічні води, які містять токсичні компоненти (пестициди), за допомогою насосів подавалися у фільтрувальну установку, де відбувалося видалення з них нерозчинених речовин. Далі стічні води надходили до контактної колони, де відбувалося їх змішування з окиснювачем - озоном. В результаті протікання окислювальних реакцій відбувалося первинне руйнування молекулярних ланцюгів органічних вуглеводнів, що значно полегшувало процес їх подальшого руйнування у блоці фотохімічного окислення. Після контактної колони стічні води надходили до фотохімічного реактора, де піддавалися опроміненню потужним ультрафіолетовим випромінюванням. Ефективність фотохімічних реакцій істотно зростала при введенні в зону реакції спеціальних каталізаторів (заліза та двоокису титану) і озону. Після фотохімічного реактора стічні води поступали до відстійника, де проходило видалення з води нерозчинених продуктів. В результаті такої обробки відбувалося майже повне знешкодження та знезараження стічних вод з одночасним отриманням продуктів наступних класів безпеки: тверда фаза - 3 - 4 клас небезпеки; рідинна фаза – нетоксична технічна вода.

Апробація цього методу знешкодження токсичних вод проводилася на експериментальній установці. В якості модельного розчину використовувалася водопровідна вода, до якої були додані забруднювачі та отрутохімікати (карбофос, ампіцилін, прометрин та рагор). Початкова концентрація токсичних речовин у воді складала 20 - 45 мг/дм³. Також проводилося порівняння ефективності вибраного методу знешкодження токсичних стоків з методами їх окремого озонування та УФ опромінювання.

Дослідна установка (рис. 1) складалася з контактної колони, до якої приєднаний УФ реактор, циркуляційного насосу та генератора озону. Потужність УФ реактора становила 60 Вт. Продуктивність генератору озону складала 4 гО₃/годину. Концентрація озону вимірювалася за допомогою газоаналізатора ОЗОН. Для вимірювання дози УФ опромінення використовувався УФ дозиметр ДАУ-21. Час обробки модельного розчину становив 30 хвилин. Кількість токсичної рідини у системі складала 50 дм³.



Рис. 1. Дослідна установка для вивчення детоксикації стічних вод

Результати проведених експериментів відображені у таблицях 1 - 3.

Таблиця 1. Обробка стічних вод за допомогою тільки УФ опромінювання

№	Параметр	Забруднююча токсична речовина			
		Карбофос	Ампіцилін	Прометрин	Рагор
1	Початкова концентрація, мг/дм ³	31,5	20,7	45,2	40,3
2	Кінцева концентрація, мг/дм ³	15,1	9,7	22,9	18,5
3	Концентрація озону, мгО ₃ /дм ³	-	-	-	-
4	Доза УФ опромінення, Дж/см ²	1,5	1,5	1,5	1,5
5	Температура рідини, °С	18	18	20	19
6	Ступінь очищення, %	52,1	53,2	49,4	54,0

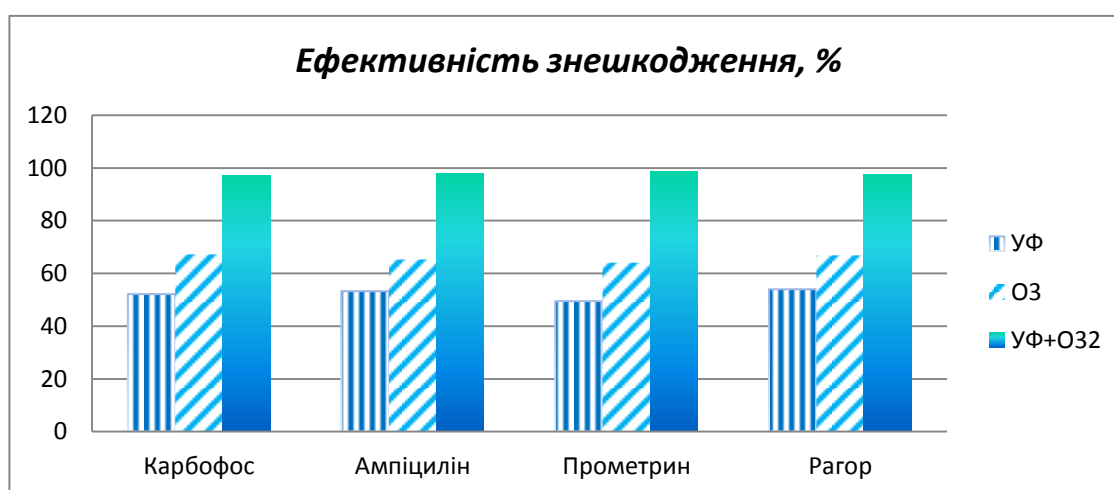
Таблиця 2. Обробка стічних вод за допомогою озону

№	Параметр	Забруднююча токсична речовина			
		Карбофос	Ампіцилін	Прометрин	Рагор
1	Початкова концентрація, мг/дм ³	32	21,0	44,5	39,2
2	Кінцева концентрація, мг/дм ³	10,5	7,3	16,0	13,0
3	Концентрація озону, мгО ₃ /дм ³	4,0	4,0	4,1	4,0
4	Доза УФ опромінення, Дж/см ²	-	-	-	-
5	Температура рідини, °С	20	21	20	20
6	Ступінь очищення, %	67,2	65,2	64,0	66,8

Таблиця 3. Обробка стічних вод при комплексній дії УФ опромінювання та озону

№	Параметр	Забруднююча токсична речовина			
		Карбофос	Ампіцилін	Прометрин	Рагор
1	Початкова концентрація, мг/дм ³	30,8	20,9	45,4	40,2
2	Кінцева концентрація, мг/дм ³	0,86	0,42	0,68	1,0
3	Концентрація озону, мгО ₃ /дм ³	4,0	3,9	4,1	4,0
4	Доза УФ опромінення, Дж/см ²	1,5	1,5	1,5	1,5
5	Температура рідини, °С	18	18	20	19
6	Ступінь очищення, %	97,2	97,8	98,5	97,5

Концентрація інших забруднюючих речовин не вимірювалася.



Як видно з отриманих результатів окремо УФ опромінювання та озонування забезпечують знешкодження токсичних речовин відповідно у 49,4 – 54,0% та 64,0 – 67,2%, що не забезпечує достатньої ефективності. Однак при сумісному застосуванні УФ опромінення та озонування ефективність знешкодження токсичних речовин різко збільшується і перевищує 97%.

Проведені дослідження показали, що спільне використання ультрафіолетового опромінювання разом з озонуванням забезпечує зниження рівня забруднення стічних вод токсичними речовинами з ефективністю більше 97%. Це дозволяє розглядати цей метод у якості ефективного засобу очищення стічних вод від токсичних органічних речовин. Невеликі витрати електроенергії (0,25 – 0,35) кВт·годин/м³, простота та компактність обладнання дозволяють розглядати метод активного окиснювання як такий, що придатний для вирішення проблеми детоксикації та знезараження токсичних стоків.

Метод активного окиснювання можна рекомендувати для знешкодження токсичних стоків звалищ побутових та промислових відходів, стічних вод хімічних та фармацевтичних підприємств, утилізації застарілих пестицидів та мінеральних добрив, що прийшли в непридатність, для

знешкодження непридатних лікарських препаратів, тощо. А також для вирішення глобальних проблем охорони навколишнього середовища та ліквідації антропогенних технологічних факторів.

Для забезпечення можливості широкого впровадження методу активного окиснювання для знешкодження рідких токсичних відходів інженерами ТОВ «ХАРКІВСЬКА ІНЖЕНЕРНА КОМПАНІЯ» на базі отриманого патенту України № 32038 від 28.04.2008 року розробляються варіанти мобільних установок, які можна використовувати для оперативного знешкодження як токсичних стічних вод, так і рідких токсичних речовин.

Більш детально з розробками ТОВ «ХАРКІВСЬКА ІНЖЕНЕРНА КОМПАНІЯ» у галузі очищення та УФ знезараження питної води та стоків можна ознайомитися на сайті компанії: <http://ukrengineer.com>.

Література:

1. Тарасов В.В., Баранкова Г.С. Фотохимическое окисление органических веществ в водных растворах. - Физическая химия растворов, МИФИ – 2004, С. 173 – 174.
2. Олійник І.С., Шаляпін С.М. Патент на корисну модель № 32038. Система для знешкодження токсичних речовин.
3. Архипов В.П.; Камруков А.С.; Овчинников П.А.; Теленков И.И.; Шашковский С.Г.; Ялович М.С. Патент РФ RU2031851. Способ очистки сточных вод от органических веществ.
4. Нечаев И.А.; Верещагина Л.М.; Байкова С.А.; Логунова А.Ю. Патент РФ 2246450. Способ очистки сточных вод от трудноокисляемых органических соединений.