

О.А. ЛИТВИНЕНКО, кандидат технічних наук
О.І. НЕКОЗ, Ю.Г. СУХЕНКО, доктори технічних наук
 Національний університет харчових технологій

ЗНЕШКОДЖЕННЯ ХІМІЧНИХ ЗАБРУДНИКІВ ВОДИ У ГІДРОДИНАМІЧНИХ КАВІТАЦІЙНИХ АПАРАТАХ

Наведено результати досліджень використання гідродинамічної кавітації для інтенсифікації знешкодження хімічних забрудників стічної води.

Представлены результаты использования гидродинамической кавитации для интенсификации нейтрализации химических загрязнителей воды.

Технологія реагентного очищення природних і стічних вод передбачає введення у воду хімічних сполук, що ініціюють окисно-відновні реакції. Внаслідок цього токсичні речовини руйнуються і перетворюються в нешкідливі хімічні сполуки, випадають в осад і вилучаються в процесі подальшого відстоювання та фільтрування.

У промисловості застосовують переважно газоподібні (хлор, діоксид хлору, озон, кисень), рідкі (пероксид гідрогену) і тверді (вапно, перманганат калію, діоксид мангану тощо) реагенти.

Важливим у технологіях водоочищення є процес змішування реагентів з водою, який забезпечує взаємодію їх з максимальною кількістю забрудників за мінімальний час. Інтенсифікувати цей процес можна дією фізико-хімічних ефектів, що супроводжують гідродинамічну кавітацію. Вона виникає за певних умов течії середовища, які створюються в гідродинамічних кавітаційних апаратах (ГКА). Особливістю їхньої конструкції є можливість підведення реагентів безпосередньо в зону виникнення кавітації, де умови перемішування і диспергування найефективніші.

Встановлено, що ударно-хвильова кавітаційна дія сприяє підвищенню якості очищеної води і скороченню тривалості технологічного процесу під час підведення в ГКА озону [1] та пероксиду гідрогену [1, 2].

Щоб визначити ефективність водоочищення за допомогою оксиду магнію та вапна, провели дослідження з використанням модельних розчинів і реальних стічних вод. Оброблення здійснювали в експериментальній установці у вигляді циркуляційного контура, що містить послідовно підключені насос, ГКА (в який підводили суспензію реагенту) і робочу місткість. Режими оброблення регулювали за допомогою арматури і контрольно-вимірювальної апаратури. Експерименти проводили при температурі $(20 \pm 1)^\circ\text{C}$, ступінь знешкодження забрудників визначали за зміною рН середовища та хроматографічно.

У модельне технологічне середовище з рН 2,5 і вмістом токсичного забрудника $100 \text{ мг } \text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3/\text{л}$, що містить Cr (III), через ГКА вводили суспензію технічного оксиду магнію MgO (90 %) різної концентрації. Тривалість оброблення в установці становила 16 с. Встановлено, що зі зміною питомої витрати реагента від 0,75 до 1,5 г/л рН середовища коливається від 5,9 до 9,2 і досягає нейтрального значення (рН 7,1) при питомій концентрації $1,25 \text{ г } \text{MgO}/\text{л}$.

За однакових умов інтенсифікували очищення води, обробляючи її в гідродинамічному апараті роторного типу (ГАРТ). Щоб досягти рН 7,5, середовище піддавали кавітаційній дії протягом 1200 с, а питома витрата окисника становила $1,5 \text{ г}/\text{л}$.

Оскільки ГКА мають більшу надійність і довговічність, забезпечують кращі технологічні та техніко-економічні показники [3], то використовувати їх у названих процесах доцільніше. З подібною метою реагентному очищенню піддавали стічну воду гальванічного виробництва з показником рН 8,5, забруднену іонами важких і кольорових металів. Реагент-окисник (вапняне молоко) вводили в технологічний потік через ГКА. Для порівняння воду з однаковим характером забруднень обробляли вапняним молоком у реакторі з механічним перемішуванням. Порівнювані результати експериментів наведено в таблиці. Як свідчать одержані результати, кращі показники знешкодження забрудників також забезпечуються за допомогою ГКА.

Вміст забрудників за різних способів очищення стічних вод

Речовина	Вміст в оброблюваній воді, мг/л	Спосіб оброблення	
		За допомогою ГКА	Механічне перемішування
Cr ⁶⁺	0,15	0	0,1
Fe ²⁺	2,4	0	0,5
Fe ³⁺	7,8	Сліди	0,6
Cu	1,4	0	0,8
Pb	0,5	0	0,01
Mg	46,0	0,09	0,1

У технологіях водоочищення перевитрата реагентів не тільки економічно недоцільна, а й погіршує технологічні показники процесу. Водночас застосування реагентів у вигляді водних суспензій сприяє оптимальному використанню їх.

Активіація в ГКА водо-вапняної суспензії забезпечує стійку колоїдну систему з високою реакційною здатністю. Порівняно з традиційним способом приготування вона підвищується на 18...21 % і залишається практично незмінною в процесі нетривалого зберігання [4, 5]. Нами встановлено, що під час оброблення в ГКА суспензії із суміші гідроксидів кальцію та магнію (1:1) її реакційна здатність збільшилась майже на 30 % порівняно з меха-

нічним перемішуванням. Це дає можливість майже на 15 % скоротити витрати реагентів на очищення води. Приготувавши в ГКА суміш на основі кремнійорганічних сполук (33,3 %) та поверхнево-активних речовин, одержали якісний, однорідний продукт. Найбільший розмір частинок суспензії не перевищував 2 мкм, а стійкість до розшарування становила близько шести місяців, що перевищує термін, встановлений технічними вимогами. На відміну від традиційного способу приготування суміші з використанням ГАРТ скорочується тривалість процесу і він відбувається без попереднього механічного перемішування компонентів, послідовність введення яких у суспензію не впливає на її властивості.

Висновки. Використання ГКА для очищення забрудненої хімічними сполуками води за допомогою суспензійних реагентів має суттєві переваги порівняно з традиційними способами. Зокрема, скорочуються тривалість оброблення і витрати реагентів. Крім того, приготування та активація їхніх суспензій за допомогою кавітаційних ефектів свідчить про перспективність використання ГКА в допоміжних операціях у технологіях водоочищення.

ЛІТЕРАТУРА

1. Литвиненко О.А., Некоз О.І., Кондрат З. Гідродинамічна кавітація в процесах очищення стічних вод харчової промисловості // Харч. пром-сть. – 2000. – № 45. – С. 190 – 192.
2. Литвиненко О.А., Некоз О.І., Кондрат З. Окиснення фенолу в кавітаційному реакторі // Придніпровський наук. вісн. Сер. Техн. науки. – 1998. – № 96 (163). – С. 26 – 27.
3. Кавітаційні пристрої в харчовій, переробній та фармацевтичній промисловості / О.А. Литвиненко, О.І. Некоз, П.М. Немирович, З. Кондрат – К.: РВЦ УДУХТ, 1999. – 87 с.
4. Немчин А.Ф., Савченко О.А., Коваленко А.И. Влияние гидродинамической кавитационной обработки на физико-химические свойства водно-известковой суспензии // Пищ. пром-сть. – 1986. – № 2. – С. 30 – 31.
5. Федоткин И.М., Гульый И.С. Кавитация: кавитационная техника и технология, их использование в промышленности. – К.: Полиграфкнига, 1997. – С. 153.

Одержана редколлегією 10.01.01 р.