

СПОСІБ ТОНКОГО ДООЧИЩЕННЯ СТІЧНИХ ВОД ВІД АНТИБІОТИКІВ
У ГЕТЕРОГЕННІЙ СИСТЕМІ ФЕНТОНА

*Хованець Г. І.*¹, Макідо О. Ю.¹, Курилець О. Г.², *Казаріна О. В.*²

¹Відділення ФХГК ІнФОВ ім. Л.М. Литвиненка НАН України, Львів, Україна

²Національний університет «Львівська політехніка», Львів, Україна

khovanets_galina@ukr.net

Антибіотики є одними з найефективніших лікарських засобів для лікування і профілактики бактеріальних захворювань в організмі, проте, вони також можуть завдавати шкоду навколишньому середовищу. Найбільша кількість стічних вод з вмістом антибіотиків викидається в результаті використання антибіотиків у медичних установах, ветеринарії, а також через викиди з фармацевтичних підприємств та побутових джерел. Відходи, що містять антибіотики, потрапляють до водних джерел і створюють шкідливий вплив на водні екосистеми та здоров'я людей. Антибіотики можуть стати причиною розвитку бактерій, які стійкі до антибіотиків, а також можуть мати токсичний вплив на людський організм. Тому очищення стічних вод від вмісту у них антибіотиків є досить вагомою проблемою не тільки в Україні, а й у світі.

Для вирішення цієї проблеми було розроблено метод тонкого доочищення стічних вод від антибіотиків за допомогою гетерогенної системи Фентона на основі синтезованого нами багаточарового наноструктурованого магніточутливого каталізатора $\text{SiO}_2/\text{CoFe}_2\text{O}_4/\text{SiO}_2/\text{CuO}$, в якій в якості окисника замість пероксиду водню використовується кисень повітря та проведена його апробація з метою повернення очищеної води на виробництво для технічних або інших цілей. Дослідження проводили на водних модельних розчинах антибіотиків Аугментину та Ампіциліну з різними концентраціями органічних сполук в апараті барботажного типу, через який із заданою продуктивністю пропускали повітря з метою подачі кисню в реакційне середовище та ефективного перемішування реакційної гетерогенної суміші. Процес повноти окиснення органічних сполук аналізували за величиною хімічного споживання кисню (ХСК).

Як показали одержані результати, при використанні системи Фентона на основі гетерогенного каталізатора $\text{SiO}_2/\text{CoFe}_2\text{O}_4/\text{SiO}_2/\text{CuO}$ та кисню повітря як окиснювача, ступінь деструкції органічних сполук може досягати 50–55 % за 60 хвилин процесу, що свідчить про ефективність даної системи для очищення стічних вод від забруднення антибіотиками. Характер кінетичних кривих окиснення органічних сполук у системі Фентона залежить від концентрації забруднювача (антибіотика) та співвідношення каталізатора та активної речовини. За високих концентрацій антибіотиків кінетичні криві мають практично лінійну залежність, в той же час як зменшення їх концентрації приводить до появи екстремуму на початковому етапі (до 10 хв.). Збільшення значення ХСК, ймовірно, пов'язано з процесами, які відбуваються на каталізаторі за участі кисню. Визначено, що каталізатор під дією кисню повітря починає продукувати активні частинки радикального типу, які при взаємодії з водою приводять до утворення сполук пероксидного типу і за малих концентрацій антибіотика саме вони відповідають за значення ХСК розчину на початковому етапі процесу окиснення. При цьому активація каталізатора залежить від швидкості подачі повітря, тобто від кількості кисню у реакційному середовищі. Також визначено, що збільшення співвідношення $m_{\text{кат}} : m_{\text{антиб}}$ в 2 рази приводить до зростання ступеня окиснення антибіотика на ~40 %. Таким чином, підбором оптимальних умов можна досягнути максимальної деструкції антибіотика.

Для визначення ступеня деградації каталізатора проведено дослідження складу каталізатора та його структури до та після 16 циклів роботи. Визначено, що за умов експлуатації $\text{pH} = 5.7\text{--}6.8$, промивання та висушування при 100°C після кожного циклу роботи, ефективність каталізатора повністю збережена.